

**AFPP – 23e CONFERENCE DU COLUMA  
JOURNEES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES  
DIJON – 6, 7 ET 8 DECEMBRE 2016**

**COMPARAISON DU DESHERBAGE MECANIQUE, CHIMIQUE ET MIXTE SUR L'EFFICACITE, LES  
POPULATIONS DE VULPINS, LE RENDEMENT ET LA RENTABILITE DANS 2 ESSAIS PLURIANNUELS EN  
CÔTE-D'OR**

V. VACCARI <sup>(1)</sup>, M. DELATTRE <sup>(2)</sup>, A. KIHM <sup>(3)</sup>

- (1) Dijon Céréales, 4 BOULEVARD BEAUREGARD 21000 LONGVIC, FRANCE,  
[vincent.vaccari@dijon-cereales.fr](mailto:vincent.vaccari@dijon-cereales.fr)
- (2) Dijon Céréales, 4 BOULEVARD BEAUREGARD 21000 LONGVIC, FRANCE,  
[marc.delattre@dijon-cereales.fr](mailto:marc.delattre@dijon-cereales.fr)
- (3) Dijon Céréales, 4 BOULEVARD BEAUREGARD 21000 LONGVIC, FRANCE,  
[amandine.kihm@dijon-cereales.fr](mailto:amandine.kihm@dijon-cereales.fr)

## **RÉSUMÉ**

Des essais pluriannuels en parcelles (20 par 50 m) ont été mis en place dans le cadre du réseau ARTEMIS sur Fromenteau (21) depuis 2012. Une des thématiques est de comparer sur des rotations Colza/Blé/Orge, les effets du désherbage mécanique, chimique et mixte sur les populations de graminées, notamment le vulpin des champs. Après plusieurs années, on constate que le désherbage mécanique est la stratégie qui permet de contrôler le moins les populations de vulpin (50% contre 80% pour le désherbage chimique). En revanche le désherbage mixte maîtrise autant le vulpin que le désherbage chimique. Les rendements, la rentabilité ainsi que les émissions de gaz à effet de serre seront également évoqués grâce aux mesures terrain et simulations sur logiciel.

Mots-clés : herbicide, vulpin, expérimentation, désherbage mécanique.

## **ABSTRACT**

Pluriannual field trials (plot size: 20 x 50 m) have been set up as a part of the ARTEMIS network in Fromenteau since 2012. One of the objectives is to compare of mechanical, chemical and a combination of both methods to control grass weeds, especially black grass. After four years of experiment we demonstrated that mechanical weeding is the strategy with the lowest control of black grass. Combining chemical with mechanical weeding showed to control blackgrass as well as herbicide only. Yields, profitability and greenhouse gas emissions of these treatments were also assessed.

Keywords: herbicide, black grass, experimentation, mechanical weeding.

## INTRODUCTION

L'étude retranscrite dans cet article porte sur la gestion des vulpins, principale graminée adventice dans les systèmes en rotations courte Colza/Blé/Orge. Il a été prouvé que 26 pieds de vulpins au m<sup>2</sup> étaient suffisants pour faire chuter le rendement en céréales de 5% (Arvalis, 2015). Il est donc important, pour un agriculteur, de gérer cette espèce tout au long d'une campagne et d'une rotation. Aujourd'hui, la méthode de désherbage largement utilisée dans la région est le chimique. Cependant, les agriculteurs sont de plus en plus contraints de limiter leurs empreintes environnementales, pour des problématiques de captage d'eau par exemple. Ainsi, à travers une expérimentation pluriannuelle, les modes de désherbage mécanique (exempt d'IFT), mixte (à la fois chimique et mécanique) et chimique ont été testés. L'expérimentation mis en place fait partie du réseau ARTEMIS.

ARTEMIS (Animation du Réseau de Travail sur l'Environnement, le Matériel, les Intrants et le Sol) est une société réunissant la quasi-totalité des coopératives de Bourgogne Franche-Comté, ainsi que des partenaires du monde agricole (les Chambres Régionales d'Agriculture, les unions nationale INVIVO et SOFIPROTEOL ainsi que l'Université de Bourgogne avec sa filiale Welience). L'un des objectifs de cette structure, est la mise en place d'essais pluriannuels orientés sur la thématique du sol.

En tout, une dizaine de plateformes ont été mises en place à partir d'automne 2011 sur la région Bourgogne France Comté. Parmi les lieux d'essais, le site de Fromenteau est représentatif des argilo-calcaires superficiels de Côte d'Or. Sur ce site, plusieurs thèmes sont abordés à savoir les rotations, le travail du sol, la gestion de la fertilité et des cailloux, le semis direct sous couvert permanent, ainsi que la gestion des adventices sur 2 essais.

## **MATERIEL ET METHODE**

Ces deux essais comportent 8 et 12 systèmes de cultures, mais 3 sont communs et servent de support à cette communication :

- Désherbage chimique avec alternance des modes d'action herbicide
- Désherbage mécanique sans utilisation d'herbicides chimiques
- Désherbage mixte, c'est-à-dire désherbage mécanique avec complément possible d'herbicides si nécessaire

Les premières récoltes de ces essais ont eu lieu en 2013. Ces essais étant travaillés en pluriannuels, une succession de cultures est effectuée. La rotation culturale est celle réalisée classiquement sur le secteur, à savoir Colza d'Hiver / Blé tendre d'Hiver / Orge d'Hiver.

Le but de ces expérimentations est de trouver une alternative au désherbage chimique largement pratiqué chez les agriculteurs. L'utilisation du désherbage mécanique peut être une piste, tout comme le désherbage mixte (entre la mécanique et le chimique). Afin de démontrer l'intérêt ou non d'une méthode par rapport à une autre, l'analyse est appréhendée de manière pluriannuelle, même si la culture et le climat ont forcément un rôle à jouer.

Les résultats étudiés au bout de trois ou quatre années d'expérimentation sont d'ordre technique (notation d'efficacité et rendements), économiques (marge semi-nette) et environnementaux (Gaz à Effet de Serre et Indice de Fréquence de Traitement).

### **LE MODE D'EXPERIMENTATION**

Du fait des objectifs généraux d'ARTEMIS (effet sol, création d'un effet milieu) incompatibles avec les dispositifs classiques à 4 répétitions et de surface parcellaire de 30 m<sup>2</sup>, l'ensemble des dispositifs d'ARTEMIS a été envisagé avec des dispositifs similaires :

- parcelles moyennes 12 m x 50 m minimum ;
- applications avec du matériel agriculteur de 15 m de large utilisé sous la forme de ½ rampes pour ne pas passer dans les parcelles ;
- deux répétitions ;
- la largeur des parcelles nous permet, à la récolte, de faire 5 coupes longitudinales de 1,35 m et donc de créer artificiellement 10 « fausses répétitions ».

### **NOTATION**

Chaque année, des notations d'efficacité visuelles de désherbage par rapport à un témoin sont effectuées par le technicien d'expérimentation en charge de l'essai.

Après chaque intervention de désherbage (mécanique ou chimique), des notes d'efficacité sur 100 sont données sur les différents systèmes de culture.

A chaque fin de campagne, l'ensemble des systèmes de culture est récolté avec une moissonneuse batteuse d'expérimentation. Afin de les comparer entre eux, les pourcentages de différences à la moyenne établie sur une année et un site d'essai sont présentés

## EVALUATION ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

Concernant les aspects économiques et environnementaux des systèmes de cultures, l'ensemble des interventions au champ sont saisies dans Systemre®, un logiciel développé par Arvalis-Institut-Du-Végétal. Des indicateurs de performances sont alors obtenus permettant de comparer les systèmes entre eux. Les indicateurs utilisés dans cette étude sont la marge semi-nette qui correspond à la marge brute moins les charges de mécanisation, les émissions de GES, et les IFT.

### LE PROTOCOLE SIMPLIFIE

Sur deux sites d'essais, le même protocole a été mis en place. Le site de la Combe Poissenet est caractérisé par des terres argilo calcaire moyennement profondes, et le site de Chaillot par des terres argilo calcaire superficielles.

Dans cette étude, les récoltes 2013 (seulement pour le site de la Combe Poissenet), 2014, 2015 et 2016 sont prises en compte (figure 1).

Figure 1 : Protocole d'expérimentation sur deux essais  
Experimental protocol on both sites

		<i>Site 1 : Combe Poissenet</i>			<i>Site 2 : Chaillot</i>			
		*SC1	*SC2	*SC3	*SC1	*SC2	*SC3	
CONDUITES		Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Désherbage mixte	Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Désherbage mixte	
UTILISATION HERBICIDES		OUI	NON	SI NECESSAIRE	OUI	NON	SI NECESSAIRE	
DESHERBAGE MECANIQUE		NON	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	
FAUX SEMIS		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
PERIODE DE SEMIS		SEMIS TARDIF	SEMIS TARDIF	SEMIS TARDIF	SEMIS TARDIF	SEMIS TARDIF	SEMIS TARDIF	
ROTATION		2013	Blé Tendre d'Hiver			/		
		2014	Orge d'Hiver			Blé Tendre d'Hiver		
		2015	Colza d'Hiver			Orge d'Hiver		
		2016	Blé Tendre d'Hiver			Colza d'Hiver		

\*SC : *Système de Culture*

Ce protocole n'est pas présenté de manière détaillé, afin de respecter notre principe d'étude pluriannuelle des différents modes de désherbage. A titre d'exemple, le détail des interventions herbicide chimique et mécanique du blé en récolte 2016 à la Combe Poissenet est présenté en Annexe.

### ANALYSE DES RESULTATS

Dans cette publication, les résultats des deux expérimentations seront appréhendés de manière pluriannuelle, en moyennant les données sur 3 ou 4 années d'expérimentation pour les notations d'efficacité et les résultats économiques.

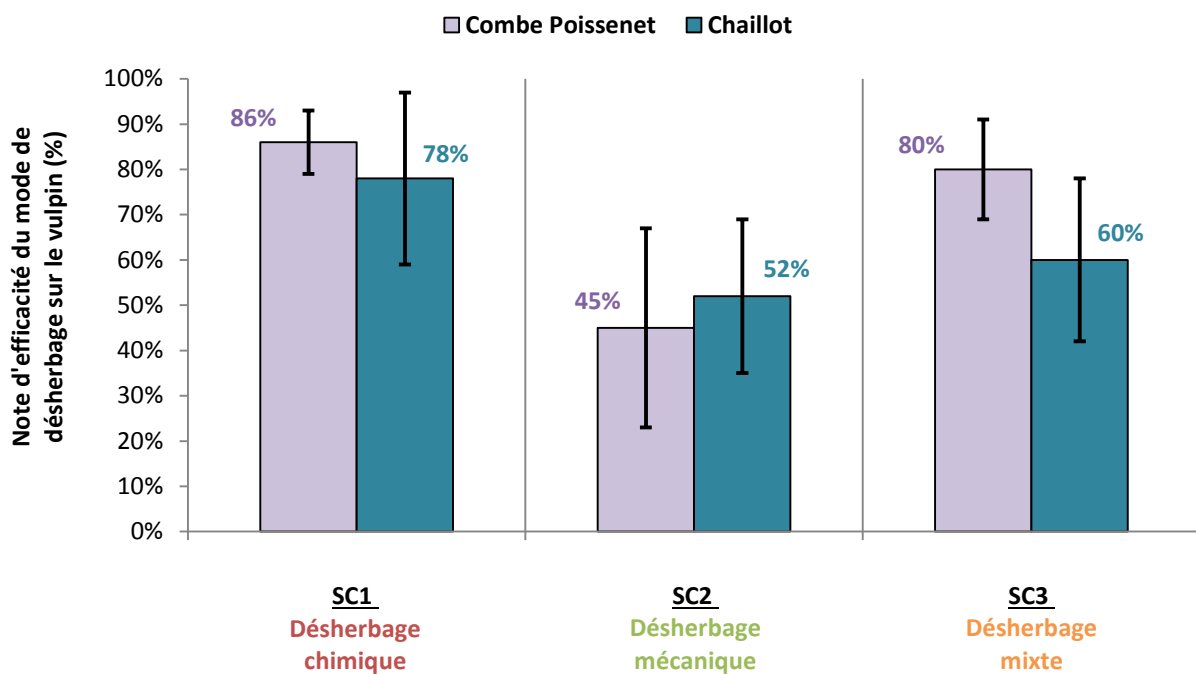
## RESULTATS

### Efficacité des modes de désherbage sur vulpins

En moyenne sur les deux essais, le désherbage chimique paraît être la méthode la plus efficace contre les vulpins avec des notes de 86% et 78% respectivement pour les 2 essais. Le désherbage mixte qui est à la fois chimique et mécanique permet de gérer ces populations d'adventices presque aussi bien que le désherbage chimique. En revanche, le désherbage mécanique montre des efficacités moyennes aux alentours de 50%.

Figure 2 : Notes d'efficacité moyenne en fonction des témoins des interventions de désherbage sur vulpins sur les années d'expérimentation, dans les 3 systèmes de cultures étudiés (sites « Combe Poissenet » et « Chaillot »)

Average efficiency mark of weeding operations on the years of experimentation, for black grass in 3 cropping systems (site "Combe Poissenet" and "Chaillot")



n = 12 pour la Combe Poissenet  
n = 14 pour Chaillot

### Evolution des rendements

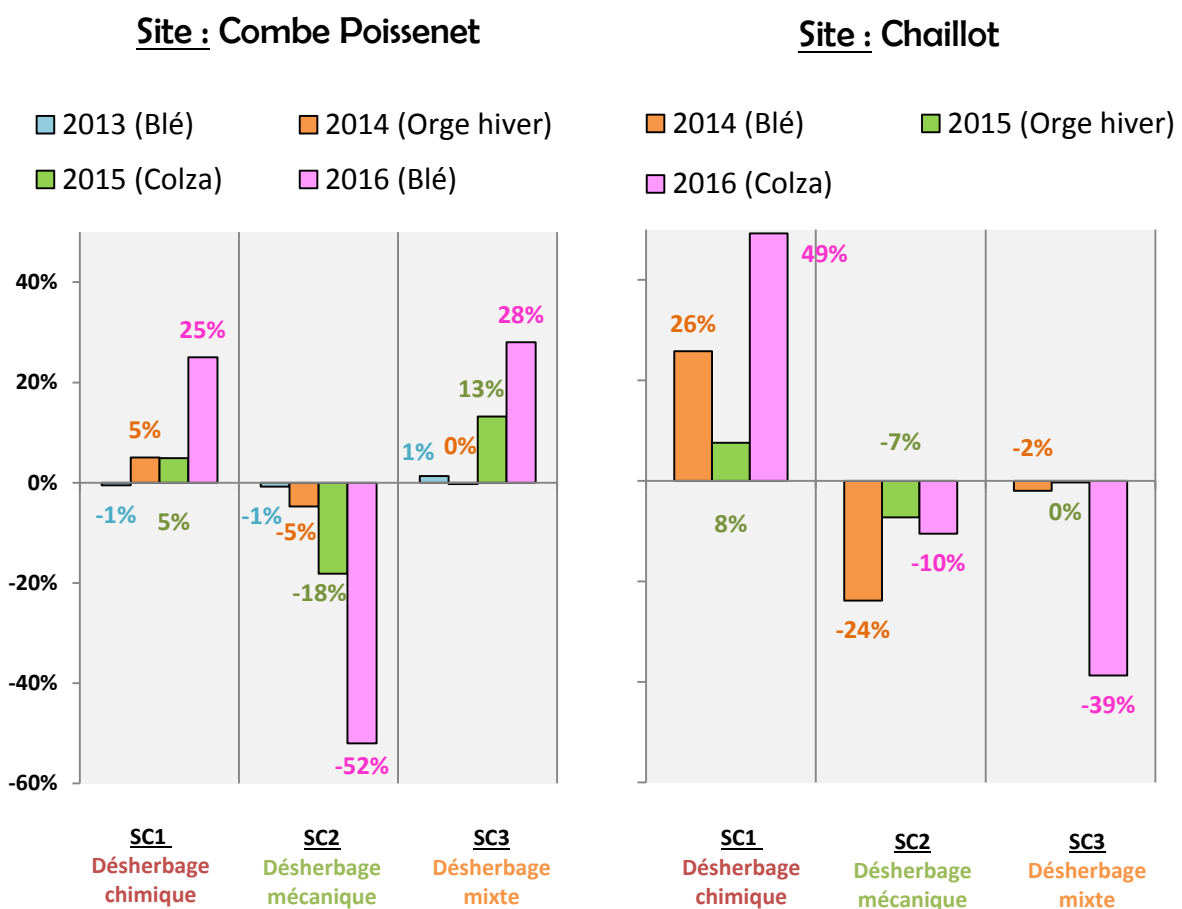
Sur les trois ou quatre années d'expérimentation en fonction des essais, les rendements sont un élément de comparaison des trois modes de désherbage chimique, mécanique et mixte.

Les résultats sont structurés par mode de désherbage, par année et par site d'essai. Globalement, le système en désherbage chimique dans les deux essais est très satisfaisant, avec des rendements supérieurs à la moyenne des autres systèmes.

Concernant le désherbage mécanique, les rendements sont nettement inférieurs aux autres systèmes, avec en moyenne 14% à 19% (en fonction du site d'essai) de rendement en moins que la moyenne des trois modes de désherbage. Par exemple sur le site de la Combe Poissenet, lors de la récolte de 2016, le rendement du blé était de 29 q/ha en désherbage mécanique contre 75 q/ha en désherbage chimique et 77 q/ha en désherbage mixte.

Figure 3 : Pourcentage de différence de rendement des 3 systèmes de culture par rapport à la moyenne des rendements des 3 systèmes

Yield percentage difference between 3 crop systems compared to the average of the 3 systems yields



Les conclusions sur le mode de désherbage mixte (chimique et mécanique) sont différentes d'un essai à l'autre. A la Combe Poissenet, il semble que ce dernier conduit à une augmentation des rendements d'une année à l'autre, avec -2% par rapport à la moyenne en 2013 (blé tendre d'hiver) évoluant jusque 46% par rapport à la moyenne en 2016 (blé tendre d'hiver). En revanche sur le site de Chaillot, il semble que la culture de colza en 2016 soit pénalisée par le désherbage mixte, comparé aux céréales (2014 et 2015).

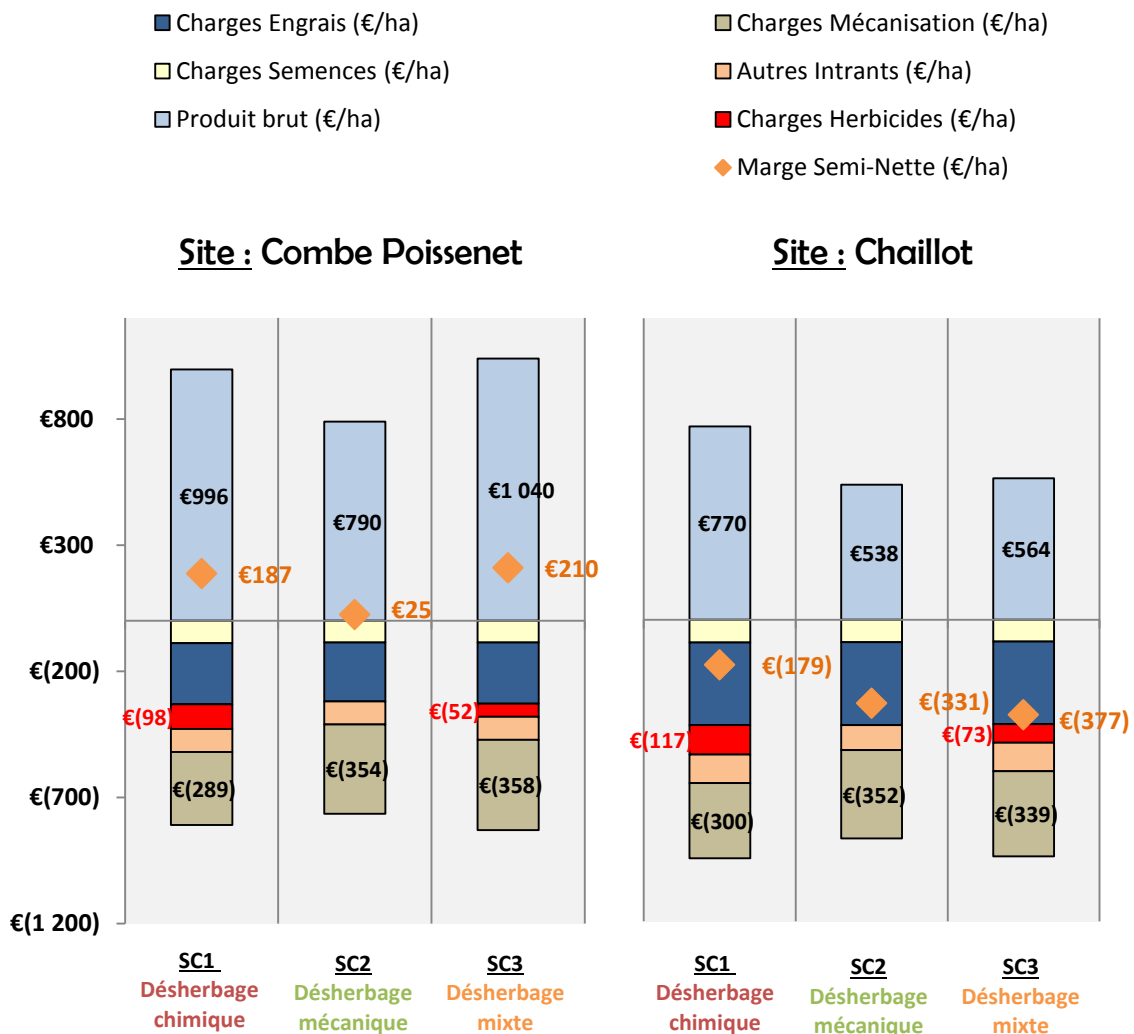
## Les résultats économiques

Cette figure présente le détail des produits bruts ainsi que des charges (opérationnelles et mécaniques), pouvant expliquer les marges semi-nettes.

Les données présentées sont des moyennes sur plusieurs années, avec donc plusieurs cultures différentes chaque année. Ainsi, les données de la Combe Poissenet correspondent à une moyenne sur 4 ans depuis la récolte 2013 jusque la récolte 2016. Le site de Chaillot en revanche coïncide avec 3 années d'expérimentation, depuis la récolte 2014 jusque la récolte 2016.

Figure 4 : Moyenne des produits bruts, marges semi nette et charges des différents systèmes de culture sur les 2 sites d'expérimentation

Average of gross production, semi-net margin and charges of cropping systems on the two places of experimentation



Sur ces deux sites d'expérimentation, les tendances ne sont pas forcément les mêmes. En effet, le site de la Combe Poissenet donne, au bout de quatre années, l'avantage au mode de désherbage mixte avec une marge moyenne de 210 €. Le mode de désherbage chimique est un peu moins intéressant avec une marge semi-nette de 187 € soit 23 € de différence. Le désherbage mécanique apparaît comme décevant

sur ce site, avec 25 € de marge. Les différences de résultat économique sont expliquées par les produits bruts, c'est-à-dire les rendements générés pendant les récoltes. Ils sont en moyenne plus intéressants dans le système désherbage mixte. Concernant les charges et plus particulièrement celles en herbicides et de mécanisation, leur répartition en fonction du mode de désherbage est différente. Les herbicides sont davantage utilisés dans le système « désherbage chimique », mais le système « désherbage mixte » est aussi consommateur d'herbicides et aussi de force mécanique.

Concernant le site de Chaillot, l'avantage est donné au système en désherbage chimique malgré que la marge semi-nette soit négative (-179 €). Le désherbage mécanique prend la 2<sup>ème</sup> position devant le désherbage mixte, avec une différence de 46 € en termes de marges.

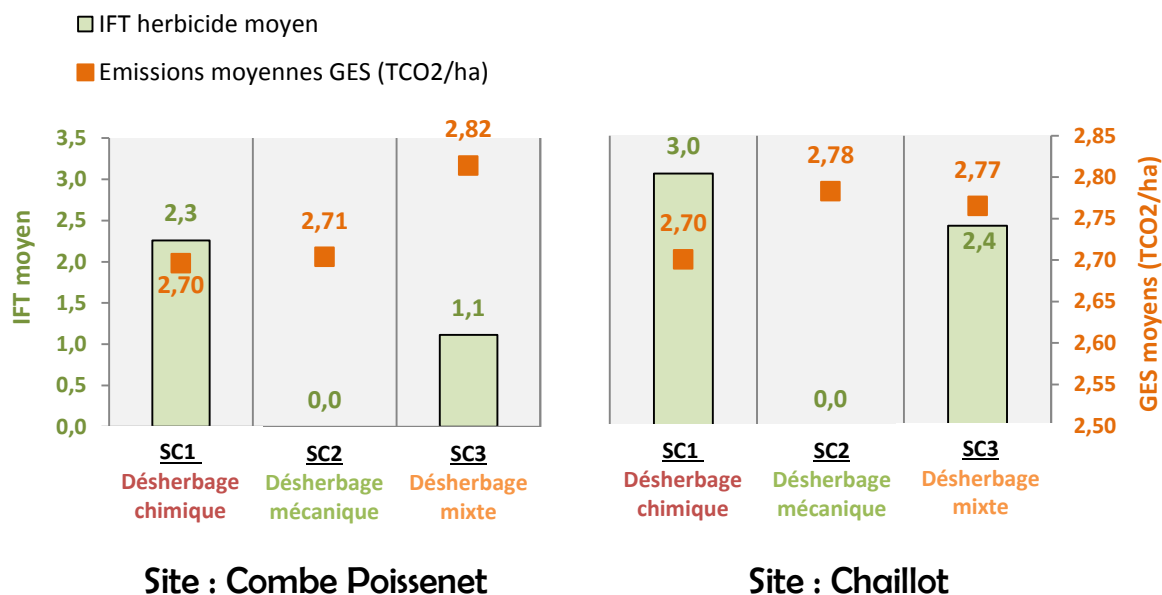
### Les résultats environnementaux

Pour les deux essais, les systèmes de culture en désherbage chimique sont logiquement plus consommateurs d'herbicides que les deux autres modes de désherbage. L'IFT du désherbage mixte est inférieur au désherbage chimique, de 50% pour la Combe Poissenet et 20% pour Chaillot.

Concernant les émissions de GES, il est à noter que les différences entre les systèmes de culture sont faibles. L'explication est que le poste « consommation de carburant par le travail du sol » joue peu sur le bilan des émissions de GES, soit de l'ordre de 3 à 7%. L'essentiel des émissions de GES dans ces systèmes de culture provient de la fertilisation.

Figure 5 : Moyennes des IFT (Indice de Fréquence de Traitement) et émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) des différents systèmes de culture sur les 2 sites d'expérimentation

Average of treatment frequency index and greenhouse gas emissions of cropping systems on the two places of experimentation



## DISCUSSION

Les notations successives d'efficacité des différentes interventions de désherbage ont été présentées. Dans les deux essais le constat est le même, à savoir que le désherbage chimique est la méthode la plus efficace à environ 80% d'efficacité. Le désherbage mixte paraît être une méthode alternative au tout chimique, avec une efficacité qui va de 80% à 60% en fonction de l'essai. En revanche, le mode de désherbage tout mécanique est jugé non acceptable, avec une efficacité moyenne de 50%. Des expérimentations similaires dans les Vosges montrent les mêmes tendances, avec des notes d'efficacité très acceptables en chimique et mixte, et inacceptable en tout mécanique (CA88, 2012).

De par le différentiel d'efficience des différents modes de désherbage, les rendements sont logiquement impactés. Cependant, les deux essais ne répondent pas tout à fait pareil.

Sur le site de la Combe Poissenet, le mode de désherbage mixte offre une belle marge de progression avec le temps. Au fil des années, les rendements sont globalement de plus en plus intéressants comparés au désherbage chimique. A la récolte 2016 par exemple, la modalité en désherbage mixte génère 1,9 q/ha de plus de blé que la modalité en désherbage chimique. L'IFT est aussi diminué de plus de 50%. Au terme de quatre années d'expérimentation, ce mode de désherbage sur ce site d'essai apparaît plus rentable que le désherbage chimique.

Le mode de désherbage tout mécanique suit quant à lui la tendance inverse, avec des rendements de moins en moins importants avec le temps. En récolte 2016, le rendement est de 28,7 q/ha pendant que le tout chimique est à 74,9 q/ha en blé.

Cependant, tous ces résultats doivent être nuancés avec l'effet « année » couplant aussi bien le climat que les cultures.

A propos du site de Chaillot, les résultats sont plus chaotiques. Le désherbage chimique est la modalité la plus intéressante sur trois années d'expérimentation. Entre les deux autres modes de désherbage, il est plus difficile d'émettre une tendance. Pendant les deux premières années d'expérimentation, le mode de désherbage mixte est plus intéressant que le tout mécanique, tant en termes de rendement et logiquement de marge. En revanche ce dernier décroche en 2016, avec des rendements divisés par 1,5 par rapport à la modalité tout mécanique (7,6 q/ha contre 11,1 q/ha). *In fine*, ce constat fait la différence sur la moyenne des trois années d'expérimentation, avec des marges plus intéressantes (malgré qu'elles soient négatives) en désherbage mécanique.

## CONCLUSION

Au terme de ces expérimentations, le mode de désherbage mixte apparaît comme étant une alternative dans les systèmes de culture en rotation courte Colza/Blé/Orge. L'expérimentation menée à la Combe Poissenet va dans ce sens. Les conclusions tirées sur le site de Chaillot sont plus mitigées, avec une campagne 2016 qui ne confirme pas les tendances des années précédentes. Concernant le mode de désherbage mécanique, la non dépense d'herbicides ne permet pas de compenser la différence de rendement.

Parallèlement à la notion de rentabilité du désherbage mixte, la pression phytosanitaire traduite par l'IFT est moins importante de 20 à 52% par rapport au mode de désherbage chimique. Ainsi, cette gestion

des adventices peut paraître très intéressante pour les zones à hauts enjeux environnementaux comme les zones de captage d'eau par exemple.

Tous ces résultats doivent être nuancés avec l'effet « année » qui peut impacter plus ou moins les résultats. Il est donc nécessaire de poursuivre cette expérimentation afin d'accumuler le plus de données possibles.

## BIBLIOGRAPHIE

Chambre d'Agriculture des Vosges, « Le désherbage mécanique : une alternative intéressante au « tout chimique », 2012 consulté sur [http://cda-vosges.fr/fichiers/Fiche\\_Captage\\_30.pdf](http://cda-vosges.fr/fichiers/Fiche_Captage_30.pdf)

Arvalis-Institut du Végétal, « Quelle est la nuisibilité des mauvaises herbes en céréales à paille ? », 2015 consulté sur <http://www.arvalis-infos.fr/quelle-est-la-nuisibilite-des-mauvaises-herbes-en-cereales-a-paille--@/view-17542-arvarticle.html>

## ANNEXE

Annexe 1 : Détail des interventions de désherbage à la Combe Poissenet pour le blé récolte 2016  
Details of weed control interventions at Combe Poissenet for wheat in 2016

	Dates	Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Désherbage mixte
2015-2016 Blé tendre d'hiver	21/10/2015	Glyphosate 480 g/L (1 L/ha)		Glyphosate 480 g/L (1 L/ha)
	23/10/2015			Flufenacet 60 g/L _Pendimethalin 300 g/L (2 L/ha) + Diflufenican 500 g/L (0,15 L/ha)
	06/11/2015	Flufenacet 400 g/L _Diflufenican 200 g/L (0,5 L/ha) + Isoproturon 500 g/L (2 L/ha)		
	21/03/2016		Binage puis herse étrille	Binage puis herse étrille
	24/03/2016	Metsulfuron 68 g/kg _Thifensulfuron 682 g/kg (0,04 kg/ha)		

Equivalent IFT	2,77	0	1,84
----------------	------	---	------