

**AFPP – CINQUIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES DE PROTECTION DES PLANTES  
LILLE – 11 AU 13 MARS 2015**

**GESTION DES ADVENTICES PAR LA COMBINAISON DES LEVIERS AGRONOMIQUES : SYNTHÈSE DE  
L'ESSAI LONGUE DURÉE (2006-2014) D'ÉPIEDS (27)**

L. BONIN\*, C. VACHER\*, C. ALIAGA\*\* et B. BARON\*\*

\* ARVALIS-Institut du végétal - Station Expérimentale de Boigneville - 91720 BOIGNEVILLE – France

\*\* ARVALIS-Institut du végétal – Station d'Écardenville – 2 chemin du Moulin – 27170 ECARDENVILLE LA  
CAMPAGNE  
l.bonin@arvalisinstitutduvegetal.fr

**RÉSUMÉ**

La gestion des adventices en grandes cultures pose de plus en plus de difficultés, notamment avec l'apparition de populations résistantes aux herbicides et la suppression/limitation des solutions herbicides. Le recours aux leviers agronomiques usuels est donc indispensable afin de limiter les infestations en cultures. ARVALIS-Institut du Végétal a donc étudié, durant 9 campagnes, l'évolution de la flore, sur un essai à Epieds, sous diverses conduites, intégrant notamment l'allongement de la rotation, le labour, et le retard de la date de semis. Il s'avère que, sur une flore majoritairement composée de graminées (vulpin et ray grass), le labour est intrinsèquement le levier le plus efficace. Pour autant, c'est la combinaison de ce levier avec le retard de la date de semis, ou bien l'allongement de la rotation, qui permet d'obtenir la meilleure efficacité en termes de gestion globale de la flore adventice.

Mots-clés : vulpin, ray-grass, labour, rotation, date de semis.

**ABSTRACT**

**WEED MANAGEMENT BY THE COMBINATION OF CROP PRACTICES: SYNTHESIS OF A LONG-TERM TRIAL (2006-2014) IN EPIEDS (27).**

Weed management now threatens cropping system sustainability, particularly with the emergence of herbicide resistant populations and lack of herbicide solutions. The use of efficient agronomic practices is essential to limit infestations in crops. ARVALIS has studied during 9 campaigns, changes in flora, on a long term trial in Epieds. This trial included the extension of the crop rotation, tillage (ploughing), and delayed drilling of wheat. It turns out that, on grasses (black grass and ryegrass), ploughing is the most effective. However, it is the combination of practices with delayed drilling, or adopting diverse crop rotation, which provides the highest efficiency in overall management of weeds.

Keywords: Blackgrass, ryegrass, ploughing, crop rotation, delayed drilling.

## INTRODUCTION

La gestion des adventices en grandes cultures devient un problème récurrent pour de nombreux céréaliers. Les systèmes de culture en place, l'absence de nouveaux modes d'action et la progression des populations résistantes peuvent, en partie, en être à l'origine (Jouy et Guilbert, 2001 ; Gasquez *et al.*, 2013 ; Délye *et al.*, 2014). Ce constat de gestion difficile des parcelles s'inscrit également dans un contexte réglementaire évolutif, au niveau européen (directive 2009/128 sur la gestion durable des pesticides) et français (plan Ecophyto) avec un objectif de meilleure utilisation des produits phytosanitaires pour en réduire les impacts.

Dans ce contexte, les leviers agronomiques pour réduire la pression des mauvaises herbes et faciliter la lutte en culture deviennent indispensables. L'effet de chacun de ces leviers (rotation, labour, faux semis...) pris isolément est relativement bien documenté (Vuilloud *et al.*, 2006 ; Bonin et Citron, 2011 ; Lutman *et al.*, 2013). Ainsi, pris de manière individuelle, le labour permet de gérer efficacement un problème de graminées (Vuilloud *et al.*, 2006). Il s'agit d'un levier particulièrement intéressant sur vulpin (*Alopecurus myosuroides*), bromes (*Bromus* sp) et ray-gras (*Lolium* sp), les graines de ces adventices étant peu viables après un enfouissement en profondeur (Vacher et Bonin, communication personnelle). Le déchaumage, autre levier efficace contre les adventices, favorise leurs germinations ou les détruit lorsqu'il y a eu des levées en inter-culture (Jouy et Mailliet-Mezeray, 2004). Dans certains systèmes, en particulier avec absence de labour, il s'agit même d'une opération primordiale pour gérer les adventices. Par ailleurs, la réussite d'une opération de déchaumage, ou faux-semis, dépendra de la qualité de celui-ci, en particulier la profondeur de travail et de l'émiettement de la terre (Bonin et Labreuche, 2007). Suivant les adventices visées, annuelles ou vivaces, le déchaumage aura une action positive ou négative. Enfin, la réussite du déchaumage, en termes de levée d'adventices, dépendra de divers critères intrinsèques liés à l'adventice elle-même tels que la dormance, la profondeur de germination et bien entendu l'époque de germination (Rodriguez et Mamarot, 2011). Il est toutefois admis que l'opération de déchaumage, réalisée durant l'été (juillet-août et septembre) a une action sur les graminées automnales de type ray-gras, bromes et éventuellement sur vulpin (Bonin, 2007 ; Jouy et Mailliet-Mezeray, 2004). Son action s'envisage essentiellement comme un « déstockage » de la banque de semences du sol, limitant ainsi potentiellement les levées en culture suivante.

Le décalage de la date de semis est également un levier agronomique efficace, et généralement mis en œuvre conjointement au déchaumage ou faux-semis. Le principe est de décaler l'implantation de la culture par rapport aux premières cohortes de levées d'adventices. Cette technique présente un intérêt sur les adventices germant couramment aux périodes d'implantation des cultures. C'est le cas du vulpin, du ray-gras ou encore du brome pour les céréales d'hiver (Lutman *et al.*, 2013).

L'effet de la rotation est plus difficile à quantifier intrinsèquement car les nouvelles cultures implantées, vont modifier les possibilités d'utilisation d'herbicides mais également les modes d'implantation. Cet effet se mesure dans sa globalité tant par l'apport des possibilités de lutte en culture que par la diversité des dates d'implantation offertes par la diversité des cultures (Toque *et al.*, 2013). La rotation est efficace sur la plupart des flores, à l'exception des adventices germant indifféremment toute l'année.

Cependant, il manque des références sur les combinaisons de ces différents leviers, à court et moyen terme, sur la gestion des adventices. ARVALIS-Institut du végétal a donc mis en place et suivi un essai, pendant 9 campagnes (2006-2014), sur la gestion agronomique des adventices, comparant différents itinéraires culturaux. L'objectif de cette expérimentation est de quantifier l'effet des différents leviers agronomiques (travail du sol, rotation, déchaumage, retard de la date de semis) sur l'évolution de la flore adventice.

## MATERIEL ET MÉTHODE

L'essai est mis en place sur le site d'Epieds (48°55'17.7"N ; 1°23'42.9"E), dans l'Eure (27). Le sol est de type limon caillouteux superficiel sur argile à silex. Le taux de matière organique est de 1,7% et le pH de 7.

L'essai commence à partir de la campagne 2005-2006, jusqu'en 2014. Pour autant, le site était déjà utilisé pour un autre essai, démarré en 1995. Celui-ci comparait 2 situations de travail du sol : labour tous les ans et non labour. Cette différenciation de travail du sol a été conservée pour cet essai désherbage. La rotation effectuée de 2000 à 2005 sur toutes les modalités était la suivante : Pois-Blé-Blé avec déchaumage à l'inter-culture et une date de semis de blé entre le 10 et le 15 octobre, tout en conservant une partie en labour et l'autre en non labour. En 2005-2006, toutes modalités de l'essai ont été semées en colza afin d'homogénéiser les parcelles d'essai.

L'objectif de cette expérimentation est de quantifier l'impact de la combinaison de différents leviers agronomiques sur la dynamique des adventices. Pour cela, nous avons gardé la différenciation de l'essai initial, en labour et non labour. 2 rotations de références, couramment pratiquées par les agriculteurs de cette région, sont mises en place. Il s'agit d'une monoculture de blé et d'une succession Colza-Blé-Blé. Cette dernière succession est conduite sans déchaumage à l'inter-culture, aussi bien en labour, que non labour. A l'inverse, la monoculture de blé est conduite avec au moins 2 déchaumages en inter-culture, et avec une date d'implantation plus tardive du blé (généralement fin octobre) quel que soit le travail du sol à l'implantation (labour ou non labour).

Par ailleurs, 2 autres conduites sont mises en œuvre, basées sur un allongement de la rotation, avec une succession Colza-Blé-Pois ou Féverole- Blé. Ces 2 conduites, aussi bien en labour qu'en non labour, comprennent du déchaumage en inter-culture (au moins 2, comme en monoculture de blé). La seule différence tient à la date de semis du blé, qui sera précoce pour l'une et tardive pour l'autre. Au total, 4 conduites ont été différenciées, dont 2 qui serviront de point de comparaison, en labour et non labour. Cela représente donc 8 modalités dont les principales caractéristiques sont détaillées dans le tableau I ci-dessous.

Tableau I : Modalités étudiées sur le site d'Epieds (27)

Table 1 : Modalities studied in Epieds'trial (27)

Modalité	1	2	3	4	5	6	7	8
Travail du sol	LABOUR				NON LABOUR			
Inter-culture	Déchaumage/faux semis	Déchaumage/faux semis	Déchaumage avant le semis	Déchaumage/faux semis	Déchaumage/faux semis	Déchaumage/faux semis	Déchaumage avant le semis	Déchaumage/faux semis
Date de semis	Tardive	Précoce	Précoce	Tardive	Tardive	Précoce	Précoce	Tardive
Rotation	Colza – Blé – Protéagineux - Blé	Colza – Blé – Protéagineux – Blé	Colza – Blé - Blé	Monoculture de blé	Colza – Blé – Protéagineux - Blé	Colza – Blé – Protéagineux - Blé	Colza – Blé - Blé	Monoculture de blé
Nombre de faux semis avant le semis de la culture	1 à 3	1 à 2	0 à 1 (2012)	2 à 4	1 à 3	1 à 2	0 à 1 (2012)	2 à 4
Nombre de faux semis avant le semis de l'inter-culture (2013)	1	1	∅	∅	1	1	∅	∅

<b>Epoque du labour pour les semis d'automne</b>	Labour avant le semis	Labour avant le semis	Labour avant le semis	Labour avant le semis	∅	∅	∅	∅
<b>Epoque du labour pour les semis de printemps</b>	Labour d'hiver	Labour d'hiver	∅	∅	∅	∅	∅	∅

Chaque parcelle (24 m\*60 m) présente une zone pérenne non traitée herbicide (10m\*24m) et broyée avant montée à graines des adventices. L'essai ne présente pas de répétitions, compte tenu de la conservation de l'historique de travail du sol et du découpage des modalités.

Les relevés des adventices, ainsi que les déterminations, sont effectués par les ingénieurs et techniciens de l'institut. Ils sont réalisés plusieurs fois au cours de la campagne, généralement avec une détermination des adventices présentes, une fois la culture levée, puis une estimation de la densité en sortie d'hiver, au moment de la reprise de la culture, pour les cultures d'hiver. Et enfin, un bilan avant récolte, généralement en mai/juin. Ce sont ces dernières notations qui serviront de base à l'étude présentée ici. L'échelle de notation utilisée est basée sur l'échelle dite de Barralis, d'estimation visuelle des densités. Ces notes sont ensuite traduites en plantes/m<sup>2</sup> selon l'échelle suivante (tableau II).

Tableau II : Echelle de notation dite de Barralis adaptée, utilisée sur l'essai d'Epieds (27)

Table II: Notation scale known as "Barralis' scale" used in Epieds'trial (27)

<b>Note</b>	n plantes /m <sup>2</sup> estimée
<b>1</b>	0,001
<b>1 +</b>	0,03
<b>2</b>	0,05
<b>2 +</b>	0,30
<b>3</b>	0,55
<b>3 +</b>	3,23
<b>4</b>	6,50
<b>4 +</b>	10,75
<b>5</b>	15,00
<b>5 +</b>	25,00
<b>6</b>	35,00
<b>6 +</b>	42,50
<b>7</b>	50,00

Les traitements herbicides sont adaptés à chaque parcelle, en lien avec le risque malherbologique identifié sur le terrain.

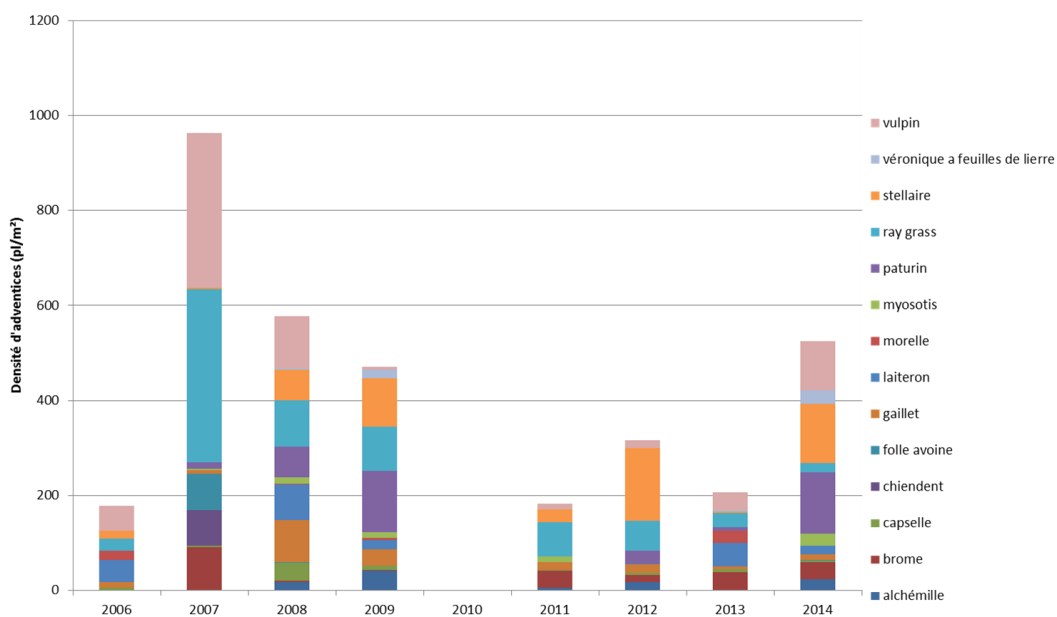
Les interventions dédiées à l'essai (labour, semis, déchaumages, herbicides) sont réalisées à l'aide de matériels classiques rencontrés dans les exploitations agricoles, par l'équipe Arvalis. En revanche, toutes les autres interventions de couverture (fongicides, etc...) sont réalisées par l'agriculteur en concertation avec l'équipe Arvalis. La récolte est réalisée à l'aide de la moissonneuse de l'agriculteur, pleine barre de coupe pour chacune des modalités avec pesée en bout de parcelles. Ces données de rendement ont une valeur indicative et n'ont pas pour but de déterminer une relation entre la densité d'adventices et le rendement. Ces données de rendement ne seront pas présentées dans cet article. De même, les relevés de flore sont à considérer en relatif entre modalités et non dans l'absolu, faute de répétitions.

## RESULTATS

Au total, ce sont 26 espèces d'adventices qui sont dénombrées dans les témoins non traités, quelle que soit la modalité étudiée. Parmi les espèces présentes, nous pouvons citer les plus fréquentes et abondantes, le pâturin annuel (*Poa annua*), le ray-gras (*Lolium multiflorum*), le vulpin (*Alopecurus myosuroides*), le gaillet (*Galium aparine*), les bromes (*Bromus sp.*) et la stellaire (*Stellaria media*) (figure 1). A noter en 2010, qu'aucune adventice n'a été répertoriée dans les témoins, suite à un hiver rigoureux.

Figure 1 : Abondance des adventices, sur l'essai d'Epieds, toutes modalités confondues, par année, dans les témoins non traités, avant récolte des cultures (ici ne sont présentées que les 14 adventices les plus importantes)

Abundance of weeds on Epieds'trial across all modalities and years. Datas collected before harvest.



Pour la suite de la présentation des résultats, nous nous focaliserons sur les adventices les plus présentes, à savoir le vulpin, le ray-grass, le pâturin annuel, les bromes, le gaillet et la stellaire.

- **Effet du travail du sol**

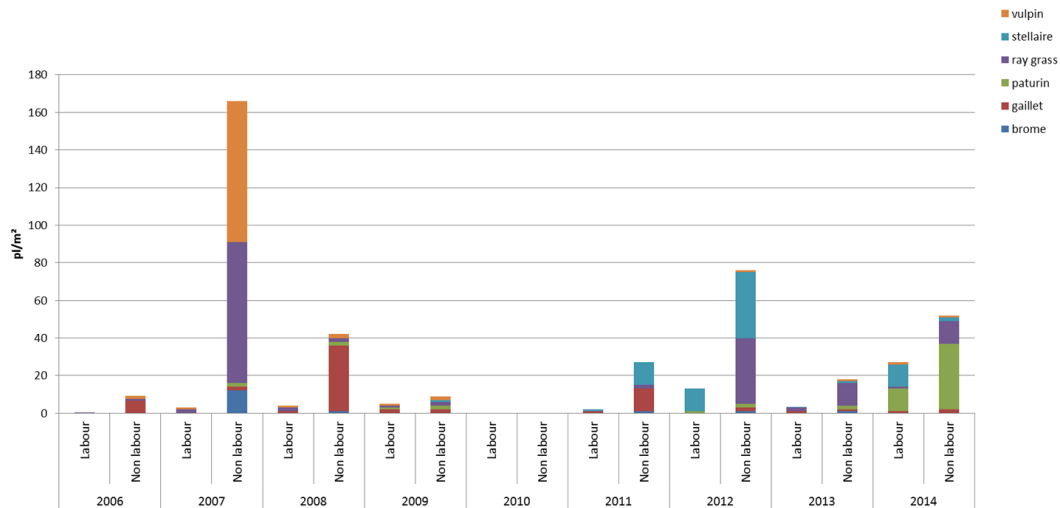
Toutes les modalités sont comparables 2 à 2, le travail du sol (labour ou non labour) étant le facteur commun.

Monoculture de blé :

Les résultats sont présentés dans la figure 2.

Figure 2 : Comparaison, en monoculture de blé, semis tardif, des infestations d'adventices en labour et non labour de 2006 à 2014.

Comparison, in continuous wheat, with delayed drilling, of weed infestation in ploughing and no tillage system, from 2006 to 2014.



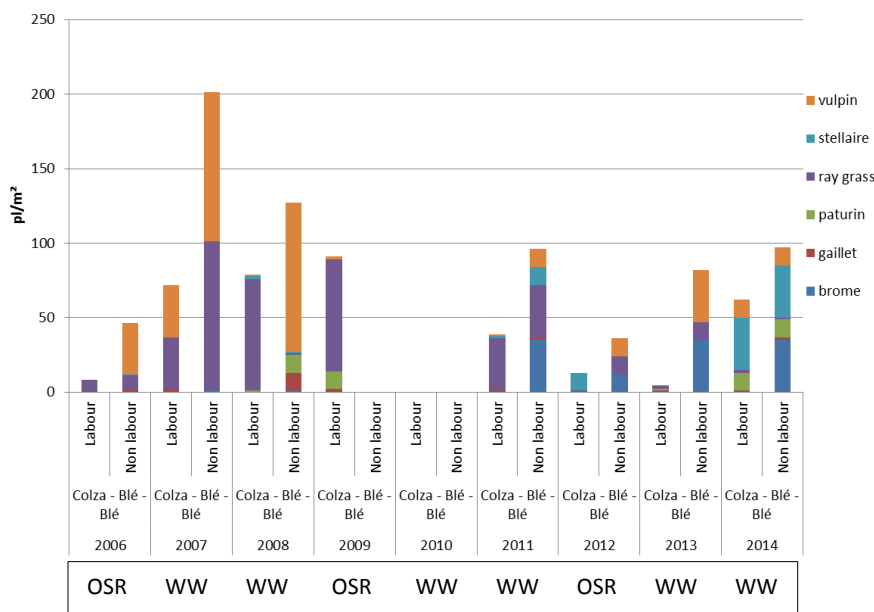
La situation non labourée est systématiquement plus infestée que la situation labourée. En fonction des années, quelques espèces sont toujours dominantes en non labour : vulpin et ray-grass en 2007, gaillet en 2008 et 2011, stellaire et ray-grass en 2012 et paturin annuel et ray-grass en 2014. En situation labourée, la principale caractéristique est la non spécialisation de la flore avec des densités très faibles (27 plantes/m<sup>2</sup> au total en 2014), et notamment l'absence des bromes. La seule année atypique étant 2014 avec une recrudescence de paturin annuel et de stellaire. Au final, le labour a diminué les infestations moyennes de 90% environ.

Rotation Colza-Blé-Blé :

Les résultats sont présentés dans la figure 3 ci-dessous.

Figure 3 : Comparaison, en rotation colza/blé/blé, semis précoce du blé, des infestations d'adventices en labour et non labour de 2006 à 2014.

Comparison, in OSR/WW/WW rotation with early drilling of wheat, of weed infestation in ploughing and no tillage system from 2006 to 2014.



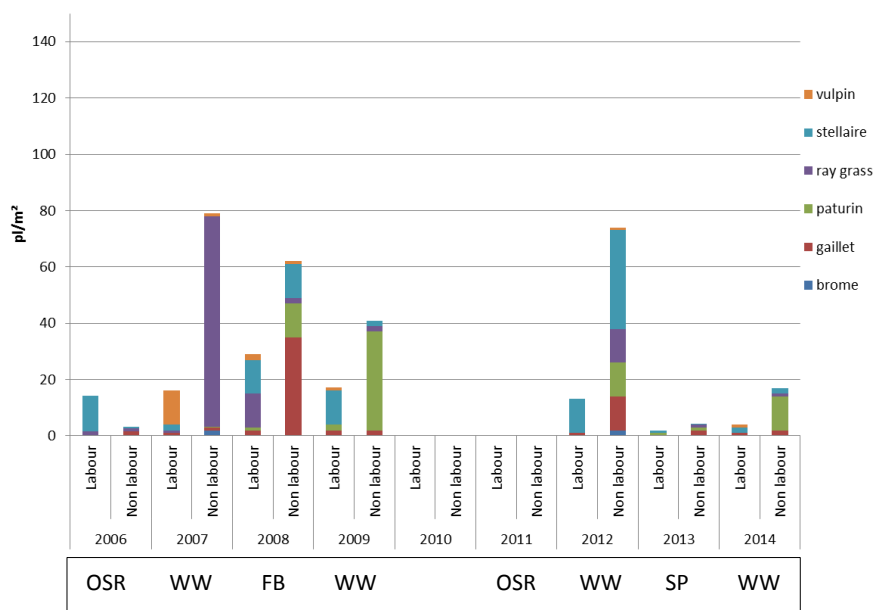
Les résultats sont sensiblement similaires à la monoculture de blé, avec des densités plus importantes en non labour qu'en labour. Le labour a ici réduit les infestations de 70% environ. Plus curieusement, malgré l'introduction d'un colza, les densités sont supérieures, comparées à la monoculture. En revanche, la date de semis du blé est toujours précoce par rapport à la monoculture, qui est semée tardivement. Ce facteur peut également expliquer les fortes infestations. Parmi les adventices répertoriées, vulpin et ray-grass sont prédominants en 2006, 2007, 2008 et 2011. Le brome fait son apparition dans cette rotation, en non labour uniquement, en 2011, et reste présent jusqu'en 2014. Seule 1 année (2009) est à l'avantage du non labour en termes d'infestations. Le labour réduit ici de manière importante les populations de vulpin, et, dans une moindre mesure, les populations de ray-gras.

Rotation Colza-Blé-Pois-Blé / semis tardif :

Les résultats sont présentés dans la figure 4 ci-dessous.

Figure 4 : Comparaison, en rotation colza/blé/pois/blé en semis tardif, des infestations d'adventices en labour et non labour de 2006 à 2014.

Comparison, in OSR/WW/Spring Peas or Faba Beans/WW rotation with delayed drilling of wheat, of weed infestation in ploughing and no tillage system from 2006 to 2014.



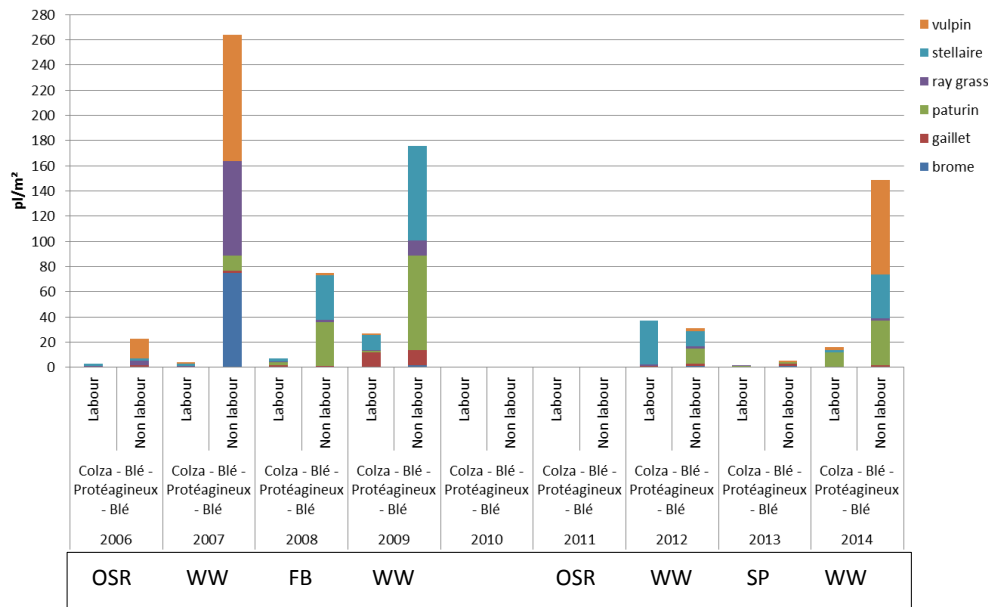
Les infestations sont moins importantes qu'en rotation Colza/Blé/Blé (divisées par 3 environ, tous travaux du sol confondus). Il y a bien sûr un cumul de 3 facteurs : la rotation avec l'introduction d'un protéagineux de printemps, l'effet du déchaumage en inter-culture et l'effet de la date de semis en blé. Les infestations en non labour sont, de la même manière que dans les autres systèmes étudiés, supérieures (+50%), à l'exception de 2006 avec une forte présence de stellaire en zone labourée. Au-delà de l'infestation globale, les espèces sont plus diversifiées avec la présence concomitante de graminées et dicotylédones dans le témoin non traité. Les espèces récurrentes sont le ray-gras (forte infestation en non labour, 2007 et en 2012), le paturin annuel (présence en non labour, en 2008, 2009, 2012 et 2014), le gaillet (présence récurrente, mais surtout en non labour en 2008, 2012) et la stellaire (labour 2006, labour et non labour 2008, labour 2009, labour et non labour 2012). Le vulpin, très présent sur les systèmes en monoculture et colza/blé/blé, est quasi absent de ce système en semis tardif, avec seulement une infestation remarquée en 2007, sur labour.

### Rotation Colza-Blé-Pois-Blé / semis précoce :

Les résultats sont présentés dans la figure 5 ci-dessous.

Figure 5 : Comparaison, en rotation colza/blé/pois/blé en semis précoce, des infestations d'adventices en labour et non labour de 2006 à 2014.

Comparison, in OSR/WW/Spring Peas or Faba Beans/WW rotation with early drilling of wheat, of weed infestation in ploughing and no tillage system from 2006 à 2014.

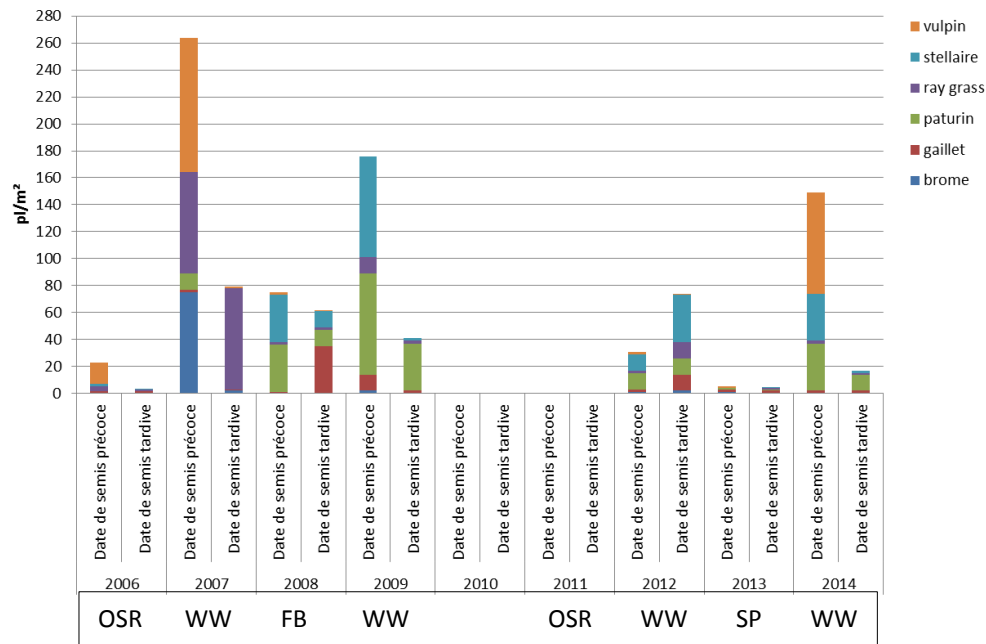


Les résultats sur cette rotation, en semis précoces, vont dans le même sens que ceux obtenus dans les autres systèmes, à savoir une infestation plus importante en situation non labourée. Le labour a ici réduit les infestations moyennes de 60% environ. Par ailleurs, en comparant avec le semis tardif de la même rotation, nous voyons ré-apparaître le vulpin, avec des infestations importantes en 2007, en non labour, mais également en 2014. La stellaire, le ray-gras, les bromes et le pâturin annuel sont les 4 autres adventices régulièrement présentes, surtout en non labour. En situation labourée, la stellaire est présente majoritairement en 2009 et 2012, en densités toutefois peu importantes, comparées à la situation non labourée. Enfin, le gaillet et le pâturin annuel apparaissent ponctuellement, respectivement en 2009 et 2014.

- **Effet date de semis**

Cet effet est visible en comparant les modalités n°2 et 6 (semis précoces) aux modalités n°1 et 5 (semis tardifs). Le semis tardif (toutes modalités de travail du sol confondues) réduit de 50% environ la population d'adventice (45 pl/m<sup>2</sup> en moyenne, toutes années et travaux confondus, contre 20 pl/m<sup>2</sup>). En prenant les situations les plus infestées (modalités n° 5 et 6), nous pouvons illustrer l'effet très marqué de la date de semis (figure 6).

Figure 6 : Effet de la date de semis du blé, en rotation colza/blé/pois/blé, sur l'infestation d'adventices, en non labour de 2006 à 2014.  
Effect of drilling date of wheat, in OSR/WW/Spring peas or Faba beans rotation, on the infestation of weeds, in no till from 2006 to 2014.



A l'exception de 2012, les dates de semis précoces sont favorables à l'infestation des adventices. Ainsi, le décalage de la date de semis, en situation non labourée, toutes années confondues, permet de diminuer de 60% l'infestation globale en adventices (80 pl/m<sup>2</sup> contre 31 pl/m<sup>2</sup>). Un autre constat régulièrement observé concerne le vulpin : celui-ci est présent *quasi* systématiquement en semis précoce (2006, 2007, 2008, 2012 et 2014) alors qu'il est absent en semis tardif. En revanche, le ray-grass se comporte de manière indifférente entre les dates de semis avec une présence constante (2007, 2009, 2012). Le paturin annuel ne semble pas réellement affecté par la date de semis car il est présent aussi bien en précoce qu'en tardif .... la seule nuance étant les densités moindres en semis tardif (2008, 2009 et 2014). La stellaire a un comportement proche du paturin annuel, avec une présence dans les 2 dates de semis mais avec des densités généralement moindres en semis tardif (2008, 2009, 2014 – l'exception étant 2012).

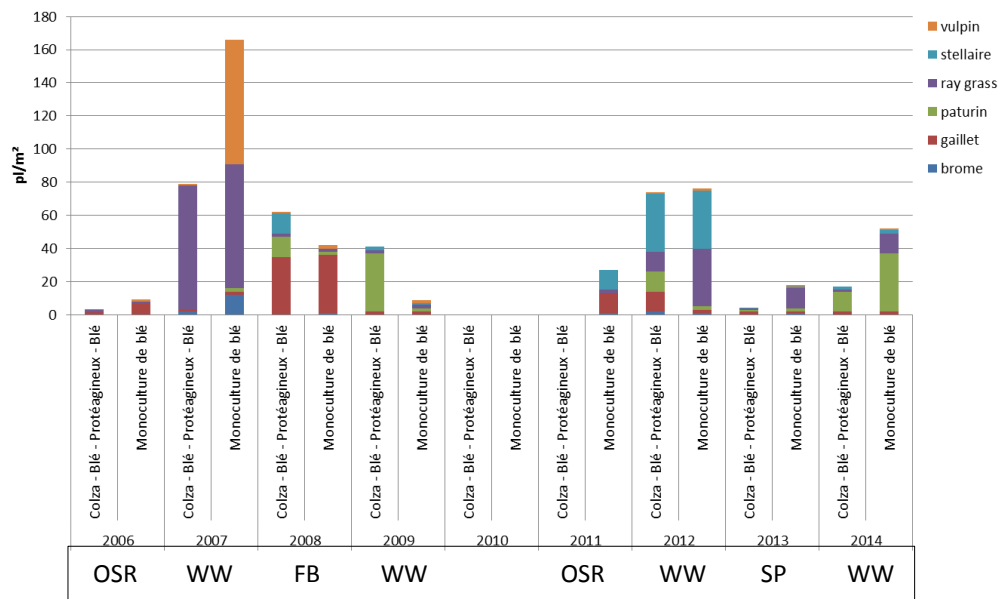
- **Effet de la rotation**

Cet effet est observable en comparant, toutes choses égales par ailleurs, les modalités n°1 et 4 (situations labourées) et les modalités n°5 et 8.

La comparaison des modalités n° 1 et 4 ne permet de dégager de tendance, le labour gommant toutes différences liées à la rotation (10 pl/m<sup>2</sup>/an en cumul d'adventices, pour la rotation longue, contre 6 pl/m<sup>2</sup>/an en monoculture) (figures 2 et 4). En revanche, en situation non labourée, les différences sont plus nettes (figure 7).

Figure 7 : Effet de la rotation des cultures sur l'infestation en adventices, en non labour de 2006 à 2014.

Effect of crop rotation on weed infestation, in no till systems from 2006 to 2014.



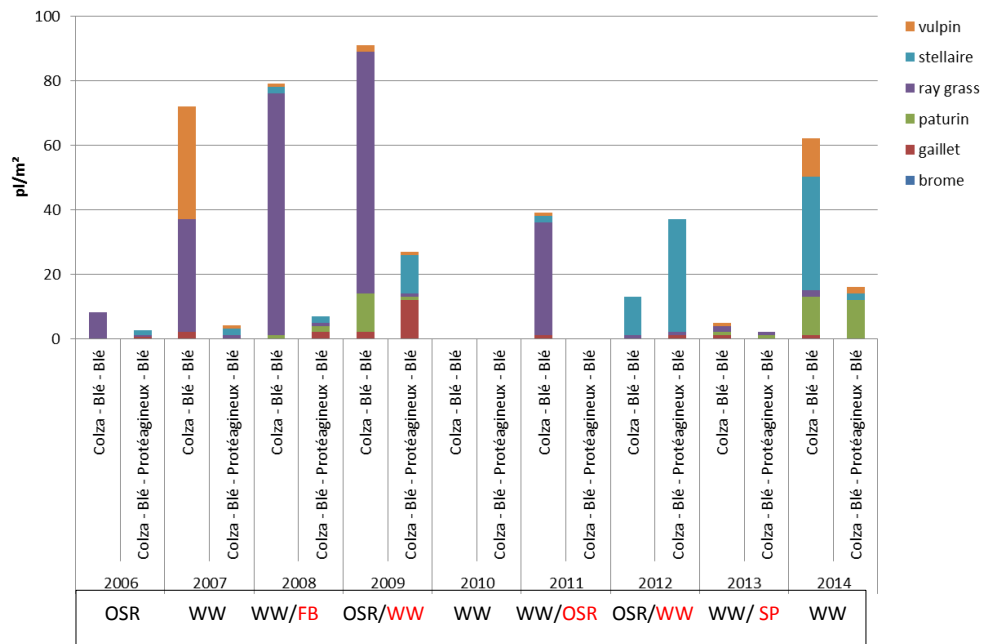
Les densités cumulées d'adventices sont supérieures en monoculture de blé qu'en rotation colza/blé/protéagineux/blé, 6 campagnes sur 8 (cas de 2010 exclu), avec une augmentation de 42% (50 pl/m<sup>2</sup>/an en cumul d'adventices, contre 35 pl/m<sup>2</sup>/an en cumul dans la rotation). Quelques nuances sont à apporter car les infestations sont parfois supérieures en rotation : 2008 et 2009. En 2008, il s'agissait d'une féverole, avec une infestation de gaillet, stellaire et paturin annuel, adventices pouvant germer de manière indifférente en automne ou sortie d'hiver. En 2009, la rotation était majoritairement infestée de paturin annuel, tirant le cumul vers le haut, les autres adventices étant *quasi* absentes.

Les espèces sont également différentes avec une fréquence de présence systématique du ray-gras en monoculture, avec toutefois une prédominance en 2007, 2012, 2013 et 2014. En rotation, celui-ci n'est présent qu'en 2007 et 2012 – années de présence du blé dans la rotation. Le vulpin n'est présent qu'en monoculture (2007, voire 2008) et *quasi* absent en rotation. Le gaillet est rencontré fréquemment dans la monoculture (2006, 2008 et 2011) et toujours en densités supérieures à celles rencontrées dans la rotation – à l'exception de 2012). Le paturin annuel, à l'inverse, est fréquemment rencontré dans la rotation (2008, 2009, 2012, 2014) et en densités supérieures (sauf 2014), indiquant clairement sa capacité à germer à différentes périodes de l'année. Enfin, la stellaire se comporte comme le paturin annuel avec une présence aussi bien en rotation qu'en monoculture (2008, 2009, 2011, 2012), avec des densités variables.

- ***Effet de la combinaison allongement de la rotation/ déchaumage et travail profond du sol***

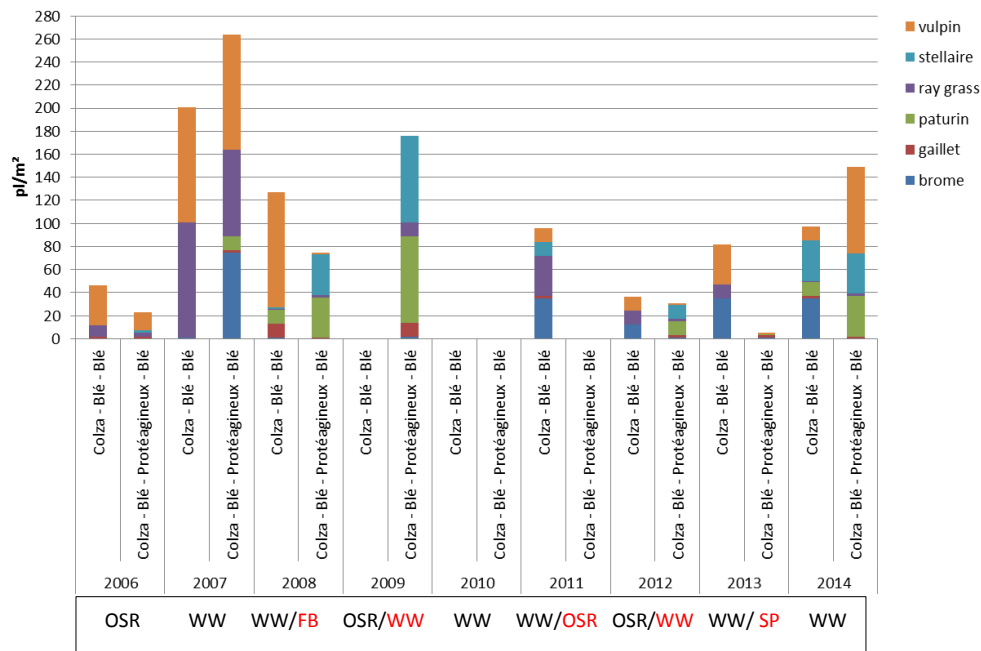
Cet effet est illustré en comparant les modalités n°2 et 3 (figure 8) ; puis les modalités n°6 et 7 (figure 9).

Figure 8 : Effet cumulatif de la rotation des cultures et du déchaumage sur l'infestation en adventices, en labour de 2006 à 2014.  
 Cumulative effect of crop rotation and false stale bed on weed infestation, in ploughing system from 2006 to 2014.



A l'exception de 2012, où l'infestation est plus importante en système avec rotation allongée (avec protéagineux), la rotation courte est toujours plus infestée (+75% d'adventices en cumulé, avec 46 pl/m<sup>2</sup>/an contre 11 pl/m<sup>2</sup>/an en rotation allongée). Quelques adventices se démarquent avec la présence systématique de ray-grass en colza-blé-blé (2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2013 et 2014). Même s'il est présent en rotation allongée (quelques pieds /m<sup>2</sup>), son infestation est très limitée. En revanche, la stellaire, le gaillet et le paturin annuel sont présents plus fréquemment en rotation allongée. Une autre caractéristique de la rotation courte, est la présence du vulpin (2007, 2014) alors qu'il n'est présent qu'en 2014 dans la rotation allongée.

Figure 8 : Effet cumulatif de la rotation des cultures et du déchaumage sur l'infestation en adventices, en non labour de 2006 à 2014.  
 Cumulative effect of crop rotation and false stale bed on weed infestation, in no till system from 2006 to 2014.



En non labour, l'effet de l'allongement de la rotation et du déchaumage est inexistant car les densités cumulées, moyennes sont identiques en rotation courte et longue (85 pl/m<sup>2</sup>/an contre 90 pl/m<sup>2</sup>/an). L'observation des adventices permet toutefois de tirer d'autres constats. Le vulpin disparaît lors de la mise en place des cultures de printemps (2008 et 2013). En revanche, il est présent dans toutes les cultures d'hiver, en rotation courte ou allongée. Néanmoins, à l'exception de 2014, il est présent en densités plus importantes en rotation courte. Le comportement du ray-grass est similaire au vulpin avec une présence systématique et des densités supérieures en rotation courte.

Le constat est inversé pour la stellaire et le paturin annuel avec une présence et des densités supérieures en rotation allongée.

## CONCLUSION

L'objectif de cet essai longue durée était de visualiser l'effet de différents leviers agronomiques sur l'évolution des adventices. Pour cela, diverses rotations ont été mises en place, allant de la plus simple (monoculture de blé) à la plus longue, mais réaliste pour le contexte pédo-climatique (colza/blé/protéagineux/blé). Afin de mettre en évidence cette évolution, l'essai a été suivi durant 9 campagnes. De nombreuses conclusions confirment les éléments déjà publiés par ailleurs (Jouy et Guilbert, 1998 ; Vuilliod *et al.*, 2006 ; Bonin, 2007 ; Lutman *et al.*, 2013). Ainsi, l'effet du labour est supérieur à celui des autres leviers. Nous avons observé de très fortes réductions d'infestations grâce au labour et notamment lorsque la rotation est courte, voire inexistante. Ainsi, la réduction est voisine de 90% en monoculture, 70% en rotation courte et proche de 30% en rotation allongée, semis tardif et 60% en semis précoce. L'effet de la rotation est plus limitée qu'espérée car nous n'avons observé qu'une très faible différence entre la rotation allongée et la monoculture, en labour – confirmant ainsi le rôle prépondérant du labour dans la maîtrise globale des adventices – et de seulement 42% d'augmentation d'infestation en non labour.

Ce constat est également observé pour la comparaison de la rotation courte et de la rotation allongée. En non labour, la différence est minime, avec un effet rotation nul. En revanche, en situation labourée, l'effet

est très net avec une diminution de 75% de l'infestation. Nous observons également un changement de flore avec moins de ray-gras et vulpin en rotation longue. L'effet du décalage de la date de semis est visible sur blé tendre, avec un gain très limité en labour (-18%). En revanche, en situation non labourée, la diminution d'infestation est proche de 60%.

Le cumul de leviers agronomiques est également intéressant pour diminuer les infestations mais le labour reste le facteur essentiel qui permet de réduire très fortement les infestations. Ainsi, sans labour, et uniquement avec l'effet de la rotation et du déchaumage, les infestations cumulées sont identiques. A signaler le changement de flore avec un fort effet sur ray-grass et vulpin. En revanche, l'introduction du labour, en plus de l'allongement de la rotation et du déchaumage permet de réduire l'infestation totale de 90%.

D'un point de vue qualitatif, les flores sont modifiées par l'introduction de divers leviers agronomiques. Quelques adventices fréquemment rencontrées permettent de tirer de grandes tendances sur l'impact des leviers agronomiques. Le vulpin, est facilement contrôlé par le labour et par le cumul de leviers agronomiques, notamment l'allongement de la rotation associée au semis tardif du blé. Ces observations confirment les données déjà publiées (Rodriguez et Mamarot, 2011 ; Vacher et Bonin, communication personnelle). Cette adventice, au taux annuel de décroissance élevé, est gérable par enfouissement des graines (effet du labour). Par ailleurs, sa germination est assez bien calée sur l'automne, avec pour conséquences un effet d'esquive des semis tardifs. Cela est très visible en rotation allongée et semis tardif. Le ray-grass semble moins sensible à la gestion par les dates de semis. En revanche, l'allongement de la rotation et l'introduction du labour permettent de gérer cette adventice. Son comportement peut donc être rapproché de celui du vulpin, avec une moindre influence de la date de semis. La littérature montre un effet limité des dates d'implantation et des dates de semis, le ray-grass étant capable de germer en automne mais également, dans une moindre mesure, au printemps. En revanche, le travail du sol est un levier très efficace pour gérer les populations de ray-grass. Le brome apparaît essentiellement dans les situations en semis précoces, rotation courte. Cela est cohérent avec sa biologie (Rodriguez et Mamarot, 2011). Les germinations de bromes sont précoces à l'automne, et l'adventice est très sensible au labour. Ceci est confirmé par les observations dans l'essai, avec une absence totale des bromes en situations labourées.

Enfin, pour le pâturin annuel, les effets sont plus limités et cohérents avec les données de la littérature. Cette adventice est capable de germer de manière indifférente entre l'automne et le printemps. Le travail du sol profond n'est pas très efficace du fait d'un taux annuel de décroissance faible. Nos observations ont montré un léger effet sur les densités, plus qu'une gestion totale de l'adventice. Ainsi, le pâturin annuel est présent dans tous les types de rotation. Le labour, ainsi que les dates de semis tardives semblent limiter les densités sans toutefois éradiquer l'adventice.

Pour les dicotylédones, l'effet global des leviers agronomiques est plus limité, sans faire ressortir de leviers forts. Ainsi, le gaillet est présent aussi bien en semis précoce que tardif, dans tous types de rotation, en labour comme en non labour. Un bémol cependant car les densités rencontrées sont moindres en situations labourées, confirmant les données de la littérature sur le taux annuel de décroissance élevé du gaillet.

Enfin, la stellaire a montré une relative indifférence à la date d'implantation ; Les levées étant présentes aussi bien en semis précoce que tardif. De même, l'allongement de la rotation s'est montré inopérant avec des densités supérieures en rotation allongée par rapport à la monoculture. Le labour s'est montré tout aussi inefficace avec des gestions parfois améliorées en labour, parfois défavorisées. Ces observations sur stellaire confirment les données bibliographiques avec une adventice capable de germer sur de larges périodes de l'année et indifférente au travail du sol, du fait de son taux annuel de décroissance faible. Le tableau III ci-dessous résume les grandes tendances observées dans cet essai des leviers agronomiques seuls ou combinés, en relatif par rapport à la rotation de référence.

Tableau III : Résumé des effets sur la flore adventice globale et spécifique des différents leviers agronomiques, en relatif à la rotation de référence (Colza/Blé/Blé, en non labour)

Table III: Summary of relative effects on global and specific flora of different agronomic levers (reference crop rotation: Rapeseed / Wheat / Wheat, non tillage)

Levier(s) agronomiques mis en œuvre	Effet global sur la flore adventice (densité)	Effet sur la flore spécifique	
Allongement de la rotation (introduction d'une culture de printemps)	+	Vulpin	++
		Brome	++
		Ray grass	++
		Gaillet	-
		Stellaire intermédiaire	--
		Pâturin annuel	--
Travail du sol (labour)	++	Vulpin	+++
		Brome	+++
		Ray grass	+
		Gaillet	++
		Stellaire intermédiaire	-
		Pâturin annuel	-
Effet cumulatif de l'allongement de la rotation et du travail du sol (labour)	+++	Vulpin	+++
		Brome	+++
		Ray grass	+++
		Gaillet	-
		Stellaire intermédiaire	+
		Pâturin annuel	-
Effet cumulatif de l'allongement de la rotation, du travail du sol (labour), et du retard de la date de semis	+++	Vulpin	+++
		Brome	+++
		Ray grass	+++
		Gaillet	++
		Stellaire intermédiaire	-
		Pâturin annuel	+

Code utilisé : +++ : effet très positif / ++ : effet positif / + : effet moyen / - : effet nul / -- : effet négatif

Les observations de cet essai longue durée ont conforté les références bibliographiques, dans un contexte très proche de la pratique agricole (parcelles de taille raisonnable, rotations réalistes, matériel agricole courant, etc...). Il ressort de cet essai, avec sa flore spécifique, que la gestion des adventices, au global, repose sur un ensemble de leviers. Parmi ceux-ci, le labour est certainement le plus influent avec une diminution importante des densités observées. Pour autant, c'est la combinaison avec d'autres leviers qui permet de gérer efficacement la flore adventice. Néanmoins, l'efficacité de la combinaison de levier dépendra de la flore rencontrée. Ainsi, sur une flore typée graminées, comme dans l'essai, la combinaison labour et dates de semis retardées est efficace sur une population de vulpin et ray grass, au même titre que l'allongement de la rotation et labour. En revanche, sur les populations dicotylédones rencontrées, l'effet de ces leviers est plus limité, le labour semblant le dénominateur commun à toutes les combinaisons ayant un effet. Sur dicotylédones, pour une gestion efficace en culture, le recours à d'autres interventions sera nécessaire.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'équipe technique de la station Arvalis d'Écardenville (27) pour la mise en place et le suivi de cet essai.

## BIBLIOGRAPHIE

Bonin L., 2007 – Désherbage : contrôler les graminées dans les rotations colza-blé-orge d'hiver. *Perspectives Agricoles*, 335, 67-71.

Bonin L., Labreuche J., 2007 – Gestion des adventices à l'inter-culture : Intérêt du type de déchaumage. *XXème conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes - Dijon*. AFPP

Bonin L., Citron G., 2011 - Désherbage des céréales à paille : l'inter-culture, une opportunité pour la gestion des bromes. *Perspectives Agricoles*, 382, 56-59.

Délye C., Bonin L., Gautellier-Vizioz L., 2014 – Herbicides : la résistance existait avant eux. *Perspectives Agricoles*, 409, 34-36.

Jouy L., Guilbert F., 1998 – Influence des pratiques culturales sur l'évolution de la flore adventice en grandes cultures. *XVIIème conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes*, I, 79-90.

Jouy L., Maillet-Mezeray J., 2004 – Itinéraire à l'inter-culture, la base du désherbage. *Perspectives Agricoles*, 305, 22-24.

Gasquez J., Guillemin J.-P., Gauvrit C., Chauvel B., 2013 - Réduction du nombre de molécules herbicides : conséquences par culture. Problématique particulière de la gestion de la flore adventice. *XXIIème conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes - Dijon*. AFPP

Lutman P.J.W., Moss S.R., Cook S., Welham S.J., 2013 – A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus Myosuroides*. *Weed Research*, 53, 299-313.

Rodriguez A. Mamarot J., 2011 – *Mauvaises herbes des cultures*. ACTA. Paris, 3<sup>ème</sup> ed. 540 p.

Toque C., Gautellier-Vizioz L., Vacher C., Jouy L., Duyme F., Pottier M., 2013. Méthodologie et Premiers Résultats de l'Analyse de 20 ans de Références sur Quatre Systèmes d'Exploitation. *XXIIème conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes - Dijon*. AFPP

Vuillioud P., Delabays N., Frei P., Mercier E., 2006 – Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins. *Revue suisse Agric.*, 38, 81-87.