

Végéphy – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLEANS – 3, 4 ET 5 DÉCEMBRE 2019

**DESHERBAGE DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES PORTE-GRAINE :
EVOLUTION DES SOLUTIONS HERBICIDES ET PERSPECTIVES**

S. BOUET ⁽¹⁾, L. GAUTELLIER VIZIOZ ⁽²⁾, F. DENEUFBOURG ⁽¹⁾

⁽¹⁾ FNAMS (Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences) – Impasse du Verger – 49800 BRAIN SUR AUTHION – France – serge.bouet@fnams.fr et francois.deneufbourg@fnams.fr

⁽²⁾ ARVALIS – Institut du Végétal – 91720 BOIGNEVILLE – France – l.gautelliervizioz@arvalis.fr

RÉSUMÉ

Les producteurs de semences de légumineuses porte-graine doivent faire face à des difficultés croissantes pour maîtriser les adventices, notamment dicotylédones, dans un contexte de disparitions actuelles et/ou de fortes incertitudes sur l'avenir de certaines substances actives comme le glyphosate, produit de référence sur luzerne installée. Pour apporter des solutions aux producteurs, la FNAMS en collaboration avec ARVALIS - Institut du Végétal, réalise chaque année de nombreux essais de sélectivité et d'efficacité d'herbicides à partir de la gamme grandes cultures. Elle étudie également les leviers possibles avec les plantes de couvert en vue de diminuer la pression adventice en adaptant les dates de semis des porte-graine dans le couvert, en recherchant des possibilités de désherbage mécanique ou chimique sélectives des 2 espèces. En luzerne, de nouvelles solutions herbicides sont testées sur cultures installées en application de fin d'automne. Pour les autres légumineuses semées en sol nu (fin d'été ou printemps), de nouveaux produits sont étudiés avec notamment des avancées en post-levée sur vesce.

Mots-clés : Herbicides, légumineuses porte-graine, sélectivité, efficacité, semis sous couvert.

ABSTRACT

NEW SOLUTIONS FOR WEED CONTROL IN FORAGE LEGUMES SEED PRODUCTION.

Weed control in seed forage legumes crops become more and more problematic due to withdrawal or restriction use of several active ingredients. FNAMS and Arvalis - Institut du Végétal carry out numerous trials to evaluate selectivity and efficacy of herbicides for seed production in order to bring new solutions to the farmers.

Weed control in forage legumes crops become more and more problematic, particularly against dicotyledons, in a context of current disappearances or strong uncertainties about the future of certain active substances such as glyphosate, the reference on installed alfalfa. It is also studying possible levers with cover plants to reduce weed pressure by adapting the seeding dates of seed carriers in the cover, looking for possibilities of selective mechanical or chemical weeding of the 2 species. In alfalfa, new herbicide solutions are being tested on crops planted in late fall. For the other legumes sown in bare soil (late summer or spring), new products are being studied, including advances in post-emergence on vetch.

Key words: Herbicides, forage legumes, seed crop, selectivity, efficacy, sowing under cover.

INTRODUCTION

Le désherbage chimique des légumineuses porte-graine devient de plus en plus difficile. L'arrêt de certaines substances actives (dernièrement la carbétamide sous forme poudre mouillable), les recommandations de firmes qui restreignent les possibilités d'utilisation de certaines références (exemple la bentazone, à ne pas appliquer du 15 octobre au 15 mars) ou encore les restrictions réglementaires sur sol drainé (exemple association imazamox + pendiméthaline interdite en sol drainé ayant un taux d'argile supérieur ou égal à 45%), nécessitent de chercher de nouvelles solutions pour maîtriser les adventices.

En production de semences, les multiplicateurs sont tenus de respecter des normes réglementaires qualitatives et ont une obligation de résultats en matière de pureté spécifique. Le processus de triage des semences reste limité au plan technique et économique, aussi la maîtrise des adventices doit s'effectuer dans la parcelle du multiplicateur en commençant par des mesures préventives (choix de parcelle « propre », gestion de la rotation...). En matière de lutte chimique, qui reste essentielle pour ces productions, la FNAMS en collaboration avec ARVALIS, conduit des expérimentations pour tester de nouvelles solutions et diversifier les programmes herbicides. Par ailleurs, elle développe des études sur d'autres leviers de lutte contre les adventices comme le semis sous couvert (Bouet, 2017 ; Deneufbourg, 2016) ou le désherbage mécanique (Collin et Brun, 2018 ; Etourneau, 2018).

La production de semences de légumineuses est en augmentation en France, tirée par un marché porteur pour l'intérêt de ces plantes à utilisation variée : plantes fourragères, plantes de couvert, d'intercultures ou mellifères, et voire plantes pour gazon ou espaces verts (Bouffartigue, 2019).

Aujourd'hui, la production de semences de légumineuses en France représente près de 38 000 ha en moyenne sur les 3 dernières années (récoltes 2016 à 2018), avec une augmentation de 30% observée sur cette période. La luzerne et le trèfle violet restent les deux espèces majeures mais d'autres petites espèces jusqu'à présent peu produites en France se développent comme par exemple le trèfle d'Alexandrie ou la vesce velue (tableau I).

Cette communication présente la synthèse des résultats d'essais des dernières années le désherbage de ces espèces (FNAMS, 2016 à 2018).

Tableau I : Surfaces en multiplication des principales légumineuses porte-graine en France (surfaces moyennes en ha, 3 années 2016 à 2018) (Source GNIS)

Seed forage legumes produced in France (average 3 years, 2016 to 2018)

Luzerne	Trèfle violet	Vesce commune	Trèfle incarnat	Vesce velue	Sainfoin	Fenugrec	Trèfle d'Alexandrie	Lotier corniculé	Trèfle blanc	Total Légumineuses p-g
<i>Medicago sativa</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Vicia sativa</i>	<i>Trifolium incarnatum</i>	<i>Vicia villosa</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	<i>Trigonella foecum-g.</i>	<i>Trifolium alexandrinum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Trifolium repens</i>	
24 006	9 333	1 915	1 827	220	178	117	98	72	55	38 000
↗	↗	↘	→	↗	↗	↘	↗↗	↗	↗	Evolution 2016-18

MATERIEL ET MÉTHODE

Les résultats présentés sont issus d'essais de « tris herbicides », d'essais « efficacité » où le comportement des cultures traitées est observé ainsi que d'essais de « sélectivité » conduits au rendement grainier. Ces derniers sont destinés pour la plupart aux dossiers d'homologation des produits dans le cadre des usages mineurs « cultures porte-graine ». Les dispositifs expérimentaux sont des dispositifs en blocs de Fischer avec des caractéristiques variables selon le type d'essai mis en place : 1 ou 2 répétitions avec parcelles témoins imbriquées (non traitées) toutes les 2 parcelles pour les essais « tri herbicides », 2 répétitions avec témoins imbriqués pour les essais « efficacité » et 4 répétitions pour les essais « sélectivité » conduits au rendement.

Les essais sont conduits selon les procédures BPE (Bonnes Pratiques de l'Expérimentation). Les résultats sont rapportés en notes visuelles : sélectivité de 0 : pas d'effet à 10 : culture détruite, efficacité de 0 : pas d'effet à 10 : adventice totalement détruite. Les applications sont réalisées avec des appareils « Pulvexper » avec kit de compression (pression de 2 bars à la buse pour un volume de 200 l d'eau/ha).

RESULTATS

DESHERBAGE DES JEUNES LEGUMINEUSES A « PETITES GRAINES » SEMÉES EN FIN D'ÉTÉ (LUZERNE, TREFLE VIOLET, TREFLE INCARNAT, TREFLE BLANC, SAINFOIN)

Essais de nouvelles spécialités (tableau II) :

Une série d'essais a été réalisée en 2016, 2017 et 2018 sur des jeunes cultures semées en sol nu en fin d'été. Les applications sont réalisées aux stades pré-levée, au stade 1 à 3 feuilles trifoliées du trèfle violet (TV), en début repos végétatif et en reprise de végétation.

- **En pré-levée** : la clomazone (CENTIUM 36 CS) apparaît sélective de toutes les espèces à 45 g/ha.

- **Au stade 1 à 3 feuilles trifoliées** : La référence sur trèfles et luzerne imazamox + pendiméthaline (33,4 + 500 g/ha) (NIRVANA S) confirme également sa sélectivité.

La mésotrione (CALLISTO) a fait l'objet d'une demande d'homologation sur luzerne (Produit commercial à 0,15 l/ha) et trèfle incarnat porte-graine (PC à 0,5 l/ha). Testée en association avec bentazone + imazamox (CORUM), l'association est bien sélective du trèfle incarnat, voire du sainfoin mais s'avère trop agressive sur luzerne. La mésotrione permet notamment de contrôler des repousses de trèfle violet dans une culture de luzerne porte-graine ou de trèfle incarnat porte-graine (les graines de trèfle violet ne sont pas triables dans un lot de semences de luzerne). Elle a également une efficacité sur d'autres dicotylédones comme les chénopodes (*Chenopodium sp*), les morelles (*Solanum sp*) et citée sur le chardon-marie (*Silybum marianum*) (Terres Innovia 2019).

Le diméthénamide-P (ISARD) a fait également l'objet d'une demande d'homologation. Ce produit nécessite d'être associé pour améliorer son efficacité. En association à la bentazone ou à la pendiméthaline, la sélectivité est correcte sur trèfle violet et luzerne.

L'association (flufenacet + pendiméthaline) + bentazone (TROOPER 1,5 l/ha + BASAGRAN SG 0,6 kg/ha) est sélective des légumineuses.

La métribuzine (SENCORAL SC) testée seulement en 2018 s'avère sélective du sainfoin.

- **En reprise de végétation** : La métribuzine (SENCORAL SC à 0,3 l/ha) apparaît davantage sélective des différentes légumineuses qu'appliquée au stade 1 à 3 feuilles.

Essai Sélectivité/rendement sur jeune luzerne semée en fin d'été (tableau III) :

Une série d'essais a été réalisée en 2017 et 2018 en vue de tester la sélectivité de certains herbicides à petites doses en application de fin novembre sur jeune culture.

L'association florpyrauxifen + amidosulfuron (GF-3730) présente un comportement similaire avec une sélectivité satisfaisante à la dose de 0,0425 kg/ha.

Le bromoxynil + diflufenicanil (NESSIE) confirme son agressivité précoce puis la phytotoxicité s'estompe avec le temps sur les 2 années de test.

Le tribénuron-méthyl + metsulfuron-méthyl (ALLIE STAR SX) à faible dose 0,005 kg/ha montre une sélectivité acceptable juste avant et après précoupe.

Pour des niveaux de rendement moyens (environ 600 kg/ha), les produits testés n'ont pas pénalisé le rendement, excepté GF-3730 à dose élevée qui tend à l'affecter mais non statistiquement significatif au risque α de 5 % (1 seule année d'essai, à confirmer).

Tableau II : Sélectivité sur légumineuses à petites et moyennes graines semées en fin d'été (6 essais pour le Trèfle violet et T. incarnat et 2 essais pour les autres espèces) – 2016, 2017, 2018
Herbicide selectivity on young forage legumes sown in the end of summer (6 trials on *T. pratense* and *T. incarnatum*, 2 for others leguminous, 2016, 2017, 2018)

Stade d'application	Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Sélectivité sur Légumineuses p-g				
		Luzerne	Sainfoin	T. Blanc	T. Incarnat	T. Violet
Post-semis pré-levée	clomazone 45 g	1,5	0,0	2,0	0,0	2,0
	90 g	2,5	1,0	4,0	2,0	3,0
1 à 3 feuilles trifoliées du TV	bentazone 696 g	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
	1392 g	1,0	0,5	4,0	0,5	2,0
	tritosulfuron 17,85 g + (ac. Oléique 50+ ester m. 375 g+ ester p. 225 g)				8,0	10,0
	35,7 g + (idem)				9,0	10,0
	mésotrione 15 g + (bentazone 600 g + imazamox 27,5 g)	5,5	3,0	9,0	1,0	10,0
	30 g + (600 g + 27,5 g)	5,0	3,0	7,0	2,5	9,5
	clomazone 45 g				1,5	1,5
	90 g				2,5	2,5
	diméthénamide-p 432 g				0,0	0,0
	diméthénamide-p 432 g + bentazone 522 g				2,5	1,0
	(imazamox 33,4 g + pendimethaline 500 g)	0,5	0,0	0,0	0,7	1,0
	66,8 g + 1000 g	2,5	0,5	3,0	1,5	3,0
	métribuzine 90 g	2,5	0,0	5,0	3,5	5,5
	180 g	3,0	0,5	8,0	3,0	6,0
	360 g	6,0	1,5	10,0	7,0	8,0
Reprise de végétation	éthofumesate 500 + bentazone 522 g				6,5	8,5
	(flufenacet 90 g+ pendimethaline 450 g) + bentazone 522 g	1,0	0,5	2,0	0,9	1,0
	(180 g + 900 g) + 522 g	1,5	1,0	5,0	1,0	0,5
	(imazamox 33,4 g + pendimethaline 500 g)	1,0	0,5	1,0	1,0	2,0
	66,8 g + 1000 g	2,0	1,0	4,0	2,0	2,0
	métribuzine 180 g	2,5	0,5	2,0	1,0	2,0
	360 g	4,0	1,5	4,0	2,0	4,5

Légende sélectivité :

De : ■ Très sélectif à sélectif à : ■ Non sélectif

Tableau III : Sélectivité herbicide sur jeune luzerne semée en fin d'été (2 essais ; Aude), 2017 et 2018.
Herbicide selectivity on young alfalfa sown in the end of summer (2 trials, 2017 and 2018)

Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Sélectivité (note 0 à 10)				Rendement (kg/ha)	
	1 semaine avant précoupe		3 semaines après précoupe		2017	2018
	19/05/2017	18/05/2018	13/06/2017	15/06/2018		
Témoin non traité					581,4 ab	557,6
(imazamox 33,4 g + pendimethaline 500 g)	0	0	0	0,3	607,8 ab	622,1
(amidosulfuron 15,3 g + florpyrauxifen 2,55 g)		0,5		0	-	582,7
(30,6 g + 5,1 g)		3		2,5	-	528,1
(bromoxynil 160 g + diflufenicanil 26,7 g)	1,3	2,25	0,3	1,25	639,8 ab	600,1
(320+ 53,4)	0	3	0	2	676,4 a	580,9
(tribénuron-méthyl 1,11 g + metsulfuron-méthyl 0,555 g)	2,3	0,5	1	0,5	599,6 ab	563,6
Moyenne					605,2	576,5
ETR					50,63	64,9
Significativité					S	NS

Légende sélectivité :

De : ■ Très sélectif à sélectif à : ■ Non sélectif

DESHERBAGE DES LEGUMINEUSES A « MOYENNES GRAINES » SEMEES AU PRINTEMPS (VESCES, GESSE, FENUGREC)

Une série d'essais a été réalisée en 2016, 2017 et 2018 sur différentes vesces, gesse et fenugrec en semis de printemps, visant en particulier les applications de rattrapage (tableau IV).

- En pré-levée :

Sur vesce commune, en comparaison à la référence (aclonifen + pendiméthaline), les modalités à base de clomazone peuvent générer des agressivités plus élevées qui restent acceptables. Des spécialités nouvellement testées se sont révélées sélectives : diméthénamide-p (ISARD), métobromuron (BCP 259 H)

(sélectif à 2 l/ha), ainsi que l'association (flufenacet + pendiméthaline) (TROOPER à 2,5 l/ha.). L'association (flufenacet + métribuzine) (BASTILLE) est plus agressive, avec une sélectivité encore acceptable sur vesce commune à 2,5 kg/ha.

- **En post-levée** (en programme avec un pré-levée) :

La référence clomazone (CENTIUM 36 CS) en post est potentiellement agressive mais elle est globalement sélective des espèces sauf vesce pourpre.

La clomazone associée à l'imazamox + pendiméthaline (CENTIUM 36 CS + NIRVANA S) à petite dose se montre sélectif sur vesce commune et gesse.

Le pyridate (BCP 258 H) est un peu agressif.

La carfentrazone-éthyle (AURORA ou PLATFORM 40 WG) est sélective sur toutes les espèces de légumineuses à la dose autorisée sur céréales à paille soit 0,05 kg ; elle apparait comme une perspective intéressante en post-levée, à confirmer en termes d'efficacité.

La métribuzine à partir de 180 g/ha se révèle trop agressive ou phytotoxique, les faibles doses sont à retravailler sur vesce commune et gesse.

Tableau IV : Sélectivité des herbicides sur légumineuses à « moyennes graines » semées au printemps (6 essais) – 2016 à 2018.

Herbicide selectivity on forage legumes sown in spring (6 trials, 2016 – 2018).

Epoque d'application	Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Espèces fourragères porte-graine				
		Fenugrec	Gesse (<i>Lathyrus sativus</i>)	Vesce commune	Vesce pourpre (<i>Vicia benghalensis</i>)	Vesce velue
Post-semis pré-levée	(métribuzine 437,5 g + flufenacet 600 g)	2,0	1,7	2,0	2,3	4,0
	875 g + 1200 g	6,0	3,7	2,3	7,0	5,7
	métobromuron 800 g	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	1600 g	1,3	0,7	1,0	3,3	2,7
	aclonifen 1200 g + (imazamox 25,05 g+ pendimethaline 375 g)	0,0	0,0	0,5	0,8	0,8
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g	1,3	1,3	0,8	0,5	1,3
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g + clomazone 45 g	0,3	0,0	0,0	1,0	0,7
	diméthénamide-p 432 g	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	864 g	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0
Post-semis pré-levée puis post-levée 3-6 F	(flufenacet 150 g + pendimethaline 750 g)	1,5	1,0	0,5	1,5	0,5
	(300 g + 1500 g)	2,0	1,5	1,0	2,0	3,5
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g puis pyridate 900 g	1,5	2,5	3,0	7,5	4,0
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g puis clomazone 45 g	2,8	1,2	1,4	4,4	2,4
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g puis métribuzine 120 g	4,3	1,3	1,7	5,3	4,7
	1200 g + 600 g puis 180 g	5,0	4,0	4,0	7,0	6,0
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g puis métribuzine 360 g	6,0	5,0	5,0	7,0	6,0
	1200 g + 600 g puis 540 g	7,0	6,0	7,0	8,0	6,0
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g puis clomazone 36 g + (imazamox 8.35 g + pendimethaline 125 g)	3,0	1,3	1,3	4,7	3,3
	aclonifen 1200 g + pendimethaline 600 g puis carfentrazone-éthyl 12 g	0,7	0,7	0,7	1,7	1,7
	1200 g + 600 g puis 20 g ou 24 g	0,7	1,3	1,7	1,3	2,3
	1200 g + 600 g puis 40 g	1,0	0,0	1,0	4,0	3,0

Légende sélectivité :

De : ■ Très sélectif à sélectif à : ■ Non sélectif

DESHERBAGE DES JEUNES LEGUMINEUSES A PETITES GRAINES SEMEES SOUS COUVERT

Effet des couverts et du mode d'implantation sur le salissement :

De nombreux essais ont permis de montrer l'intérêt des semis des porte-graine sous couvert pour contrôler certaines adventices (Deneufbourg, 2016). Après récolte du couvert, l'IFT (Indice de Fréquence de Traitement) du porte-graine peut être nettement réduit par rapport à une implantation de légumineuse en

sol nu de fin d'été. Le développement de la culture issue d'un couvert est plus important et par conséquent son taux de couverture du sol.

Quelques solutions herbicides existent pour désherber à la fois les cultures de printemps servant de couvert et les jeunes luzernes et trèfles violets porte-graine en cours d'installation semés en simultanément avec le couvert (Bouet et al., 2016 ; Bouet, 2017). Pour pallier des problèmes de concurrence parfois trop importante des légumineuses vis-à-vis des couverts et pour tenter d'améliorer le contrôle des adventices, la technique du semis de la légumineuse en décalé dans le couvert a été étudiée.

Impact d'un semis décalé de légumineuse porte-graine dans un couvert sur le salissement en adventices (tableau V) :

Le semis en décalé est un moyen efficace pour réduire la pression des adventices dans la culture porte-graine, sous couvert et après récolte du couvert, tout en réduisant l'impact négatif que peut faire subir la légumineuse à la culture de couvert (concurrence sur la croissance et le développement). De nombreux essais ont permis de montrer que l'implantation en décalé est bénéfique en raison d'un choix d'herbicides plus large ou de la possibilité de biner la culture de couvert avant semis de la légumineuse. Un exemple de résultats obtenus avec des semis de trèfle violet (simultanément / décalé) sous maïs fourrage est illustré dans le tableau V.

Tableau V : Effet d'un semis de trèfle violet (TV) sous couvert de maïs fourrager résistant à la cycloxydine (STRATOS) sur le rendement du maïs et la qualité d'implantation du trèfle (Brain sur l'Authion - 49), 2018

Effect of red clover seedling under forage corn (cycloxydine resistant) on corn yield and clover establishment quality, 2018

					Couvert de maïs			Trèfle violet p-g	
					Le 7/06/18	Le 21/08/18		Le 6/11/18	
Modalité		Programme de désherbage appliqué			Note de salissement adventices (de 0 à 5)	Hauteur (en cm)	Rendement fourrager (en T MS /ha)	Qualité d'implantation (0 à 10)	% couverture du sol
		Le 20 et 24/04	Le 24/05	Le 15/06					
T1	Maïs Fourrage en culture pure (Semis 26/04/18)	Faux -semis mécanique	Dicamba 195 g/ha	Cycloxydime* 160 g	2,0	250,0 a	17,7 a	-	-
T2	Semis TV simultanément avec le maïs F. (le 26/04/18)		X		5,0	215,5 a	14,8 a	7,5 a	48,8 a
T3	Semis TV en décalé dans le maïs F. (stade 7-8 f., le 25/05/18)		Dicamba 195 g/ha		2,0	257,2 a	17,8 a	7,3 a	47,5 a
*appliqué avec adjuvant DASH HC (1 l/ha)				Moyenne	3,0	240,9	16,8	7,4	48,1
				Significativité (proba)	-	NS (0,130)	NS (0,770)	-	-

Désherbage chimique des cultures implantées sous couvert en décalé :

Pour trouver des solutions chimiques compatibles pour des implantations de légumineuses sous couvert en décalé, des essais de sélectivité sur 2 cultures de couvert ont été réalisés : maïs fourrage et tournesol (5 essais de 2016 à 2018).

Désherbage de la luzerne et du trèfle violet semés en décalé sous maïs fourrager (tableau VI) :

- **En pré-levée** du maïs, certaines substances actives ont montré des sélectivités acceptables sur la luzerne semée en décalé (au stade 5-6 feuilles du maïs) en particulier les associations à base de diméthénamide-p + pendiméthaline (WING P à 3 l/ha), l'association diméthénamide-p + (foramsulfuron + thienicarbazone-méthyl + cyprosulfamide) (ISARD + MONSOON ACTIVE à 0,8 + 1 l/ha) et la clomazone + pendiméthaline (ALCANCE SYNC TEC à 2 l/ha). Sur trèfle violet, seul le diméthénamide-p + pendiméthaline (WING P à 3 l/ha) est sélectif.

- **En post-levée** du maïs, des herbicides appliqués au stade 1 à 3 feuilles du maïs, soit 1 à 2 semaines avant semis de la luzerne, se sont montrés également sélectifs de la luzerne : sulcotrione (DIODE), bromoxynil, dicamba (BANVEL 4 S), tritosulfuron (BIATHLON), mésotrione + terbuthylazine (CALARIS), de même que le

programme diméthénamide-p en pré-levée suivi de l'association bromoxynil oc. + tembotrione (AUXO) en post-levée.

Sur trèfle violet, les possibilités de traitements sont plus restreintes ; seuls dicamba et tritosulfuron et le programme diméthénamide-p en pré-levée, suivi de l'association bromoxynil oc. + tembotrione en post-levée du maïs (comme sur luzerne) sont sélectifs.

NB : la bentazone (référence sélective des deux légumineuses n'a pas été remise en test dans cette série d'essais.

Tableau VI : Sélectivité des herbicides sur jeunes légumineuses porte-graine semées en décalé sous maïs (2 essais T violet et 3 essais luzerne, en Maine-et-Loire), 2016 à 2018 (Efficacité indicative)
Herbicide selectivity on young forage legumes sowed under maize cover crop (5 trials)

Epoque d'application	Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Sélectivité		Efficacité sur adventices	
		Luzerne	T. violet	Chénopode (Chenopodium sp),	Renouée liseron (Fallopia convolvulus)
pré-levée du maïs	isoxaflutole 100 g + thiencazone-méthyl 40 g + cyprosulfamide 66 g	2,5	5,0	10,0	10,0
	s-métolachlore 1200 g + mésotrione 120 g + bénomaxor 60 g	6,3	10,0	8,5	7,0
	bénomaxor 81 g + s-métolachlore 1647 g	6,0	9,0	5,0	0,0
	diméthénamide-p 864 g	4,7	7,5	5,0	2,5
	isoxaflutole 88 g	6,0	9,0	10,0	1,0
	diméthénamide-p 637,5 g + pendimethaline 750 g	2,0	0,5	10,0	8,0
	(isoxaflutole 75 g + thiencazone-méthyl 30 g + cyprosulfamide 49,5 g) + diméthénamide-p 576 g	2,5	10,0	10,0	9,5
	clomazone 86 g + pendimethaline 596 g	0,0	4,0	-	-
	diméthénamide-p 576 g + (foramsulfuron 30 g + thiencazone-méthyl 10 g + cyprosulfamide 15 g)	1,0	3,0	-	-
post-levée du maïs (avant semis des légumineuses)	(isoxaflutole 75 g + thiencazone-méthyl 30 g + cyprosulfamide 49,5 g) + diméthénamide-p 576 g	9,0	9,0	10,0	9,5
	(bromoxynil octanoate 131 g + tembotrione 25 g) + huile de colza estérifiée 421 g + diméthénamide-p 576 g + nicosulfuron 12 g	3,3	4,5	10,0	8,5
	mésotrione 50 g + nicosulfuron 20 g	5,0	6,0	9,5	10,0
	nicosulfuron 20 g + sulcotrione 150 g	3,7	6,5	9,5	9,5
	mésotrione 100 g	2,0	8,0	10,0	8,5
	sulcotrione 300 g	0,0	-	10,0	7,5
	florasulame 1 g + fluroxypyr 100 g	1,7	4,5	4,5	8,5
	bromoxynil 225 g	0,0	-	7,5	4,0
	dicamba 197.01 g	0,0	0,5	9,0	8,5
	tritosulfuron 24,99 g	1,3	1,0	10,0	9,5
	(nicosulfuron 30,03 g + rimsulfuron 7,49 g) + huile de colza estérifiée 421 g	9,0	10,0	-	-
	mésotrione 70 g + terbuthylazine 330 g	3,0	9,0	-	-
	diméthénamide-p 864 g puis (bromoxynil octanoate 262 g + tembotrione 50 g) + huile de colza 421 g	1,0	1,5	9,5	8,5

Légende sélectivité : ■ Très sélectif à sélectif ■ Non sélectif - Non testé
Légende efficacité : ■ Très efficace ■ Inefficace - Non testé

Désherbage de la luzerne et du trèfle violet semés en décalé sous tournesol

Peu de nouvelles solutions herbicides sont possibles lorsqu'on décale la date de semis de la luzerne dans le tournesol (semis au stade 4-6 F du tournesol) par rapport aux solutions référencées pour un semis simultané des 2 espèces (tableau non présenté).

En pré-levée du tournesol, la luzerne tolère des doses plus élevées d'acétonifène (CHALLENGE 600, note acceptable à 3 l/ha), de pendimethaline (ATIC AQUA à 2,2 l/ha). Certaines associations sont irrégulières en sélectivité comme celles à base de pendimethaline + flurochloridone ou diméthénamide-p (ATIC AQUA + RACER ME ; DAKOTA P).

En post-levée du tournesol (14 jours avant semis de la luzerne), l'imazamox (PULSAR 40) est sélectif ; le tribénuron (EXPRESS SX à 0,045 kg/ha + adjuvant) peut marquer passagèrement la luzerne. Ces produits sont des références en semis simultané avec une dose réduite pour EXPRESS SX (0,03 kg/ha).

A ces solutions chimiques, on peut également ajouter la possibilité de binage avant le semis des légumineuses sous réserve de pouvoir obtenir après intervention un sol suffisamment émietté pour les implantations de légumineuses.

DESHERBAGE DES LUZERNES INSTALLEES

Essais dates d'application :

Une série d'essais a été réalisée sur luzerne installée de moins de 1 an et luzerne de plus d'1 an pour tester une date d'application plus précoce (novembre) de l'association metsulfuron-m + tribénuron-méthyl (2015 à 2017) en comparaison à la référence glyphosate appliqué en décembre - janvier (Bouet et al, 2016 ; 2014). Cette association est toujours en attente d'homologation sur luzerne installée.

Sur luzerne de type Flamande de plus d'un an (cf. tableau VII), les résultats confirment la possibilité d'avancer à novembre les applications pour un niveau d'efficacité assez proche. La phytotoxicité est plus précoce compte tenu de la date d'application puis s'estompe avec le temps comme pour les applications de décembre. Les résultats de rendements (5 essais 2015 à 2017) montrent l'absence de différence significative entre date d'application et témoin non traité.

Sur luzerne installée de moins de 1 an, la marge de sélectivité est plus étroite et seules les faibles doses de tribénuron-méthyl + metsulfuron-méthyl (ALLIE STAR SX) sont bien tolérées sans risque de phytotoxicité visible après la précoupe (tableau non présenté).

Tableau VII : Sélectivité d'herbicides sur luzerne de type « flamande » installée (plus d'un an) après précoupe de printemps (2015 à 2017)
Herbicide selectivity on alfalfa established (after first harvest) after spring cutting (2015 and 2017)

Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Novembre	Repos (décembre-Janvier)
glyphosate 360 g	-	0,1 (1)
(tribénuron-méthyl 3,33 g + metsulfuron-méthyl 1,665 g) + glyphosate 360 g	0,7 (2)	0,4 (1,5)
(tribénuron-méthyl 2,22 g + metsulfuron-méthyl 1,11 g)	0 (0)	-
(tribénuron-méthyl 4,44 g + metsulfuron-méthyl 2,22 g)	0,5 (1,5)	1,7 (3)

Légende sélectivité (note de 0 à 10) : 0 : pas d'effet à 10 culture détruite entre () = note maximale observée

De : ■ Très sélectif à sélectif à : ■ Non sélectif

Test de nouvelles spécialités :

En 2018, des spécialités récentes sont testées en application d'automne (novembre) en comparaison à la référence glyphosate appliquée début décembre. En conditions estivales très chaudes, les effets des herbicides sur le rendement sont non significatifs.

Concernant la sélectivité visuelle juste avant précoupe (tableau VIII) :

. **Sur luzerne installée de type flamande de moins d'1 an** : le floupyrauxifen + amidosulfuron (GF-3730) montre une sélectivité acceptable à la dose de 0,085 kg/ha (1 année d'essai). (L'ancienne formulation GF-3658 testée en 2017 l'était également).

Le fluroxypyr + metsulfuron + thifensulfuron (OMNERA LQM) est sélectif à 0,35 l/ha.

. **Sur luzerne installée de type flamande de plus de 1 an** : l'amidosulfuron + floupyrauxifen (GF-3730) est sélectif quelle que soit la dose. La sélectivité du fluroxypyr + thifensulfuron + metsulfuron est améliorée avec l'âge de la culture.

. **Sur luzerne méditerranéenne de plus d'un an** : Les 2 dernières associations citées sont également sélectives, même à dose plus élevée en raison de l'âge de la culture très probablement.

. **Sur luzerne installée Flamande**, l'association propyzamide + aminopyralide (IELO) se révèle sélective seulement à faible dose de 0,5 l/ha, ce qui lui confère un relatif faible intérêt en termes d'efficacité (tableau IX). Sur type méditerranéenne, le produit n'a pas été testé.

Tableau VIII : Sélectivité d'herbicides sur luzerne installée de type « flamande » et « méditerranéenne » - Notes de printemps avant précoupe (essais 18, 26, 49), 2018.
Herbicide selectivity on "flemish" and "Mediterranean" alfalfa – Spring notations before cutting (3 trials, 2018).

Epoque d'application	Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Luzerne flamande		Luzerne méditerranéenne	Efficacité helminthie fausse vipérine <i>Helminthotheca echoides</i>	
		Installée (de moins d'1 an)	Bien installée (de plus d'un an)	Bien installée (de plus d'un an)	Helminthie (plante)	Jeune helminthie (1 essai)
Novembre	amidosulfuron 30,6 g + florpiauxifen 5,1 g	3,0	0	0,0	5,2	7,7
	45 g + 7,5 g	6,3	0	0,0	6,1	8,0
	61,2 g + 10,2 g	6,5	0	0,8	-	-
	fluroxypyr 68,1 g + thifensulfuron 10,5 g + metsulfuron 1,75 g	1,3	0	0,0	7,3	7,7
	136 g + 21 g + 3,5 g	4,3	1,8	1,0	8,3	9,0

Tableau IX : Sélectivité de propyzamide + aminopyralide (IELO) sur luzerne flamande – Notes de printemps avant ou après précoupe, 2017 et 2018
Herbicide selectivity on « flemish » alfalfa – Spring notations before or after cutting, 2017 et 2018

Epoque d'application	Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Luzerne flamande		Efficacité
		Installée (de moins d'1 an)	Bien installée (de plus d'un an)	Helminthie f.v. <i>Helminthotheca echoides</i> (plante)
Novembre	propyzamide 250 g + aminopyralide 2,6 g	1,3	0,2	4,3
	500 g + 5,2 g	4,9	2,5	6,1
	750 g + 7,9 g	8,3	5,5	4,5

Essai de lutte contre l'ambrosie (*ambrosia artemisiifolia*) :

Une série d'essais efficacité a été réalisée sur luzerne installée de type Flamande contre l'ambrosie au printemps (Drôme-26, 2016 à 2018). Dans cette zone de production, les levées de cette adventice sont échelonnées d'avril-mai à juin. En juin, tous les stades de développement sont présents (de levée à montaison).

Les 3 années de tests à différentes périodes d'application (sortie hiver, après précoupe -3 à 8 jours- et très tardives après la précoupe au stade bouton vert) n'ont pas permis de trouver de solutions chimiques suffisamment efficaces. Aucune efficacité n'est obtenue avec des applications sortie hiver (début mars) avec tribénuron-méthyl + metsulfuron-méthyl (ALLIE STAR SX, testé jusqu'à 0,015 kg/ha), aclonifen (CHALLENGE 600 3 l/ha) ou aclonifen + flurtamone (CLINE 3 l/ha) (2016).

Le meilleur stade d'application en termes d'efficacité serait après la précoupe (3 à 8 jours) mais les résultats sont encore trop insuffisants ou irréguliers, ou manquent de sélectivité sur la luzerne. Les efficacités observées sont très faibles (notes d'environ 3/10) pour des applications tardives stade bouton vert et sur ambrosie déjà assez développée (dépassant la végétation) avec 2.4 DB (EMBUTONE RL 400 4,5 l/ha) ou le mélange 2.4 DB + (imazamox + pendimethaline) (EMBUTONE RL 400 3 l/ha + CORUM 1,25 l/ha).

D'où l'importance de bien gérer cette adventice dans la rotation (avant l'implantation de la luzerne) par les solutions herbicides ou mécaniques. L'étude est poursuivie en 2019 pour évaluer l'efficacité du désherbage mécanique dans la luzerne porte-graine.

Tableau X : Sélectivité herbicide sur luzerne et efficacité sur ambroisie (*ambrosia artemisiifolia*). Application après la précoupe (2 à 8 jours après) - (3 essais), 2016 à 2018
Herbicide selectivity on alfalfa and efficacy against ragweed (*ambrosia artemisiifolia*). Spraying 2 or 8 days after cutting- (3 trials, 2016 - 2018).

Epoque d'application	Substances actives et dose d'application (en g /ha)	Luzerne	Ambroisie (<i>ambrosia artemisiifolia</i>)
Après précoupe	(imazamox 50,1 g + pendimethaline 750 g)	2,5	3,0
	imazamox 50 g + huile de colza estérifiée 842 g	1,7	3,7
	bentazone 696 g + 2.4 DB 1200 g	0,5	0,0
	mesotrione 50 g	2,3	3,5
	(bentazone 600 g + imazamox 27,5 g)	1,5	3,5
	2.4 DB 1800 g	-	3,0
	2.4 DB 1200 g + (bentazone 600 g + imazamox 27,5 g) + huile de colza estérifiée 842 g	-	3,0
	amidosulfuron 30,6 g + florypyrauxifen 5,1 g	4,5	4,5
	amidosulfuron 45 g + florypyrauxifen 7,5 g	6,5	6,5

CONCLUSION

Sur légumineuses « petites graines » semées en fin d'été, quelques nouvelles solutions se dessinent avec des demandes d'homologations en cours (dmta-p, mésotrione) ou à déposer (flufénacet) ; d'autres pistes sont à confirmer. Le semis sous couvert en décalé est un levier important pour limiter la pression adventice sous le couvert et après récolte du couvert. Des solutions de désherbage sont possibles avec un éventail de possibilités un peu plus large sur luzerne comparativement au trèfle violet.

Sur légumineuses « moyennes graines » en semis de printemps, la carfentrazone s'avère une nouvelle solution sélective de post-levée, à confirmer au niveau de son efficacité. Elle pourrait être une des rares possibilités de rattrapage avec la clomazone dont le niveau de sélectivité est plus étroit et limité à certaines espèces.

Sur culture installée de luzerne, de nouvelles solutions se dégagent avec l'association florypyrauxifen + amidosulfuron (à confirmer) ou avec les associations à base de metsulfuron qui pourraient apporter une alternative chimique au glyphosate, associées à des interventions mécaniques (approche non développée dans cette communication).

BIBLIOGRAPHIE

- Bouet S., Gautellier Vizios, L., Deneufbourg F., 2016. Désherbage des légumineuses fourragères porte-graine - Solutions et perspectives. AFPP-XXIIIème Conférence COLUMA, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon, 6, 7, et 8 décembre 2016.
- Bouet S., 2014. Désherbage des légumineuses - Des solutions nouvelles pour aujourd'hui et pour demain. *Bulletin semences* 235, 26-28.
- Bouet S., 2017 - Luzerne porte-graine : L'implantation sous couvert a fait ses preuves. *Bulletin Semences* n°254, 29-31.
- Bouffartigue J., 2019 – Les plantes de service : un marché dynamique mais une production largement délocalisée. *Bulletin Semences* n° 267, 16-18.
- Collin C., Brun L., 2018 – Le désherbage mécanique : principes généraux. *Bulletin Semences* n°261, 9-13.
- Deneufbourg F., 2016 - Semis sous couvert : Un levier complémentaire pour maîtriser les adventices. *Bulletin Semences* n°247, 23-26.
- Etourneau C., 2018 - Désherbage : Les différents matériels utilisables en désherbage mécanique et thermique. *Bulletin Semences* n°261, 29-42.
- FNAMS, 2016 à 2018 - Compte rendus d'expérimentation annuels de la FNAMS « Production de semences de graminées et légumineuses ».
- Terres Innovia 2019, Guide de cultures Colza, 26-27.