

Réseau ECOHERBMIP : Faisabilité, performance et durabilité de systèmes de cultures économes en herbicides

Verdier J.L.¹, Rodriguez A.², Vuillemin F.³, Barrier I.⁴, Perdrieux G.⁵, Baudinet C.⁶, Delmas B.⁷

¹ Arvalis Institut du végétal - 6 chemin de la côte vieille, F-31450 Baziege

² ACTA - 6 chemin de la côte vieille, F-31450 Baziege

³ Terres Inovia - 6 chemin de la côte vieille, F-31450 Baziege

⁴ Chambre d'agriculture du Tarn et Garonne -130 avenue Marcel Unal, F-82017 Montauban Cedex

⁵ Chambre d'agriculture du Tarn - 96 rue des agriculteurs, BP 89, F-81003 Albi Cedex

⁶ Chambre d'agriculture du Gers - Route de Mirande, BP 70161, F-32003 Auch Cedex

⁷ Chambre d'agriculture de Haute Garonne - 32 rue de Lisieux, CS 90105, F-31026 Toulouse Cedex 3

Correspondance : jl.verdier@arvalis.fr

Résumé

Une expérimentation "systèmes de culture " a été conduite par Arvalis-Institut du végétal en partenariat avec Terres Inovia et l'ACTA pendant 9 ans, de 2010 à 2018, dans le contexte des sols argilo-calcaires du Lauragais. Comparés à 2 systèmes "conventionnels" en rotation courte avec ou sans labour, 3 systèmes économes en herbicides dont 1 avec allongement et diversification de la rotation et mise en place de couverts végétaux en interculture, ont été évalués; Ils intègrent différents leviers agronomiques (labour, faux-semis, semis décalé, ...) et techniques de désherbage alternatives (herse étrille, binage, désherbage chimique localisé). Cette plateforme a été complétée et enrichie à partir de 2012 par 4 observatoires pilotés par les chambres départementales d'agriculture 31, 32, 81 et 82 sur lesquels 2 systèmes économes en herbicides ont été testés, en comparaison à un système témoin.

Les résultats permettent de caractériser l'impact des systèmes sur l'évolution de la flore. Parmi les différents leviers mis en œuvre en vue de réduire la dépendance aux herbicides, les plus performants ont été le travail du sol (plus précisément le labour), l'allongement et la diversification de la rotation culturale, le décalage de la date de semis et le désherbage mécanique (plus particulièrement le binage et, si possible, associé à un désherbage chimique localisé sur la ligne de semis). La performance implique une combinaison de ces leviers et nécessite donc une reconception du système de culture. Une analyse multicritère des systèmes étudiés a été réalisée avec l'outil Systerre® permettant le calcul d'indicateurs économiques, techniques et environnementaux. Elle illustre entre autres une certaine fragilité économique des systèmes intégrant des cultures de diversification.

Mots-clés : Adventices, Evolution, Multi performance, Rotation, Travail du sol

Abstract: Feasibility, performance and sustainability of cropping systems with low herbicides input

An experiment of cropping systems was led by Arvalis-Institut du vegetal in partnership with Terres Inovia and ACTA for 9 years, from 2010 to 2018, in the context of the Lauragais clay-limestone soil. Compared to 2 "conventional" systems in short rotation with or without ploughing, 3 cropping systems with low herbicides input including 1 with diversification of the rotation and cover crop during intercropping period, have been evaluated; They include different agronomic practices (ploughing, fasten seedbed, shift of sowing,...) and alternative weeding technics (harrow, hoeing, localized chemical weeding). This platform was completed and enriched from 2012 by 4 observatories by the departmental

agriculture chambers 31, 32, 81 and 82 on which 2 low herbicides input systems have been tested in comparison to a control system.

The results allow to characterize the impact of systems on the weed evolution. Among the various levers implemented to reduce herbicide dependence, the best performers were tillage (more specifically plowing), lengthening and diversification of crop rotation, shift of sowing date and mechanical weeding (especially hoeing and, if possible, associated with chemical weed control on the sowing line). The performance involves a combination of these levers and therefore requires a redesign of the culture system. A multicriteria analysis on the studied cropping systems with the tool Systerre® was realized to calculate economical, technical and environmental indicators. It illustrates, among other things, a certain economic fragility of systems integrating diversification cultures.

Keywords: Weeds, Evolution, Multi performance, Rotation, Soil tillage

Introduction

Les enjeux et les objectifs de réduction des usages de produits phytosanitaires soulèvent de nombreuses questions et attentes au niveau des agriculteurs. La recherche et la mise au point de solutions alternatives doit se poursuivre. Elles doivent couvrir toute la diversité des bio-agresseurs, des filières et des contextes de production.

Le projet DEPHY EXPE « ECOHERBMIP » a choisi de se focaliser sur les problématiques liées au contrôle des adventices. Il a été conçu et réalisé dans le contexte pédo-climatique des systèmes de grandes cultures non irrigués des sols argilo-calcaires de Midi-Pyrénées, correspondant plus précisément aux petites régions agricoles du Lauragais et des coteaux du Gers. Le système de culture dominant est la rotation blé tendre ou blé dur / Tournesol et selon les exploitations, un travail du sol basé sur du labour ponctuel d'automne avant la culture de printemps ou du non-labour. Les problématiques et les enjeux liés au désherbage se sont fortement accrus dans ces systèmes depuis une vingtaine d'années (ray-grass, lampourde, chardon, ...) (Verdier et al., 2011).

Le projet a pour objectifs (1) de concilier le maintien des performances économiques avec une réduction du recours aux herbicides, en intégrant à l'échelle de la rotation différentes solutions alternatives de lutte contre les mauvaises herbes, (Aliaga et al., 2015) et (2) de mesurer sur le moyen terme la faisabilité et les effets cumulatifs des techniques mises en œuvre vis-à-vis de la maîtrise de l'enherbement des parcelles.

1. Présentation des dispositifs

Le projet a été construit autour d'un dispositif expérimental « systèmes de culture » mis en place sur la station inter-instituts et piloté par Arvalis en partenariat avec l'Acta et Terres Inovia et de 4 "observatoires" conduits par les chambres d'agriculture de Haute Garonne, du Gers, du Tarn et du Tarn et Garonne.

1.1 Expérimentation systèmes de culture inter-instituts

Le dispositif a été conduit pendant 9 ans, entre 2010 et 2018 dont 6 ans dans le cadre du projet DEPHY EXPE, entre 2012 et 2018.

6 systèmes étudiés dont 5 sont présentés dans cet article (Tableau 1) :

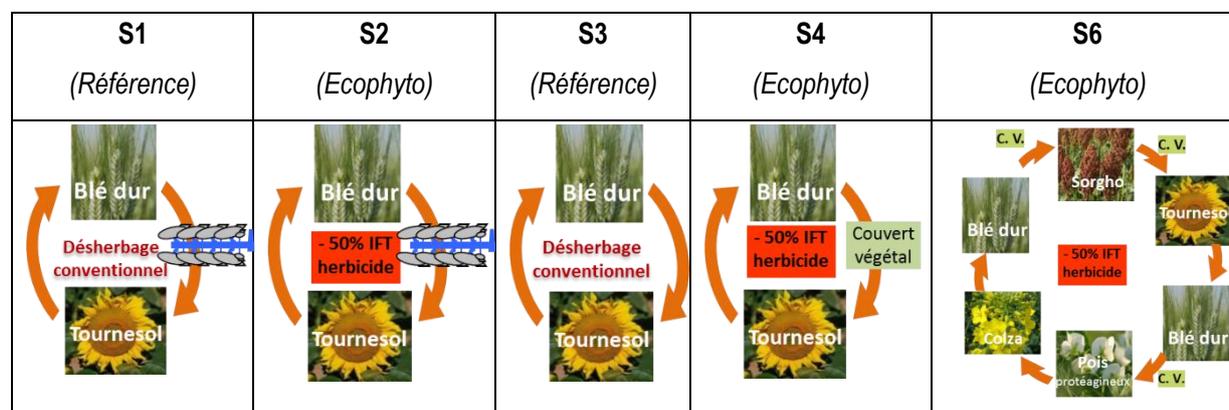
- 2 correspondent à des systèmes de référence, représentatifs de pratiques conventionnelles mises en œuvre par les agriculteurs de la région. Ils ont été conçus sur la base de la rotation « Tournesol–Blé dur », dominante dans le contexte pédo-climatique du projet : la gestion de la flore adventice

s'appuie principalement sur une utilisation raisonnée mais non restrictive des herbicides. Les 2 systèmes se différencient par la présence ou l'absence du labour dans la rotation (S1 et S3). En l'absence de labour, le travail du sol est simplifié, sans retournement.

Dans les sols argilo-calcaires, les enjeux du non-labour, au-delà des aspects réduction du temps de travail sont aussi de permettre une couverture végétale des sols avant les cultures de printemps (érosion, fertilité, ...).

- 3 systèmes visent une réduction de la dépendance aux herbicides : 2 sont construits sur les bases des systèmes de référence avec une substitution partielle des solutions de lutte chimique de désherbage par des leviers agronomiques et mécaniques (S2 et S4). Le dernier système (S6) a fait l'objet d'une démarche de reconception conforme aux principes de l'agroécologie. Sur ces systèmes, les règles de décision s'appuient sur un usage des herbicides en dernier recours en visant un semis sur sol indemne d'adventices et une préservation du potentiel des cultures par rapport à la concurrence des adventices avec un objectif de réduction d'au moins 50% de l'IFT herbicide par rapport au système de référence.

Tableau 1 : Présentation des systèmes de culture étudiés sur le dispositif systèmes de culture inter-instituts



Le dispositif expérimental est un split-plot factoriel avec 2 blocs et des sous-blocs par culture. Pour les systèmes en rotation courte, tous les termes sont présents chaque année ; en rotation longue, seuls 2 termes sur 6 sont implantés chaque année (Tableau 2).

Tableau 2 : Cultures présentes par année pour les systèmes de culture en rotation courte (S1, S2, S3, S4) et rotation longue (S6)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Rot courte	A	Blé dur	Tournesol	Blé dur	Tournesol	Blé dur	Tournesol	Blé dur	Tournesol	Blé dur
	B	Tournesol	Blé dur	Tournesol	Blé dur	Tournesol	Blé dur	Tournesol	Blé dur	Tournesol
Rot longue	A	Sorgho	Tournesol	Blé dur	Pois prot.	Colza	Blé dur	Sorgho	Tournesol	Blé dur
	B	Pois prot.	Colza	Blé dur	Sorgho	Tournesol	Blé dur	Pois prot.	Colza (1)	Blé dur

(1) Culture remplacée par du tournesol à la suite d'un problème de levée du colza

Les 2 séquences (A et B) sont des répétitions temporelles des rotations testées. Sur les périodes analysées, elles ont reçu la même succession culturale.

1.2 Observatoires pilotés

Mis en place chez des agriculteurs, ces dispositifs avec 3 modalités reprennent pour partie les principes et les objectifs de certains systèmes du dispositif expérimental inter-instituts (Tableau 3). La modalité S'1 correspond au système de référence, basée sur une rotation courte et un usage conventionnel du désherbage chimique. La modalité S'2 est construite sur les bases du système de référence avec une substitution partielle des solutions de lutte chimique de désherbage par des leviers agronomiques et mécaniques. La modalité S'3 a fait l'objet d'une re-conception du système (Tableau 3).

Tableau 3 : Présentation des rotations de 3 systèmes de culture étudiés sur les 4 observatoires pilotés

	S'1 (Référence, désherbage conventionnel)	S'2 (Ecophyto, IFT herbicide-50%)	S'3 (Ecophyto, IFT herbicide-50%)
CA31	colza-blé dur-soja-blé dur-tournesol-blé dur		colza-sorgho-soja-blé dur-pois prot-tournesol
CA32	blé tendre-tournesol		blé tendre-sorgho-tournesol-blé tendre-soja-sarrasin
CA81	tournesol-blé dur		tournesol-blé dur-maïs-blé tendre-colza-blé dur
CA82	sorgho-blé tendre-tournesol-blé tendre-tournesol-blé tendre		sorgho-tournesol-blé tendre-soja-blé tendre-colza

Sur chaque site, le dispositif expérimental est constitué de 3 bandes de 20 à 30 m de large sur 150 à 200 m de long. L'expérimentation s'est déroulée entre 2012 et 2018. Un seul terme de la rotation était présent chaque année selon l'ordre figurant au Tableau 3.

1.3 Variables mesurées

La mesure de la flore adventice et de son évolution représente une donnée majeure par rapport aux objectifs du projet. C'est une variable liée à la parcelle et aux techniques culturales mises en œuvre. Les mesures réalisées permettent de l'apprécier et de quantifier les effets des systèmes de culture et des différents leviers mis en œuvre en leur sein. Elle a fait l'objet d'un suivi rapproché avec un protocole de mesures commun à tous les dispositifs permettant une caractérisation quantitative et qualitative dans chaque culture. Le premier relevé est réalisé avant la première intervention de désherbage de postlevée, par comptages au cadre ; le second est réalisé avant récolte, selon une échelle d'évaluation visuelle (méthode « Barralis ») ; il est accompagné le plus souvent d'une note de satisfaction du désherbage – échelle 0=inefficacité – 10=très satisfaisant (Guide méthodologique de suivi de la flore adventice – RMT Florad). Ces mesures permettent une étude de l'évolution dans le temps. Des suivis des cultures sont également réalisés (physiologie, état sanitaire, mesure de rendement, ...).

1.4 Evaluation multi-critères

Les systèmes de culture étudiés ont également tous été décrits et renseignés dans le logiciel Systemre® permettant un calcul de différents indicateurs de performance et une analyse multicritère des systèmes. Les principaux indicateurs présentés dans cet article sont : le temps de travail (=temps de traction), la consommation en carburant, la marge nette hors aides découplées, l'IFT herbicide, les émissions de GES et le bilan énergétique (énergie produite – énergie consommée).

2. Résultats et discussions

Sur le dispositif systèmes de culture inter-instituts, l'évolution de certains indicateurs au cours de l'expérimentation est regardée. Pour cela, 3 périodes ont été définies comme suit :

- Début de l'expérimentation : moyenne des résultats de 2010 et 2011 pour les rotations courtes (S1, S2, S3, S4) et de 2010, 2011 et 2012 pour les rotations longues (S6) ;
- Mi-parcours de l'expérimentation : moyenne des résultats de 2014 et 2015 pour les rotations courtes (S1, S2, S3, S4) et de 2013, 2014 et 2015 pour les rotations longues (S6) ;
- Fin de l'expérimentation : moyenne des résultats de 2017 et 2018 pour les rotations courtes (S1, S2, S3, S4) et de 2016, 2017 et 2018 pour les rotations longues (S6)

2.1 Leviers agronomiques et mécaniques mis en œuvre

Le Tableau 4 liste les leviers mis en œuvre selon les cultures, les systèmes et les années. Certains leviers sont inhérents au système, tel le labour, d'autres sont liés à la culture : le décalage de la date de semis est mis en œuvre pour les céréales d'hiver, de même que l'utilisation de la herse étrille ; le binage et le désherbage localisé sur le rang (herbi-semis ou désherbinage) concernent les cultures de printemps (tournesol, sorgho).

Tableau 4 : Leviers agronomiques et mécaniques mis en œuvre sur les systèmes « Ecophyto » au cours des 6 années (2013 – 2018) sur l'expérimentation systèmes de culture (O : oui ; N : non)

	Labour	Semis décalé	Binage	Herse étrille	Désh. Localisé										Couvert végétal interculture	Rotation
					herbi-semis ou désherbinage					Trait par taches						
S1 A	T B T B T T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T	B T B T B T		
	O N O N O N	N N O O N O	O O N O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N	
S2 B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B		
	N O N O N O	O O N O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N	
S4 A	T B T B T T	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T	
	N N N N N N	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N O O N O O	N	
S4 B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B	T B T B T B		
	N N N N N N	O O N O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N N O O N O	N	
S6 A	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B	S T B C P B		
	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	O	
S6 B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B	C P B S T B		
	N N N N N N	N O N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	N N N N N N	O	

Le Tableau 5 liste les leviers mis en œuvre selon les cultures, les systèmes, les années et les sites. Les leviers les plus fréquemment mis en œuvre sur les plateformes pilotées sont le décalage de la date de semis, principalement pour les céréales d'hiver et le désherbage mécanique (binage sur cultures de printemps et herse étrille sur céréales d'hiver).

▪ **Le ray-grass**

Le ray-grass est la mauvaise herbe la plus représentée sur le dispositif ; elle peut également être considérée comme l'une des adventices aujourd'hui les plus problématiques des rotations "céréalières" du fait de sa nuisibilité, de sa capacité d'adaptation aux systèmes de culture, du développement de populations résistantes à un grand nombre d'herbicides utilisés pour la contrôler et de sa rapidité d'évolution.

Ses effectifs dans l'essai se sont accrus rapidement entre le début et la fin du projet sur certains systèmes en rotation courte. Dans ce contexte, l'élément déterminant de la trajectoire d'évolution est le facteur « travail du sol » : l'absence de labour (S3 et S4) favorise l'augmentation des populations à contrario du labour (S1 et S2) qui contribue à une stabilité des effectifs (Tableau 7).

Tableau 7 : Evolution de la densité de ray-grass avant désherbage (plantes /m²) au cours de l'expérimentation

	Début	Mi-parcours	Fin
S1	0.7	4.6	0.3
S2	1.3	7.2	0.5
S3	2.5	21.4	27.1
S4	12.2	9.4	38.5
S6	1.6	4.1	4.4

Ces trajectoires d'évolution s'avèrent peu dépendantes du niveau d'utilisation de la lutte chimique puisque nous observons des effectifs similaires entre les systèmes en désherbage conventionnel (S1 et S3) et ceux visant une réduction de l'usage de la lutte chimique (S2 et S4). L'allongement et la diversification de la rotation, mis en œuvre dans le système 6 (S6) conjointement au non-labour et à la réduction de la lutte chimique, permettent de maintenir la population de ray-grass à un faible niveau. Ce résultat peut en partie être également attribué à l'effet de rupture provoqué au sein de la rotation par l'enchaînement de 2 cultures d'été successives qui perturbent la dynamique d'évolution du ray-grass. Nous pouvons également remarquer que, même si il s'installe de manière privilégiée dans les cultures d'hiver, le ray-grass n'est pas absent des cultures de printemps, avec une présence plus ou moins forte selon les années qui peut limiter l'efficacité du levier « rotation culturale » (Tableau 8).

Tableau 8 : Densité de ray-grass avant désherbage (plantes /m²) en fonction des cultures (moyennes de 2010 à 2018)

	Tournesol	Blé dur	S6	Sorgho	Tournesol	Blé dur	Pois prot	Colza	Blé dur
S1	1.2	3.7		5.0	0.1	4.0	1.3	3.1	9.2
S2	2.6	4.4							
S3	4.4	34.3							
S4	11.7	27.9							

▪ **L'anthémis élevée**

Cette dicotylédone annuelle à levée automnale et hivernale est très présente dans les sols argilo-calcaires d'Occitanie et également très concurrentielle. Sa dynamique d'évolution mesurée dans l'essai illustre la vitesse à laquelle des augmentations de flore adventice peuvent survenir suite à un événement cultural imprévu. Dans les systèmes en rotation courte, les peuplements restent modérés malgré une certaine dérive à mi-parcours en S2 et S4 (non labour). Par contre, en S6, un échec de désherbage dans la culture de colza en 2014 entraîne, malgré un faible peuplement initial, une très forte augmentation de densité dans la culture de blé suivante. Cet événement nous a contraints à une augmentation des moyens de lutte mis en œuvre (dont lutte chimique) qui s'est traduit par une dérive forte et assez rapide des densités (Tableaux 9 et 10).

Tableau 9 : Evolution de la densité d'anthémis élevée avant désherbage (plantes /m²) au cours de l'expérimentation.

	Début	Mi-parcours	Fin
S1	1.6	4.4	0.9
S2	0.6	24.5	10.6
S3	2.4	3.1	11.5
S4	1.5	52.9	14.6
S6	0.0	338.6	52.3

Tableau 10 : Densité d'anthémis élevée avant désherbage (plantes /m²) en fonction des cultures (moyennes 2010 à 2018)

	Tournesol	Blé dur	S6	Sorgho	Tournesol	Blé dur	Pois prot	Colza	Blé dur
S1	0.1	3.3		6.5	1.6	77.5	1.3	2.4	468.6
S2	2.0	16.3							
S3	0.6	7.6							
S4	3.1	40.7							

▪ La véronique à feuille de lierre

La véronique à feuille de lierre est une espèce à levée automnale uniquement présente dans les cultures d'hiver et absente des cultures d'été (Tableau 11).

Tableau 11 : Densité de véronique avant désherbage (plantes /m²) en fonction des cultures (moyennes 2010 à 2018)

	Tournesol	Blé dur	S6	Sorgho	Tournesol	Blé dur	Pois prot	Colza	Blé dur
S1	0.7	16.8		0.2	0.7	11.1	0.4	14.9	15.6
S2	2.1	22.7							
S3	0.6	15.1							
S4	0.5	35.3							

Sa faible nuisibilité et sa faible productivité semencière en font une espèce peu gênante. Bien que plus présente à mi-parcours de l'expérimentation, aucune évolution significative de densité liée au système de culture ne peut être mise en avant (Tableau 12).

Tableau 12 : Evolution de la densité de véronique à feuille de lierre avant désherbage (plantes /m²) au cours de l'expérimentation

	Début	Mi-parcours	Fin
S1	16.1	17.6	2.4
S2	24.5	23.0	2.4
S3	4.8	18.1	3.3
S4	4.0	40.6	7.6
S6	4.8	22.6	1.3

▪ Le chénopode blanc

A l'opposé de la véronique à feuille de lierre, le chénopode blanc est présent sur les cultures de printemps et d'été. On peut également observer ponctuellement des levées de fin d'été – début d'automne en colza et également en pois d'hiver (Tableau 13). Bien contrôlé dans les systèmes économes en herbicides et peu ou pas sensible au travail du sol, il n'est pas observé d'effet significatif des systèmes sur son évolution (Tableau 14) malgré son potentiel de productivité semencière qui pourrait conduire à des augmentations rapides de densité en cas de montée à graine.

Tableau 13 : Densité moyenne de chénopode blanc avant désherbage (plantes /m²) en fonction des cultures

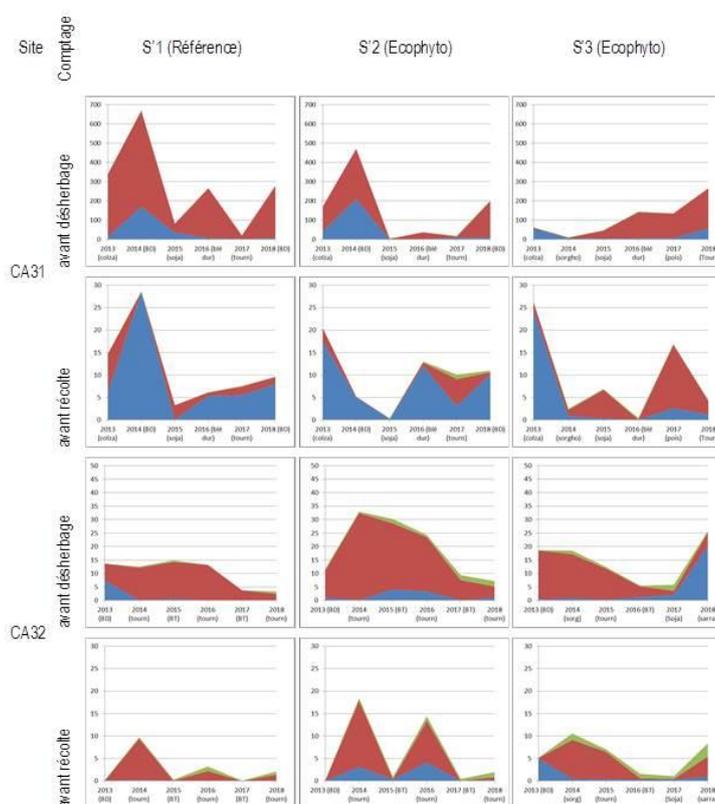
	Tournesol	Blé dur	S6	Sorgho	Tournesol	Blé dur	Pois prot	Colza	Blé dur
S1	1.1	0.1		3.5	15.1	0.4	10.0	11.5	0.3
S2	3.0	0.0							
S3	7.7	0.1							
S4	14.8	0.1							

Tableau 14 : Evolution de la densité de chénopode blanc avant désherbage (plantes /m²) entre 2010 et 2018

	Début	Mi-parcours	Fin
S1	0.2	3.4	0.0
S2	0.9	2.5	0.1
S3	2.1	7.6	0.1
S4	1.4	3.4	0.6
S6	7.7	11.5	1.2

2.2.2 Observatoires pilotés

Les systèmes 2 et 3 (S'2 et S'3) avec réduction de l'usage des herbicides ne présentent pas de dérives majeures du peuplement adventice (Figure 1). Cependant, la progression de certaines espèces "à risque" telles la folle avoine sur les sites CA32 et CA81 ou la lampourde à gros fruits sur le site CA82 confirment la nécessité de maintenir une vigilance forte pour limiter les risques d'évolution défavorable du système. Dans la majorité des situations, le système 3 (S'3), avec allongement de la rotation culturale, ne conduit pas à de meilleures performances que le système 2 (S'2) ; ce constat peut, en partie, être attribué à une moins bonne maîtrise des cultures de diversification (contrainte liée au dispositif).



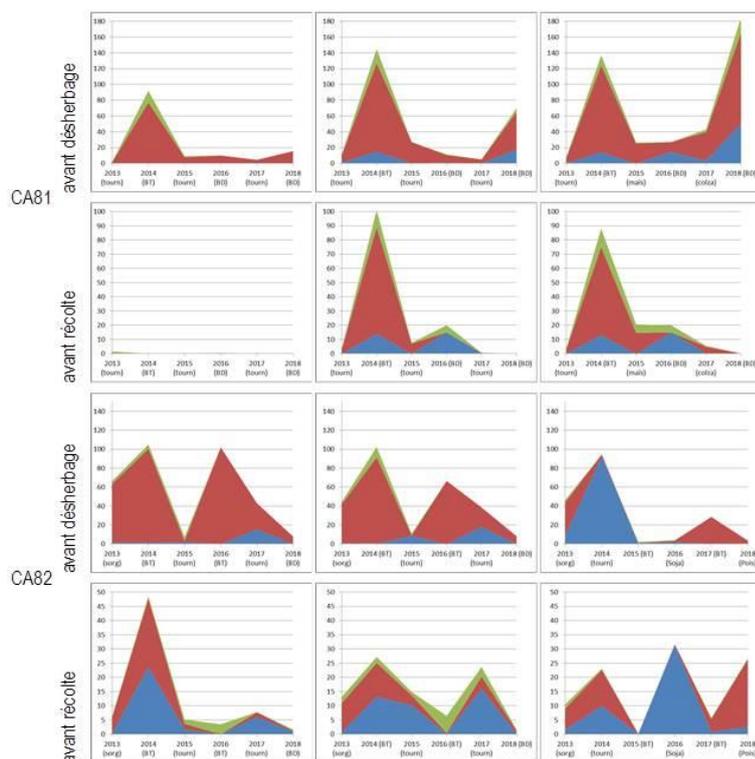


Figure 1 : nombre de plantes/m² avant désherbage et avant récolte

(■ vivaces ; ■ dicotylédones annuelles ■ graminées annuelles) – C : Comptage

2.3 Performances des systèmes de culture : analyse multi-critère

2.3.1 Expérimentation systèmes de culture

Les calculs ont été réalisés sur 6 campagnes (2013 à 2018) de manière à couvrir une rotation longue complète et de fait 3 rotations courtes. Les principaux enseignements que nous pouvons tirer sont :
 - l'objectif de réduction de 50% de l'IFT herbicide est dépassé pour les systèmes 2 et 4. Sur ce dernier, la réduction forte de l'IFT s'est faite au prix d'une dégradation progressive de la satisfaction du désherbage (Tableau 15).

Tableau 15 : Principaux indicateurs de performances calculés à l'aide de l'outil SYSTERRE®

	Temps de travail Total (h/ha)	Consommation Carburant (L/ha)	Marge nette hors aides découplées (€/ha)	IFT Herbicide	Emissions GES totales (kgéqCO ₂ /ha)	Bilan énergétique (MJ/ha)	Note de satisfaction du désherbage
S1	6.7	88.5	665	1.74	1995	91083	8.1
S2	6.9	91.9	747	0.53	1930	93861	7.2
S3	6.8	88.7	535	2.18	1981	83857	6.1
S4	7.7	96.5	544	0.83	2008	83837	5.1
S6	7.5	94.7	502	1.35	1812	88332	6.3

L'objectif de réduction de l'IFT n'est par contre pas totalement atteint (-40% en moyenne) avec le système 6. Le principal facteur explicatif est lié à l'utilisation plus importante d'herbicides en interculture due à la difficulté de gestion non chimique des couverts dans le contexte pédoclimatique de l'expérimentation (sols argileux difficiles à travailler en hiver). L'utilisation de glyphosate s'est avérée plus élevée sur le S6 que sur le S4 ou les couverts sont également présents en interculture longue un

an sur deux. Cet écart peut être attribué à une destruction plus tardive du couvert, en particuliers avant sorgho, liée à un objectif de meilleure couverture végétale du sol (enjeux érosion, ...).

Nous observons une tendance à la hausse de l'utilisation des herbicides entre le début et la fin de l'étude sur les systèmes 1 et 3 en désherbage conventionnel, révélatrice des augmentations de densités d'adventices présentées précédemment (Tableau 16).

Tableau 16 : Evolution de l'indice de fréquence de traitement (IFT) herbicide entre 2010 et 2018

	Début	Mi-parcours	Fin
S1	1.4	1.9	1.8
S2	0.7	0.7	0.3
S3	1.4	2.4	2.0
S4	0.7	0.9	0.7
S6	0.4	1.5	1.3

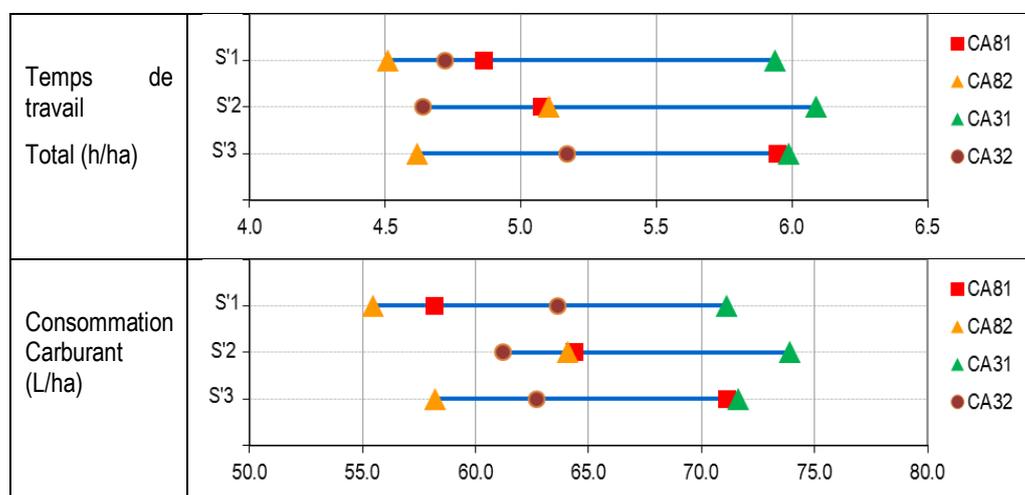
L'IFT herbicide du tournesol est plus élevé sur le système 6 que sur les systèmes 2 ou 4. Cet écart s'explique principalement par la nécessité de faire davantage appel à la lutte chimique pour détruire les couverts d'interculture en sortie d'hiver avant l'implantation de la culture. En effet, compte tenu des contraintes liées au sol très argileux, il a été souvent compliqué de gérer ces couverts uniquement par des moyens mécaniques. La situation est identique pour le couvert précédent le sorgho. De fait, la réduction de l'IFT sur le S6 a été principalement réalisée sur les cultures d'hiver (Tableau 17).

Tableau 17 : Indice de fréquence de traitement (IFT) herbicide en fonction des cultures

	Tournesol	Blé dur	S6	Sorgho	Tournesol	Blé dur	Pois prot	Colza	Blé dur
S1	1.8	1.5		1.6	1.1	0.7	1.2	0.8	0.8
S2	0.7	0.5							
S3	1.8	2.0							
S4	0.7	0.9							

2.3.2 Observatoires pilotés

Les objectifs de réduction de 50% de l'IFT herbicide sur les systèmes 2 et 3 (S'2 et S'3) des 4 observatoires pilotés ont globalement été atteints. Il en résulte une légère augmentation des indicateurs « temps de travail total » et « consommation en carburant » liée principalement aux passages supplémentaires réalisés en désherbage mécanique. Les très mauvais résultats économiques (marges nettes) mesurés sur le S3 pour 3 des 4 observatoires sont liés aux mauvais résultats obtenus sur cultures de diversification mises en place attribuables pour partie au contexte expérimental.



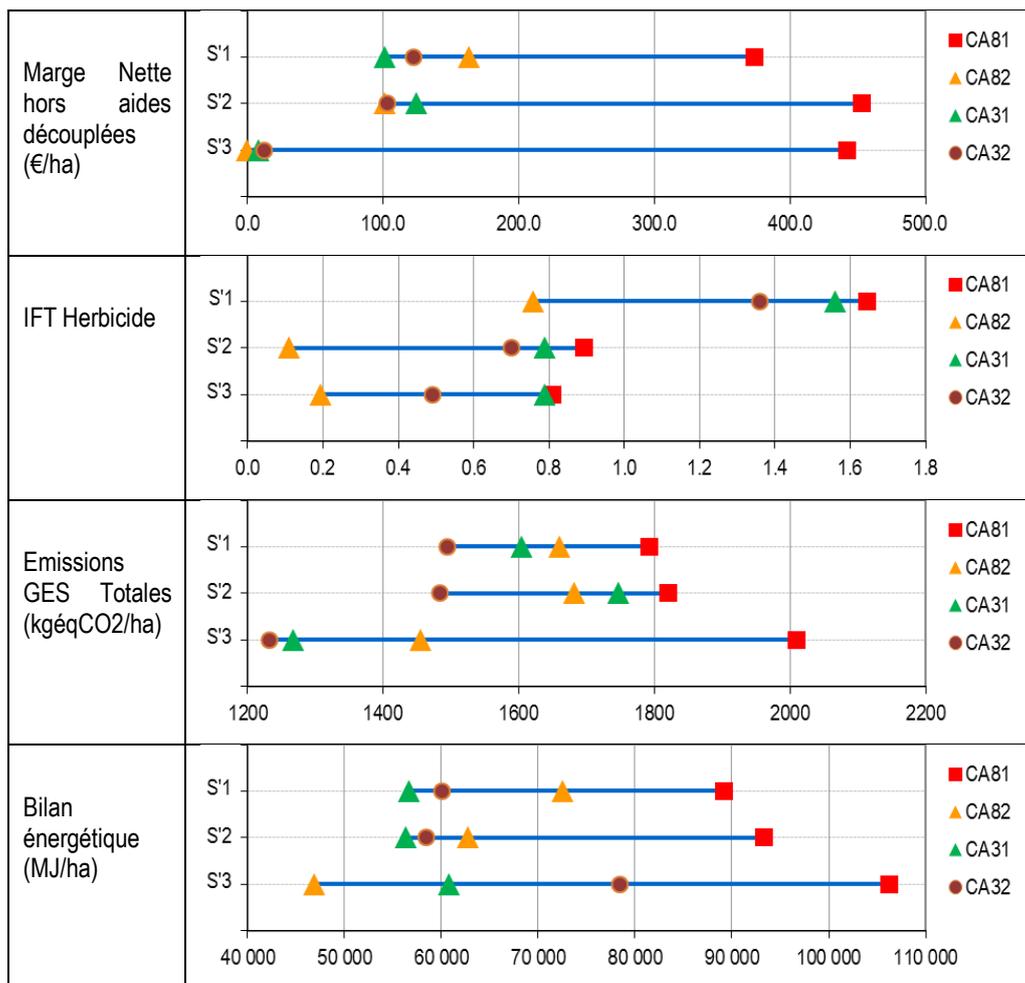


Figure 2 : Principaux indicateurs de performances calculés à l'aide de l'outil SYSTERRE® (moyenne des 6 années du projet – 2012 à 2018)

Conclusion

Le réseau ECOHERBMIP a permis de montrer que la mise en œuvre de combinaisons de leviers agronomiques et techniques dans des approches de substitution ou de reconception des systèmes permettait de préserver les performances et la durabilité de systèmes de cultures économes en herbicides. Les leviers les plus performants pour assurer une maîtrise acceptable de la flore adventice sont le labour et/ou la rotation des cultures. En système peu diversifié, le labour permet une très forte régulation d'une partie de la flore adventice (principalement les graminées) et de ce fait autorise une réduction plus ou moins importante de l'usage des herbicides tout en préservant les performances du système. De même, la diversification de la rotation contribue à une régulation des populations d'adventices, à condition que ces "nouvelles" cultures soient maîtrisées et réussies. Sur le dispositif expérimental, le système 6, ayant fait l'objet d'une reconception avec diversification de la rotation, couverture végétale des intercultures longues, simplification du travail du sol (absence de labour) et mise en œuvre de solutions de désherbage mécanique a permis une réduction de l'usage des herbicides moindre que le système 2 en rotation courte et labour. Ce constat est essentiellement lié à la nécessité fréquente d'une destruction chimique des couverts végétaux (contraintes de travail du sol argileux en sortie d'hiver).

Parmi les autres leviers mis en œuvre, le décalage de la date de semis des céréales d'hiver confirme son efficacité sur une partie de la flore adventice (principalement graminées automnales) et sa faisabilité malgré une certaine prise de risque. Les solutions de désherbage mécanique ont montré des

performances diverses : la herse étrille a été difficile à utiliser sur les céréales, avec un nombre de jours favorables pour intervenir aux périodes optimales souvent faible à nul (contraintes de ressuyage des sols argileux en hiver) ; par contre, le binage sur cultures de printemps et sur colza est beaucoup plus opérationnel et performant, malgré des contraintes de temps de travail. Complémentairement au binage, le désherbage localisé (herbi-semis ou ponctuellement désherbinage) sur la ligne de semis a présenté de très bons résultats dans les différents sites du réseau où il a pu être mis en œuvre, permettant une réduction significative de l'IFT herbicide combiné à une bonne maîtrise de l'efficacité herbicide.

Références bibliographiques

- Lieven J., Duroueix F., 2013. Herbisemis, desherbinage et binage du tournesol : résultats de 3 années d'essais. AFPP – 22e Conférence du COLUMA
- Bonin L., Lieven J., 2007. Maîtriser le désherbage dans la rotation. Conférence de Presse, 12 septembre 2007.
- Melix F., 2015. Système de culture : des alternatives pour réduire les phytos. La France Agricole, 30 octobre 2015
- Aliaga C., Baron B., Gorichon J., Quemener E., Verdier J.L., 2015. Pratiques culturales : combiner les techniques pour maîtriser les adventices. Perspectives Agricoles N°424 - juillet 2015
- Bonin L., Duroueix F., Gautellier-Vizioz L., Gouwie C., Lieven J., Métails P., Quilliot E., Rodriguez A., Royer C., Simonneau D., Vacher C., 2015. Note commune Gestion des adventices dans la rotation. ACTA, Arvalis Institut du végétal, CETIOM, ITB, Mars 2015
- Richard A., 2016. Améliorer les semis et le désherbage en terre argileuse : cas du ray-grass et du vulpin. La France Agricole, 13 mai 2016
- Métails P., Labreuche J., Dubois B., Vacher C., Bonin L., Gautellier-Vizioz, 2016. Poster « Mise en rotation d'un essai travail du sol en monoculture de blé : impact sur le ray-grass », décembre 2016 AFPP – 23e Conférence du COLUMA
- Gloria C., 2016. Sur tournesol, mixer chimique et mécanique contre les adventices. Réussir grandes Cultures, avril 2016
- Ehrhard F., 2016. Sortir de la rotation blé dur-tournesol. La France Agricole, 9 décembre 2016
- Cordeau S., Adeux G., Chamoy P., Farcy P., Munier-Jolain N., 2019. Retour sur 17 ans d'essai INRA sur la réduction des herbicides : On a les adventices qu'on mérite, mais ce n'est pas toujours mauvais signe. Revue TCS N°101 – janvier/février 2019
- Verdier J.L., Mamarot J., Chicote H., Lecomte V., 2001. Les mauvaises herbes difficiles à maîtriser dans les systèmes de grandes cultures de Midi-Pyrénées », décembre 2001 – 18^e conférence du COLUMA

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).