HAL open science

Étude de l'effet d'un désherbage mécanique précoce sur la flore adventice dans un réseau de parcelles en système céréalier agrobiologique

Marine Pellentz

▶ To cite this version:

Marine Pellentz. Étude de l'effet d'un désherbage mécanique précoce sur la flore adventice dans un réseau de parcelles en système céréalier agrobiologique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01971991

HAL Id: dumas-01971991

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01971991v1

Submitted on 7 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AGROCAMPUS OUEST

☐ **CFR Angers**

☑ **CFR Rennes**

Année universitaire : 2017 - 2018 Spécialité : Ingénieur Agronome Spécialisation (et option éventuelle) : Sciences et Ingénierie du Végétal / Agrosystèmes : Conception, Evaluation	**Mémoire de fin d'études** ☑ d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage ☐ de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage ☐ d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Etude de l'effet d'un désherbage mécanique précoce sur la flore adventice dans un réseau de parcelles en système céréalier agrobiologique.

Par : Marine PELLENTZ

Fumaria officinalis, Sinapis avensis, Viola arvensis, Ammi majus (Source personnelle).

Soutenu à Rennes le 11 Septembre 2018

Devant le jury composé de :

Président : Olivier GODINOT

Rapporteur : Aurélien DUPONT

Maître de stage : Olivier GUERIN

Enseignant référent : Matthieu CAROF

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»
disponible en ligne http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr

Préface

L'agriculture évolue vers des pratiques plus économes en intrants et plus respectueuses de l'environnement dans une démarche de développement durable. Les consommateurs sont un des moteurs de ce changement. En choisissant de consommer de manière plus responsable au domicile mais également en restauration collective, la production n'a d'autre choix que de suivre cette demande. Pour réussir cette transition, les agriculteurs sont accompagnés par de nombreux organismes tels que les coopératives, les associations ou encore les Chambres d'agriculture.

La Chambre d'agriculture est un organisme consulaire de l'état créé en 1924. C'est un établissement public d'Etat qui se met au service des agriculteurs et des territoires. Deux de ses missions sont notamment d'accompagner le développement et de favoriser la recherche et l'échange de pratiques innovantes. C'est dans ce contexte que se développent et s'améliorent sans cesse les pratiques agricoles aussi bien en agriculture conventionnelle, raisonnée ou encore biologique. Le financement des activités des Chambres d'agriculture provient en majorité de la taxe sur le foncier non bâti (42%), des prestations payantes proposées par les chambres (27%) et de contrats et conventions (25%) établis avec l'Etat ou l'Union Européenne par exemple.

Le site de La Rochelle est le siège de la Chambre d'agriculture de la Charente-Maritime faisant ainsi partie du réseau des 103 établissements présents partout en France pour accompagner l'agriculture de demain. La Chambre d'agriculture de la Charente-Maritime est depuis peu regroupée avec celle des Deux-Sèvres ayant pour siège le site de Niort.

Le pôle agronomie et grandes cultures animé par Clarisse Robineau consacre une partie de ses moyens au développement de l'agriculture biologique en Charente-Maritime. Olivier Guérin est chargé d'étude agronomie et agrobiologie et travaille en lien avec le GAB 17 (Groupement des Agriculteurs Biologiques). Ses missions sont principalement dédiées à l'accompagnement des agriculteurs en système de polyculture et polyculture élevage dans leur conversion en AB et le suivi de ceux qui ont déjà franchi le pas.

Remerciements

Pendant la rédaction de ce mémoire, j'ai été entourée par un groupe de personnes très sympathiques qui m'ont aidée et soutenue.

Parmi elles, je compte Olivier Guérin qui m'a accompagnée durant tout le long de mon stage. J'ai beaucoup apprécié la clarté de ses explications et les journées de formation en AB auxquelles j'ai pu assister. Il restera la personne qui m'a fait découvrir le monde de l'agriculture biologique et je lui souhaite plein de bonheur et de réussite dans sa nouvelle entreprise !

Un grand merci également à tous les membres de la Chambre d'agriculture de La Rochelle pour leur accueil et les échanges que j'ai pu avoir avec certains d'entre eux sur leur travail.

Je suis aussi reconnaissante pour tout le soutien que m'a fourni mon entourage : mes parents, ma sœur, ma mamie et mon copain. Leur présence même à distance m'a été indispensable. Je les remercie d'avoir pris le temps de relire mon rapport pendant leurs vacances !

J'adresse par ailleurs un remerciement tout particulier aux trois collègues, Olivier Deroche, Florence et Jean Aimon qui m'ont ouvert leur porte pour m'accueillir chez eux à la fin de mon stage afin qu'il se passe dans les meilleures conditions. Merci pour votre confiance et votre gentillesse.

Plusieurs membres de la Chambre d'agriculture ont contribué aux travaux de récolte sur une ou plusieurs parcelles et je les en remercie chaleureusement. Ce travail aurait été une toute autre affaire sans leurs précieux coups de sécateurs dans les céréales !

Bien évidemment, merci aussi aux agriculteurs qui ont pris du temps pour me recevoir avec toujours beaucoup de gentillesse.

J'adresse à tous un grand merci pour ces six mois riches d'enseignements, de partages et de découvertes.

Table des matières

I- INTRODUCTION 1

1) CADRE DE L'ETUDE : LES ADVENTICES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE 1

a. Place de l'AB dans le paysage agricole picto-charentais 1

b. Panorama des productions biologiques en Poitou-Charentes 2

2) LES ADVENTICES EN SYSTEME CEREALIER BIOLOGIQUE 2

a. La gestion des adventices, un enjeu de premier ordre en AB 2

b. La biologie des adventices, un savoir nécessaire à leur contrôle 3

3) LES LEVIERS AGRONOMIQUES POUR LUTTER CONTRE LES ADVENTICES EN AB 3

a. Les mesures prophylactiques de gestion des adventices 3

b. Maîtrise des adventices en cours de culture, les solutions curatives 6

c. Cas particulier de la gestion des vivaces 7

4) PROBLEMATIQUE DU STAGE 8

5) OBJECTIFS DU STAGE 8

II- MATÉRIEL ET MÉTHODES 9

1) MISE EN PLACE D'UN RESEAU DE 41 PARCELLES 9

2) RELEVES DE LA BIODIVERSITE DES ADVENTICES AU CHAMP 9

a. Plan d'échantillonnage des relevés floristiques 9

b. Variables mesurées pour chacun des deux relevés d'adventices 10

3) REDACTION DU QUESTIONNAIRE D'ENQUETE ET REALISATION DES ENTRETIENS 11

4) RECOLTE ET BATTAGE A POSTE FIXE 11

5) ANALYSE DES DONNEES COLLECTEES 11

a. Etude de la flore adventice 11

b. Identification de groupes de parcelles 11

c. Etude des corrélations entre densités d'adventices et techniques culturales 12

d. Effet du désherbage précoce sur la densité d'adventices, le nombre d'épis et le rendement 12

III- RESULTATS 13

1) CARACTERISATION DE LA FLORE ADVENTICE 13

2) PERCEPTION DES ADVENTICES ET DU DESHERBAGE PAR LES AGRICULTEURS INTERROGES 14

a. Présentation des agriculteurs biologiques rencontrés 14

b. Perception des adventices et gestion du désherbage 14

3) DESCRIPTION ET ANALYSE DES GROUPES DE PRATIQUES CULTURALES 15

a. Description des groupes de techniques culturales 15

b. Interprétation en lien avec les densités d'adventices sur le témoin 15

4) CORRELATION ENTRE LA DENSITE D'ADVENTICES ET LES ELEMENTS DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE 16

a. Variables influençant les densités d'adventices au stade tallage des céréales 16

b. Variables influençant les densités d'adventices au stade épiaison des céréales 17

5) ETUDE DE L'IMPACT DU DESHERBAGE PRECOCE SUR LA DENSITE D'ADVENTICES 17

a. Trois types de réponse des adventices au désherbage précoce 17

b. Evaluation de l'efficacité du désherbage précoce 17

6) ETUDE DE L'IMPACT DU DESHERBAGE PRECOCE SUR LE NOMBRE D'EPIS ET LE RENDEMENT 18

a. Impact sur le nombre d'épis par m² 18

b. Impact sur le rendement des céréales d'hiver 19

IV- DISCUSSION 19

1) LIMITES DE L'ESSAI 19

a. Points d'amélioration du suivi de l'essai "désherbage précoce" 19

b. Un essai fortement dépendant des conditions climatiques 19

2) UN LEVIER DE GESTION DES ADVENTICES A COMBINER AVEC D'AUTRES 20

a. Explication des différences d'efficacité des deux relevés 20

b. Facteurs de réussite et d'échec du désherbage précoce 20

3) PRATIQUES A VALORISER AUPRES DES AGRICULTEURS 21

a. Pratiques culturales limitant la pression adventice 21

b. Conseil technique aux agriculteurs 21

4) PERSPECTIVES DE TRAVAUX ENVISAGEABLES 22

V- CONCLUSION 22

BIBLIOGRAPHIE 23

ANNEXES

Table des illustrations

Figure 1 : Situation de la production biologique dans la zone étudiée par rapport au territoire national, (Agence Bio, 2016). 1
Figure 2 : Place de l'AB dans la zone d'étude. 1
Figure 3 : Tendances de l'AB en Poitou-Charentes (PC), d'après (INSEE, 2013 ; Agreste, 2015 ; 2017 ; Agence Bio, 2017). 1
Figure 4 : Répartition de la SAU biologique en Poitou-Charentes en 2016, d'après (Agence Bio, 2016). 2
Figure 5 : Représentation du Taux Annuel de Décroissance selon les caractéristiques du stock semencier et les conséquences sur l'effet du labour, (Gaborit, 2017). 3
Figure 6 : Effet de la durée de la rotation sur le nombre d'adventices - issu d'une enquête sur un panel de plus de 100 parcelles, conduites en mode de production biologique, (Christophe David ISARA Lyon in Rodriguez, 2004). 3
Figure 7 : Eléments de l'itinéraire technique permettant le contrôle des adventices pour une parcelle donnée, sur un cycle cultural d'une culture de céréale d'hiver, d'après (Aubertot et al., 2005 ; Valantin-Morison et al., 2008). 4
Figure 8 : Profondeur de germination des graines d'adventices selon leur poids, (H.A. Roberts in Gaborit, 2017). 5
Figure 9 : Plages d'intervention des outils de désherbage mécanique sur les céréales, d'après (Le Quinterc, Maréchal, 2015 ; Agro-Transfert, 2007c ; 2007a). 6
Figure 10 : Exemple du cycle de développement d'une adventice vivace : le chardon des champs, (Agro-Transfert, 2014). 7
Figure 11 : Localisation des références en terme de recherche sur le désherbage mécanique en région avec une lacune en Poitou-Charentes, d'après actes colloques Rennes 2011. 8
Figure 12 : Efficacité de la gestion des adventices selon les stratégies de passage d'outils, (Bonin et al., 2011). 8
Figure 13 : Carte des 41 parcelles du dispositif en Poitou-Charentes, réalisée avec le logiciel QGIS. 9
Figure 14 : Courbe Aire-Espèce, (Marcon, 2015 ; Meiss, 2010). 10
Figure 15 : Schéma du plan d'échantillonnage et photo d'un relevé à l'aide d'un cercle de densité sur des céréales au stade tallage. 10
Figure 16 : Schéma du protocole d'échantillonnage pour évaluer le rendement en céréale. ... 11
Figure 17 : Fréquence d'apparition des adventices sur les 41 parcelles du réseau. 13

Figure 18 : Densités maximales et moyennes des adventices sur l'ensemble du réseau, la densité minimale étant de 0 pour chacune des adventices. 13
Figure 19 : Répartition du nombre de parcelles et du nombre d'agriculteurs soit en phase de conversion soit en AB. 14
Figure 20 : Orientation technico-économique des exploitations de l'essai et activités de diversification. 14
Figure 21 : Nombre de jours et somme de degrés-jours entre le semis et le désherbage précoce selon la date de semis. 14
Figure 22 : Graphe de l'ACM représentant les individus en bleu et les 20 modalités contribuant le plus à la formation des axes 1 et 2 en rouge. 15
Figure 23 : Groupes de parcelles issus de la classification ascendante hiérarchique fonctions HCHP et fviz_cluster. 15
Figure 24 : Représentation de l'efficacité du désherbage précoce, évaluée lors du relevé 1, selon les modalités de roulage après semis. 16
Figure 25 : Graphes des variables (à gauche) et des individus (à droite) de l'ACP pour le premier relevé. 16
Figure 26 : Représentation des densités d'adventices du relevé 1 en fonction des modalités prises par a) le nombre de travail du sol en interculture; b) la profondeur de travail du sol; c) le nombre de faux-semis. 17
Figure 27 : Graphes des variables (à gauche) et des individus (à droite) de l'ACP pour le second relevé. 17
Figure 28 : Représentation des densités d'adventices du second relevé selon les modalités a) d'expérience en AB; b) du nombre de passage de herse étrille. 18
Figure 29 : Efficacité du désherbage précoce selon la séquence de désherbage mécanique adoptée par l'agriculteur. 18
Figure 30 : Graphiques des températures et de la pluviométrie à Saintes en 2017/2018 en comparaison avec des données historiques, (Communication personnelle, CA 17). 19
Figure 31 : Carte du cumul de précipitations d'octobre 2017 à février 2018 sur les départements du Poitou-Charentes, (Communication personnelle CA17, données Météo France et Arvalis). 19
Figure 32 : Représentation de l'efficacité du désherbage précoce évaluée lors du relevé 1 selon le niveau de réglage d'agressivité de la herse étrille. 20
Figure 33 : Influence des précipitations entre le semis et le désherbage précoce sur l'efficacité du désherbage mécanique précoce. 20

Figure 34 : Représentation des densités d'adventices du premier relevé et de l'efficacité du désherbage précoce selon la fréquence de retour du labour sur les parcelles. 21
Figure 35 : Pourcentage du nombre d'agriculteurs qui ont cité une des 6 solutions comme étant leur principale méthode de gestion des adventices. 21
Figure 36: Itinéraire technique d'une parcelle en deuxième année de conversion. 22

Table des tableaux

Tableau 1: Nombre de parcelles aux différentes étapes de travail. 9
Tableau 2 : Liste des espèces cultivées dans le réseau et nombre de parcelles concernées. 9
Tableau 3 : Code EPPO des 10 adventices à la fois les plus nuisibles et les plus fréquentes sur l'ensemble des parcelles du réseau. 11

Liste des abréviations

AB : Agriculture Biologique

ACM : Analyse des Correspondances Multiples

ACP : Analyse en Composantes Principales

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

ANOVA : Analyse de Variance

DP : Désherbage Précoce

Ha : Hectare

HE : Herse Etrille

HR : Houe Rotative

OTEX : Orientation Technico-économique des Exploitations

SAU : Surface Agricole Utile

STH : Surfaces Toujours en Herbe

TAD : Taux Annuel de Décroissance

TCS : Technique Culturale Simplifiée

UTH : Unité de Travail Humain

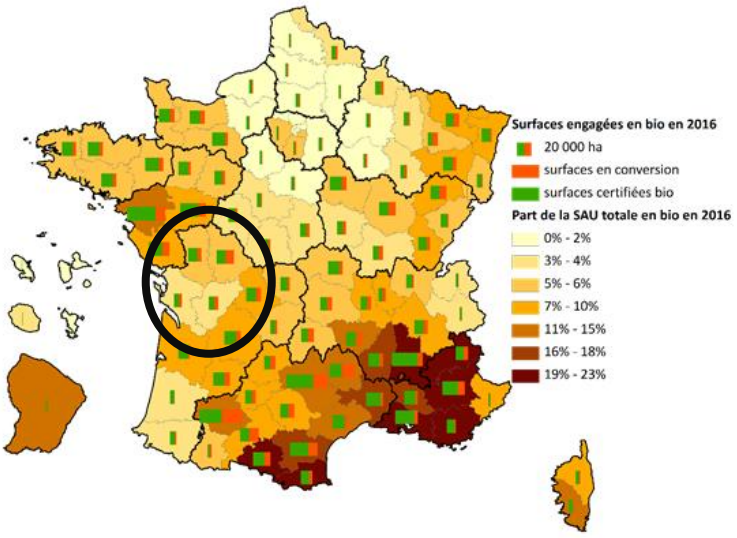


Figure 1 : Situation de la production biologique dans la zone étudiée par rapport au territoire national, (Agence Bio, 2016).

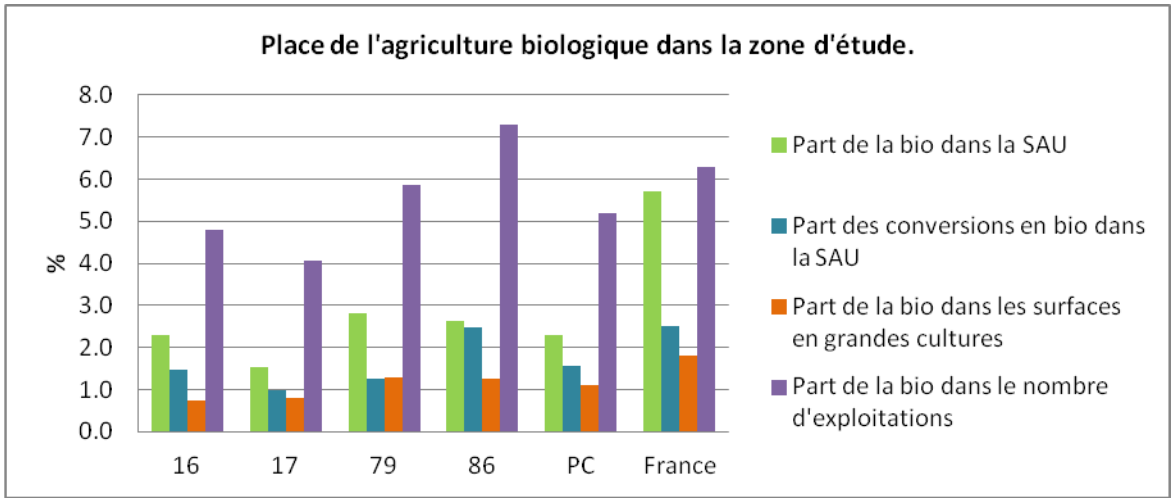


Figure 2 : Place de l'AB dans la zone d'étude.

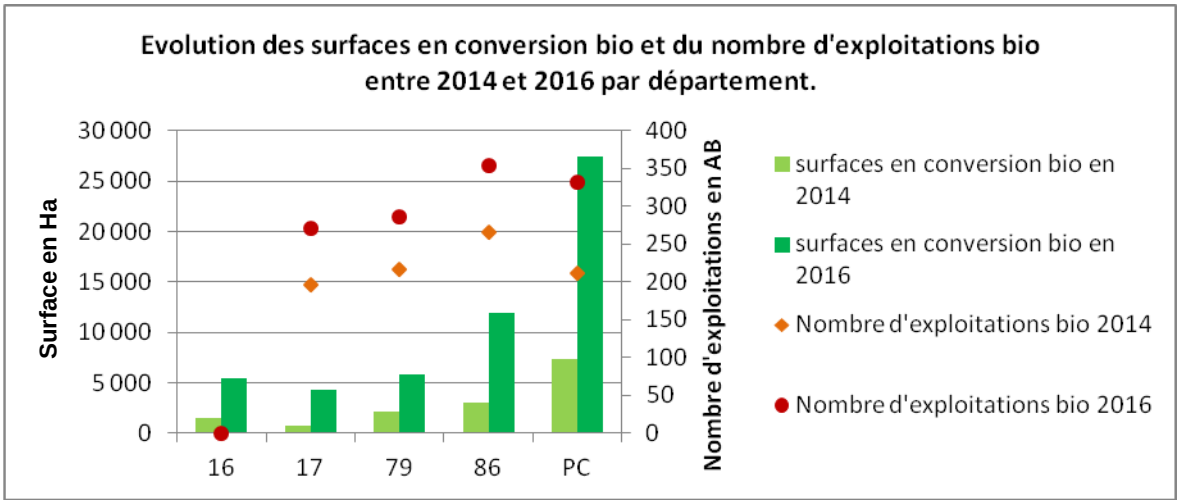


Figure 3 : Tendances de l'AB en Poitou-Charentes (PC), d'après (INSEE, 2013 ; Agreste, 2015 ; 2017 ; Agence Bio, 2017).

I- Introduction

1) Cadre de l'étude : Les adventices en agriculture biologique

Si en 2016 7.3% des exploitations françaises déclarent produire selon le cahier des charges de l'Agriculture Biologique (AB) (Agence Bio, 2016) cette démarche prend son essor en France dans les années 50 suite à la dénonciation des effets négatifs de l'utilisation de produits chimiques en agriculture. L'appellation AB est régie par la règlementation cadre européenne n°834/2007. Ce label est reconnu par les pouvoirs publics et délivré aux producteurs respectant un certain cahier des charges dès 1981 (INAO, 2016 ; FNAB, 2015).

Les produits phytosanitaires de synthèse, interdits en AB, regroupent les insecticides, fongicides, molluscicides, régulateurs de croissances et herbicides. Ces derniers sont toutefois largement utilisés en agriculture conventionnelle pour lutter contre les adventices des grandes cultures. En France, chaque année, près de 30 000 tonnes d'herbicides sont utilisées sur 29 millions d'hectares de Surface Agricole Utile (SAU), la plaçant au premier rang européen d'utilisateur devant l'Espagne qui en consomme moitié moins sur 24 millions d'hectares de SAU (Eurostat, 2018).

Les producteurs en AB ayant choisi de ne pas utiliser de tels produits, mettent en œuvre de nombreux leviers agronomiques pour lutter contre les adventices des cultures. Les pratiques engagées en AB pour lutter contre les bio-agresseurs peuvent être source d'inspiration pour trouver des alternatives aux produits utilisés en agriculture conventionnelle. Actuellement, la problématique de gérer les adventices par une autre voie que celle de la chimie concerne l'ensemble des agriculteurs. En effet, limiter le recours aux produits phytosanitaires est au cœur de la transition agro-écologique lancée par le gouvernement en 2012 et du plan Ecophyto lancé en 2008 puis révisé en 2015. Ce plan a pour objectif la diminution de 50% du recours aux produits phytosanitaires d'ici 2025. Parmi les 12 clés citées par le gouvernement pour amorcer la transition agro-écologique, la réduction de l'usage des produits phytosanitaires se place en troisième position derrière la formation des agriculteurs et la création de projets collectifs (Ministère de l'Agriculture, 2016).

Le sujet de ce stage concerne la gestion des adventices sur céréales d'hiver en AB dans 4 départements de la région Nouvelle-Aquitaine : la Charente-Maritime (17), la Charente (16), la Vienne (86) et les Deux-Sèvres (79), qui constituent le périmètre de l'ancienne région Poitou-Charentes. Cette dénomination sera conservée dans la suite du rapport.

a. Place de l'AB dans le paysage agricole picto-charentais

L'espace géographique concerné par l'étude est celui du Poitou-Charentes. Il bénéficie d'un climat océanique tempéré de par sa position sur la façade atlantique. La pluviométrie moyenne annuelle sur les quatre départements est d'environ 630 mm tandis que la température moyenne est de 12.9 °C (Agreste, 2017).

En Poitou-Charentes, en 2016, la part de la SAU en AB est de 2.3% soit moins de la moitié de la valeur française (5.7%) (Figures 1 et 2). Les valeurs pour la région Nouvelle-Aquitaine sont comparables à celles de Poitou-Charentes. Les surfaces en conversion ont quadruplé, entre 2014 et 2016 en Poitou-Charentes, passant de 7 315 ha à 27 495 ha (Figure 3). Cela illustre l'existence d'une réelle dynamique de conversion en AB dans cette région. Environ 5% des exploitations sont en AB en Poitou-Charentes avec, là encore une tendance à la hausse puisqu'entre 2014 et 2016, le nombre d'exploitations en AB a été multiplié par 1.4, passant de 890 à 1 249.

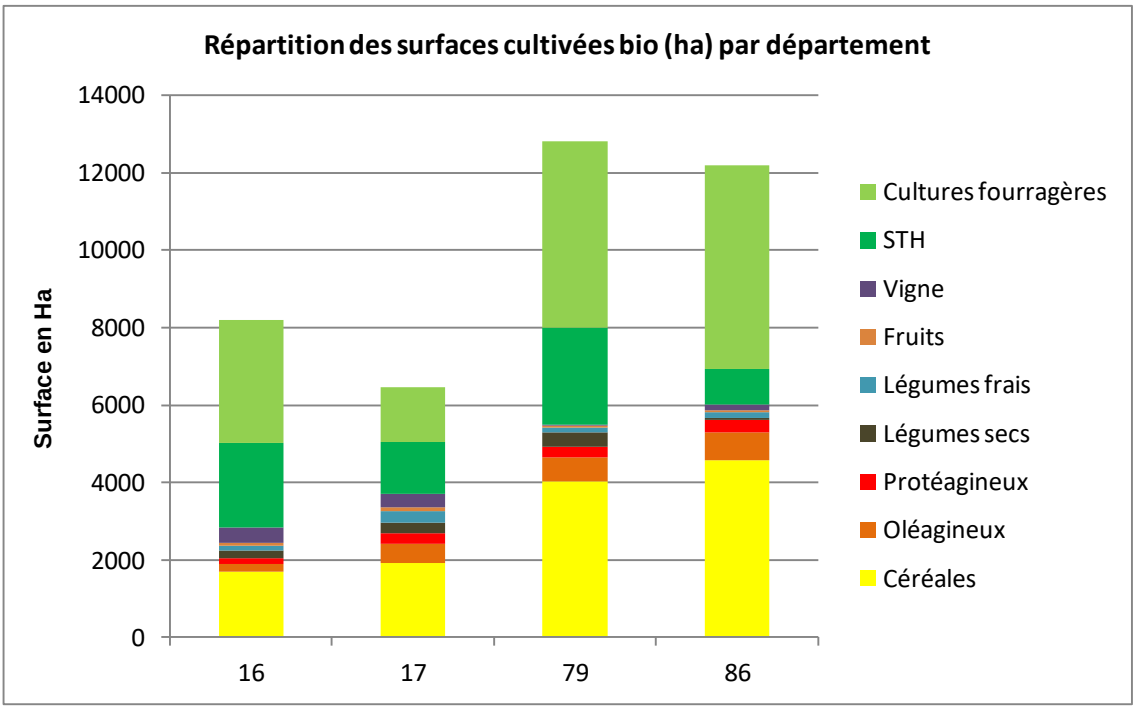


Figure 4 : Répartition de la SAU biologique en Poitou-Charentes en 2016, d'après (Agence Bio, 2016).

b. Panorama des productions biologiques en Poitou-Charentes

Les productions végétales biologiques en Poitou-Charentes (Figure 4) sont essentiellement tournées vers les cultures fourragères (37%), céréalières (30%) et les Surfaces Toujours en Herbe (STH) (17%). Les autres productions sont minoritaires (moins de 5% chacune). Les productions animales biologiques sont majoritairement volaillères. On compte, en 2016 et en unité gros bovin, 1770 bovins laitiers, 4 714 bovins viande, environ 200 000 volailles, 1 370 ovins lait et 900 caprins.

L'AB, comme nous l'avons vu précédemment, est un mode de production qui repose sur plusieurs principes notamment l'absence de recours à des produits de synthèse (INAO, 2016). Les agriculteurs ne peuvent donc pas protéger leurs cultures par voie chimique (herbicides) pour lutter contre les adventices, d'après la loi européenne 2092/91, article 12 du traité cadre européen (Bond, Grundy, 2001). Cette exigence du cahier des charges incite donc à trouver des solutions agronomiques variées.

2) Les adventices en système céréalier biologique

Le terme « adventice » désigne toute plante qui n'a pas été délibérément semée ou plantée mais qui se développe spontanément à un endroit non désiré par l'agriculteur (Meiss, 2010). Suivant cette définition, les repousses de culture des années précédentes sont également considérées comme des adventices.

a. La gestion des adventices, un enjeu de premier ordre en AB

- *Les adventices, une source de perte de rendement*

En système céréalier biologique la principale cause de diminution du rendement est la compétition des adventices avec la culture. Les pertes potentielles de rendement ont été estimées pour différentes cultures sur plusieurs continents par Oerke, Dehne, 2004. Selon eux, les adventices sont les bio-agresseurs les plus nuisibles avec des pertes potentielles pouvant atteindre 23% sur des cultures de blé et d'orge. Malgré la mise en œuvre de protections des cultures (chimiques ou mécaniques), les adventices induisent des pertes de rendement d'environ 10%. La difficulté de gestion de ces bio-agresseurs constitue un obstacle à la conversion en AB pour les agriculteurs conventionnels (Barberi, 2002 ; Meiss, 2010). La maîtrise des adventices en AB a pour objectif de limiter ces pertes de rendement et non d'éliminer la totalité des adventices sur la parcelle. On parle de tolérance des adventices (Sicard, Fontaine, 2012).

- *Notion de nuisibilité des adventices*

Les adventices génèrent deux types de nuisibilités. La première est celle occasionnée durant l'année de récolte, on parle de nuisibilité primaire. La seconde est celle occasionnée pour les années suivantes (nombre de graines par plantes et stock semencier du sol), c'est la nuisibilité secondaire. La nuisibilité primaire se divise en deux avec, d'une part la nuisibilité directe qui correspond à la nuisibilité sur le rendement. Elle se mesure avec le nombre de pieds d'adventices par m² qui occasionne une baisse de rendement de 5% en système conventionnel. Elle est liée à la compétition biotique des adventices avec la culture pour les différentes ressources du milieu : éléments minéraux, eau et lumière. D'autre part, la nuisibilité primaire indirecte correspond à la gêne hors rendement, comme les problèmes techniques lors de la récolte, la verse ou l'augmentation du temps de travail (Sicard et al., 2012). Pour ce projet, on mesure la densité d'adventices par m², on fait donc référence à la nuisibilité primaire directe.

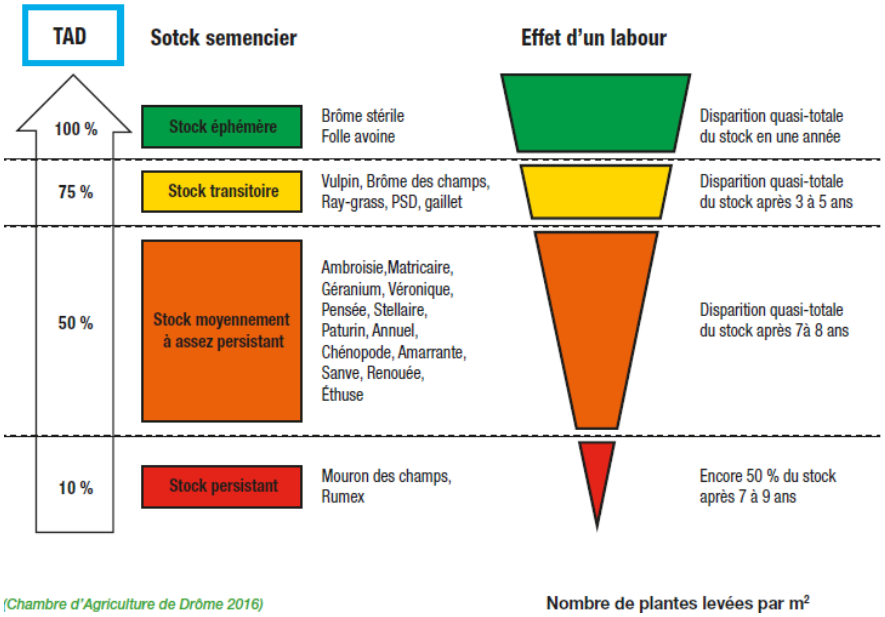


Figure 5 : Représentation du Taux Annuel de Décroissance selon les caractéristiques du stock semencier et les conséquences sur l'effet du labour, (Gaborit, 2017).

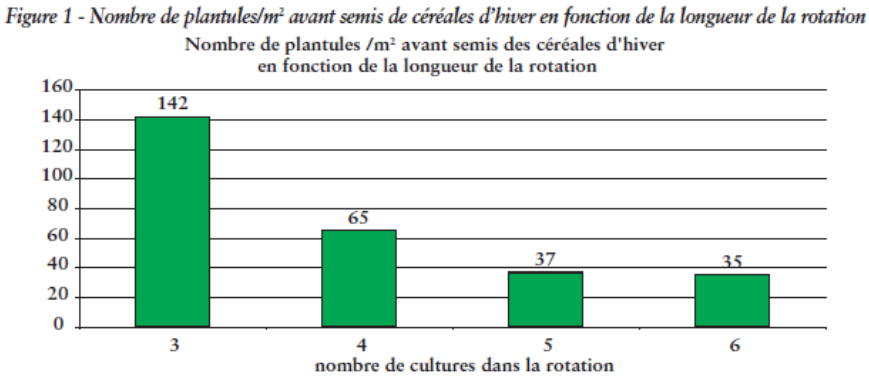


Figure 6 : Effet de la durée de la rotation sur le nombre d'adventices - issu d'une enquête sur un panel de plus de 100 parcelles, conduites en mode de production biologique, (Christophe David ISARA Lyon in Rodriguez, 2004).

Toutefois, les adventices génèrent des effets bénéfiques sur le système cultivé, raison pour laquelle on ne recherche pas leur élimination totale. Elles aident à la structuration du sol, à la réduction des phénomènes érosifs, à l'absorption des excédents de fertilisation et sont des indicateurs d'un état particulier du milieu. Elles participent également à la diversité écologique du milieu en servant de refuge et en pourvoyant des ressources alimentaires (pollen, nectar) aux auxiliaires des cultures (Schaub, 2008 ; Sicard et al., 2012).

b. La biologie des adventices, un savoir nécessaire à leur contrôle

La compréhension des cycles de vie et des modes de reproduction des adventices est essentielle afin de trouver les solutions les mieux adaptées pour les gérer sur la parcelle. Ainsi, on distingue trois grandes classes d'adventices:

- Les espèces annuelles ont un mode de reproduction par graines et leur cycle de vie dure moins d'une année. Elles représentent environ 80% des adventices en grandes cultures (*Galium aparine, Polygonum aviculare, Avena fatua*).
- Les espèces bisannuelles et (pluriannuelles) se reproduisent par graines également mais survivent une ou plusieurs années et finissent par disparaitre après plusieurs cycles de grenaison (*Silene alba, Lolium multiflorum*).
- Les espèces vivaces sont les plus difficiles à contrôler car elles peuvent se reproduire à la fois par graines et par multiplication végétative. Elles restent dans le sol de manière pérenne (*Cirsium arvense, Elytrigia repens, Convolvulus arvensis*).

Chaque espèce se distingue donc par son comportement grainier, c'est-à-dire, sa saison ainsi que sa profondeur de germination, la durée de survie de son stock semencier dans le sol et enfin le nombre de graines produites par plante (ITAB, 2005). Le Taux Annuel de Décroissance (TAD) qualifie l'évolution du stock semencier, c'est-à-dire le nombre de graines viables dans le sol à l'échéance d'une année. Plus ce taux est faible, plus le stock va persister longtemps dans le sol. Ainsi, le labour est très efficace pour les adventices à fort TAD (Figure 5).

3) Les leviers agronomiques pour lutter contre les adventices en AB

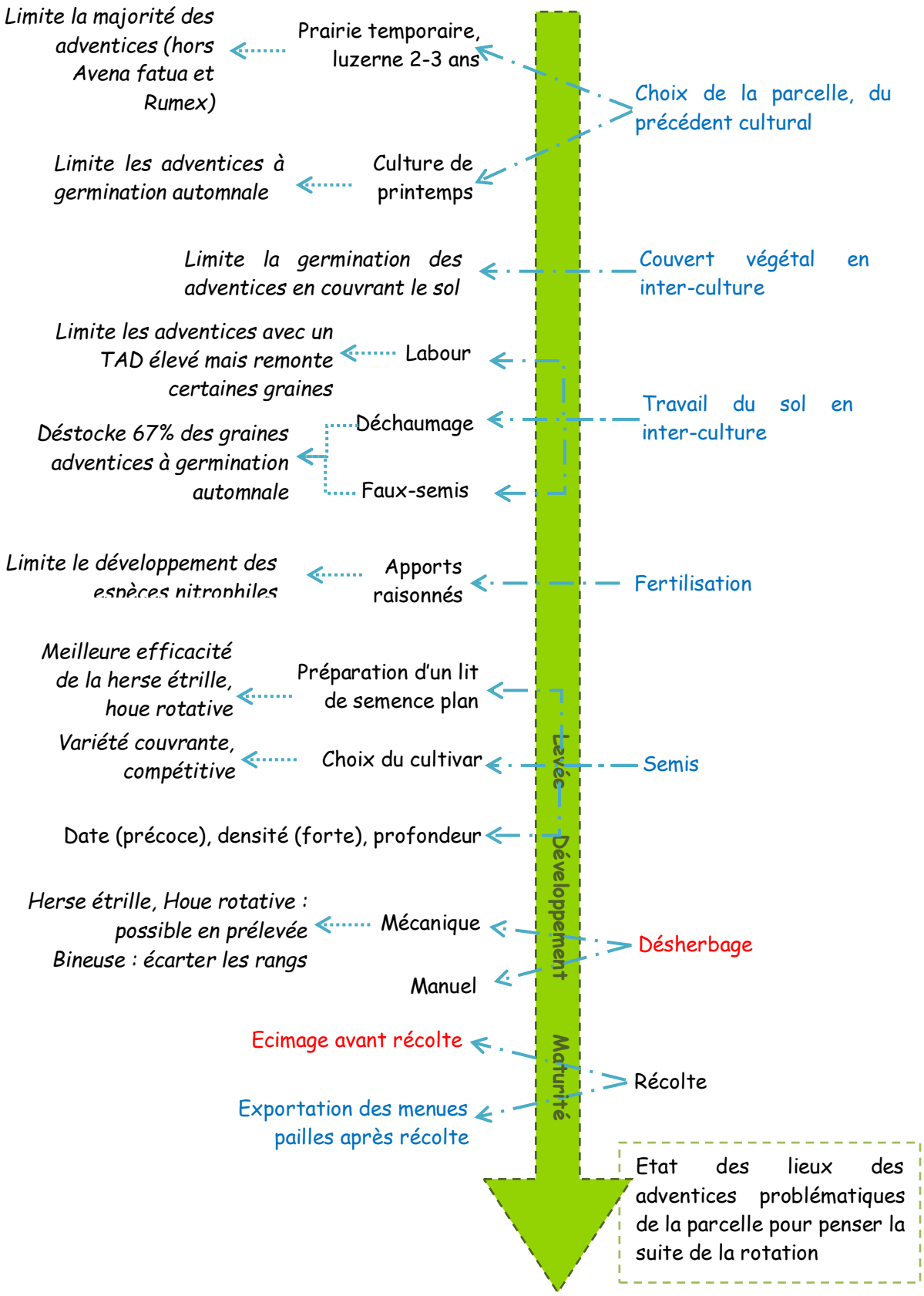
La gestion des adventices en grandes cultures biologiques se fait en deux temps. Tout d'abord via des méthodes préventives puis de manière curative par désherbage mécanique en cours de culture (Sicard, Fontaine, 2012). Les méthodes préventives sont celles utilisées avant l'établissement de la culture et ont pour but de réduire les germinations d'adventices dans la culture (Melander et al., 2005). Une bonne maîtrise des adventices ne se résume pas à un seul levier de gestion mais est permise par l'ensemble des éléments à l'échelle du système de culture (Barberi, 2002) (Figure 7).

a. Les mesures prophylactiques de gestion des adventices

- *La gestion des rotations culturales*

La rotation est la succession de différentes cultures sur plusieurs années et dans la même parcelle. Elle est réfléchie en fonction des débouchés, de la rentabilité économique de la culture mais également des conditions pédoclimatiques des parcelles de l'exploitation. La rotation est efficace pour gérer la majorité des adventices hormis celles qui germent indifféremment toute l'année (*Poa annua, Matricaria recutita, Veronica persica*) et les vivaces.

La rotation permet de jouer sur l'alternance de cultures d'automne et de printemps. Cela met en décalage temporel les cycles « semis-récolte » des cultures et le cycle biologique des adventices (Métais et al., 2018).



En bleu, les mesures préventives et en rouge, les mesures curatives.

Figure 7 : Eléments de l'itinéraire technique permettant le contrôle des adventices pour une parcelle donnée, sur un cycle cultural d'une culture de céréale d'hiver, d'après (Aubertot et al., 2005 ; Valantin-Morison et al., 2008).

Une rotation longue avec de nombreuses espèces aux caractéristiques différentes, est efficace pour épuiser le stock semencier des adventices (Figure 6). Le choix d'espèces à croissance rapide et à fort pouvoir couvrant permet d'entrer au plus vite en compétition avec les adventices. Pour cette raison, mettre en place une tête de rotation dite "nettoyante" (comme une luzerne, une prairie temporaire ou un sarrasin) a pour vocation de limiter la pression adventice sur la parcelle (Gaborit, 2017). Une prairie temporaire tout comme une luzerne installée sur 2-3 ans permet non seulement d'allonger la rotation mais également de casser le cycle des cultures céréalières. Une étude menée dans la plaine de Sèvre a montré que la mise en place d'une prairie temporaire permet de réduire le nombre d'adventices problématiques (*Galium aparine, Alopecurus myosuroides, Cirsium arvense*) en système céréalier (Munier-Jolain et al., 2012).

- ***Les couverts végétaux d'interculture***

Les engrais verts sont des couverts végétaux qui visent à améliorer la fertilité des sols. Ils concurrencent le développement des adventices sous condition qu'ils soient bien développés à la fois en parties aériennes et racinaires (comme la phacélie par exemple). Certains engrais verts (avoine, vesce, moutarde ou radis) ont un effet allélopathique sur les adventices soit pendant le développement de la plante (par les exsudats racinaires) soit lors de sa destruction (par la décomposition des tissus). Par exemple les matricaires sont pénalisées dans une parcelle de seigle. Toutefois les effets de ces interactions allélopathiques restent encore mal connus et dépendent largement des conditions climatiques (Viaux, 2013).

- ***Le choix des variétés***

Une étude menée par Rasmussen *et al.* en 2000 a montré que la biomasse d'adventices est réduite de 25% si l'on sème des variétés de céréales à fort pouvoir couvrant. C'est-à-dire des cultivars à tige haute avec un taux de croissance rapide et un feuillage dense (Melander et al., 2005). Les cultivars les plus compétitifs face aux adventices sont ceux qui ont une germination rapide et qui ont une vitesse de croissance végétative avant tallage élevée. La mise en place rapide d'un réseau de racines denses et de larges feuilles pour couvrir rapidement le sol sont les critères recherchés par les agriculteurs et les conseillers qui souhaitent actionner ce levier.

- ***Les associations culturales***

Les associations interspécifiques de type céréale-légumineuse (blé/pois, triticale/féverole) permettent de diminuer la présence d'adventices par compétition vis-à-vis de la lumière. Ceci s'explique par une fermeture du couvert plus rapide qu'en culture pure. De plus, l'exploitation complémentaire des ressources en azote et autres éléments minéraux favorise les cultures au détriment des adventices (Aubertot et al., 2005 ; Hauggaard-Nielsen, Forskningscenter Risø, 2001).

Les associations végétales de type semis sous couvert ont également un rôle dans la gestion des adventices. Une étude menée par Amossé et al. en 2013 dans le sud-est de la France sur des parcelles conduites en AB a testé l'effet d'un couvert de légumineuses fourragères sur la densité d'adventices. Pour ce faire, ils ont semé mi-mars 4 types de légumineuses (*Medicago lupulina, Medicago sativa, Trifolium pratense et Trifolium repens*) dans une culture de blé tendre d'hiver au stade fin de tallage. Le couvert a été détruit par labour en janvier-février de l'année suivante. Il a permis de contrôler la densité d'adventices dans la culture de blé en place en la diminuant de 40 à 57 % par rapport au témoin sans couvert. La biomasse d'adventice a également diminué durant 6 mois après récolte du blé tout comme la densité de germination printanière d'adventices annuelles dans la culture de blé.

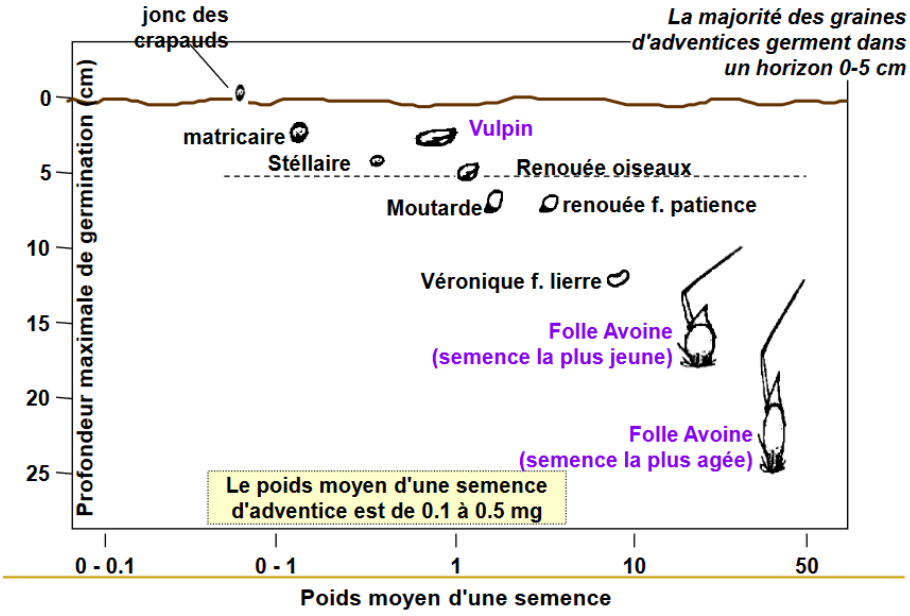


Figure 8 : Profondeur de germination des graines d'adventices selon leur poids, (H.A. Roberts in Gaborit, 2017)

Cette technique permet de maintenir un couvert entre la récolte et le semis suivant sans avoir à semer une culture intermédiaire piège à nitrate (Viaux, 2013).

- ***Le travail du sol en inter-culture***

Le déchaumage réalisé assez tôt avant la montée en graines des adventices, permet de détruire les repousses de la culture précédente ainsi que les jeunes adventices qui ont levé. Par l'action de travail mécanique du sol, le déchaumage va favoriser la germination d'autres adventices qui seront détruites ultérieurement par faux-semis successifs.

La technique du faux-semis permet de faire germer les adventices de manière volontaire en préparant un lit de semence affiné pour les éliminer ensuite avec un passage superficiel de Herse Etrille (HE) ou de Houe Rotative (HR) (3 à 4 cm de profondeur maximum) (Sicard, Fontaine, 2012). Le faux-semis est surtout efficace avant une culture de printemps pour les espèces annuelles avec un faible TAD (*Viola arvensis, Papaver rhoeas, Chenopodium album*) ou avant une culture d'automne pour les adventices avec un fort TAD (*Lolium multiflorum, Alopecurus myosuroides).* Avec cette technique on décale le développement de la culture par rapport à celui des adventices. Cette technique permet de diminuer entre 63 et 85% le stock d'adventices annuelles automnales si elle est pratiquée dans de bonnes conditions de ressuyage. En cas de mauvaises conditions d'état physique du sol, un risque de nouvelles apparitions d'adventices est possible (Aubertot et al., 2005). Le dernier passage peut en effet favoriser la germination de certaines graines en surface (Gaborit, 2017).

Le labour permet, par le retournement du sol, d'enfouir les graines et ainsi d'empêcher leur germination (Figure 8). Après le labour, on trouve moins de graines en capacité de germer dans les horizons superficiels, même si certaines sont finalement ramenées en surface (Gaborit, 2017). Cette technique est surtout efficace pour gérer les populations d'adventices à TAD élevé (majorité des graminées) (Métais et al., 2018). Le risque est de stocker dans le fond de labour les graines d'adventices avec un faible TAD et une capacité de dormance (*Chenopodium, Veronica, Avena fatua*). Il est donc important de connaître la flore adventice présente sur sa parcelle pour savoir quel levier mettre en place (Bonin et al., 2011).

Les Techniques Culturales Simplifiées (TCS) favorisent la présence et la germination de graines d'adventices dans les horizons superficiels du sol (de 0 à 5 cm de profondeur). Les TCS favorisent notamment la prédominance d'adventices annuelles et vivaces (*Cirsium arvense, Rumex crispus, Gallium apparine)* (Peigné et al., 2007). Toutefois, certaines espèces de dicotylédones annuelles peuvent être limitées par TCS *(Veronica, Papaver rhoeas, Sinapis)* puisque l'absence de labour évite la remontée de graine à longue durée de survie dans le sol (Viaux, 2013).

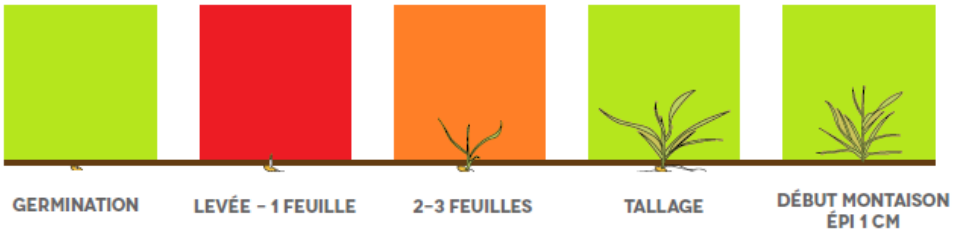
- ***Les conditions de semis***

La date de semis ainsi que la profondeur doivent être réfléchies selon les interventions de travail du sol à prévoir. Dans tous les cas le sol doit être plan pour une profondeur de semis homogène et une levée qui le sera également. La profondeur est augmentée de 1cm par rapport à la préconisation si un passage de herse étrille ou de houe rotative en post-semis est prévu. Pour les céréales, une profondeur de 3-4 cm est conseillée (Communication personnelle, Olivier Guérin).

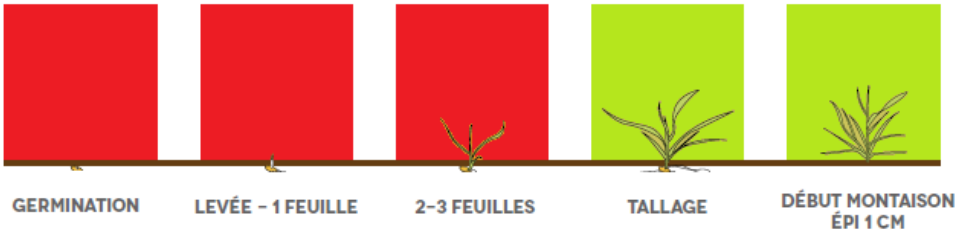
Le semis tardif des céréales est conseillé pour favoriser le développement de la culture en présence de peu d'adventices concurrentielles (Sicard et al., 2012 ; ITAB, 2005).

La densité de semis est augmentée de 20% en céréales à paille biologique par rapport au conventionnel. L'intérêt de semer plus dense est d'arriver à couvrir le sol rapidement et de pouvoir compenser les pertes au cours de la germination (Bond, Grundy, 2001).

HERSE ETRILLE et HOUE ROTATIVE



BINEUSE



Légende :

- Passage déconseillé
- Passage moyennement adapté
- Passage optimal

Figure 9 : Plages d'intervention des outils de désherbage mécanique sur les céréales, d'après (Le Quinterc, Maréchal, 2015 ; Agro-Transfert, 2007c ; 2007a).

Les semoirs à disques non combinés à un outil de préparation du sol perturbent moins les premiers centimètres de sol que ceux combinés et stimulent moins de levées d'adventices. Moins le sol est perturbé lors du semis, moins on provoque de germination d'adventices (Métais et al., 2018).

- ***Autres mesures préventives innovantes***

Lors de la récolte, des graines d'adventices peuvent être ramassées par la moissonneuse-batteuse en même temps que la culture de rente. 75% de ces graines adventices se retrouvent dans les menues pailles. En France trois équipements combinés à la moissonneuse-batteuse existent pour récolter ces menues pailles. Arvalis a mené un essai pour mesurer l'impact de l'exportation des menues pailles sur le stock semencier de ray-grass. Cet export limite bien l'expansion du ray-grass en n'alimentant plus son stock semencier mais ne l'élimine pas totalement (Métais et al., 2018).

D'autres moyens de prévention tels que le lavage des outils de culture, une fertilisation adaptée ou encore la fauche les abords des parcelles peuvent être imaginés. Une sur-fertilisation du sol en azote favorise les espèces nitrophiles (*Alopecurus myosuroides*) (AgroBio, 2009).

b. Maîtrise des adventices en cours de culture, les solutions curatives

- ***Le désherbage mécanique***

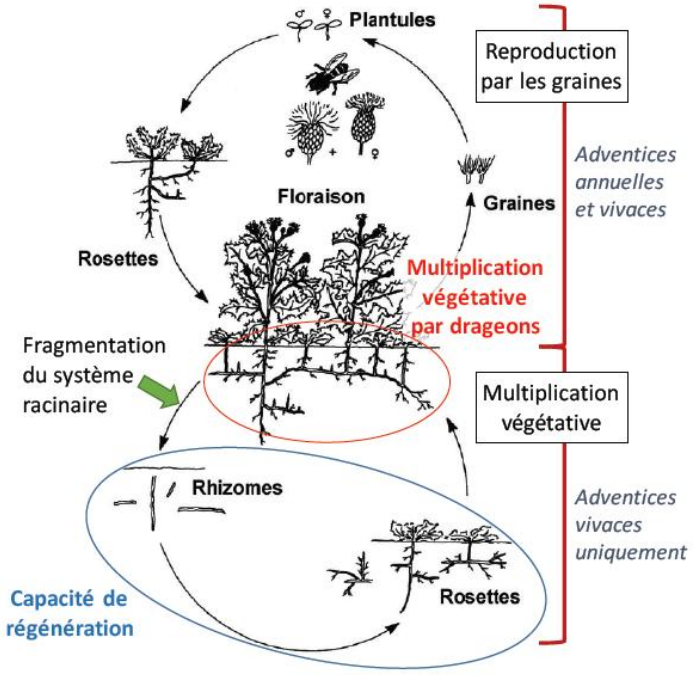
Les agriculteurs peuvent recourir à différents outils pour intervenir en cours de culture si l'infestation est trop importante et risque de diminuer le rendement à la récolte. Les stratégies de désherbage les plus efficaces sur blé tendre d'hiver (de 40 à 50% d'efficacité) sont celles constituées d'un premier passage précoce (en prélevée et au stade 3 feuilles) puis de nombreux autres passages d'outils (Bonin et al., 2011).

Trois outils sont majoritairement utilisés pour le désherbage mécanique :

- La herse étrille travaille le sol indépendamment de la position des rangs de céréales. Elle permet un désherbage sur toute la surface sous réserve que cette dernière soit bien plane et avec peu de résidus de culture. Elle arrache puis recouvre les adventices aux stades filamentaires, cotylédons et 2-3 feuilles. Les stades d'utilisation sur les céréales sont représentés sur la figure 9. L'efficacité est remarquable sur les dicotylédones et les graminées annuelles mais peu sur les vivaces (Gaborit, 2017 ; Agro-Transfert, 2007b).

- La houe rotative a un usage proche de celui de la HE avec une meilleure efficacité sur sol battant. Cet outil sectionne puis déchausse les adventices. Elle est efficace sur les graminées et quelques dicotylédones annuelles (*Galium aparine, Veronica, Stellaria media, Sonchus asper*) aux stades fil blanc, cotylédons jusqu'au stade 2-3 feuilles (Gaborit, 2017 ; Agro-Transfert, 2007c).

- La bineuse à dents permet de travailler l'inter-rang des cultures semées en ligne et de recouvrir les adventices présentes sur le rang. Cette méthode nécessite de soigner le semis en écartant ses rangs d'au moins 25 cm. Sur céréales, on peut intervenir du stade tallage au stade deux nœuds (Lemoine, Maréchal, 2014 ; Gaborit, 2017). L'utilisation d'une bineuse pour désherber permet d'obtenir une efficacité d'élimination de 40 à 60% des adventices. (Bonin et al., 2011).



Cycle de développement du chardon des champs.
(D'après les Livrets de l'agriculture n°17)

Figure 10 : Exemple du cycle de développement d'une adventice vivace : le chardon des champs, (Agro-Transfert, 2014).

La précision de l'utilisation de la bineuse est augmentée grâce au système de guidage actif par caméra située sur la bineuse ou par autoguidage RTK du tracteur (Métais et al., 2018).

Tous ces outils, lorsqu'ils sont utilisés en conditions optimales ont une efficacité d'environ 70% sur les adventices. Leur efficacité moyenne est plus proche de 40% (Sicard, Fontaine, 2012).

- ***D'autres méthodes curatives alternatives***

Parmi les autres méthodes curatives qui existent pour désherber les cultures, on peut citer l'écimage. Cette technique consiste à couper les adventices dépassant la culture d'au moins 20 cm et ce avant qu'elles n'aient atteint le stade de grenaison. Cette opération permet d'éviter un retour au sol d'un stock de graine (Gaborit, 2017).

Il est également possible de désherber thermiquement les parcelles. La destruction des adventices par la chaleur fait éclater les cellules végétales et provoque leur mort. Cette technique ne convient ni aux vivaces ni aux graminées car elle ne permet pas d'atteindre les racines et l'apex. Sur les adventices au stade plantule, cette méthode en prélevée de la culture a une efficacité supérieure à 80% (Gabnor, 2012).

Enfin, on citera le désherbage manuel, solution non systématique mais qui peut être utilisée en cas d'infestation trop importante de vivaces ou autre graminées, dicotylédones sur des zones délimitées (Gaborit, 2017). Il est estimé que 50 à 70% des producteurs dans le monde désherbent manuellement leurs cultures (Aubertot et al., 2005).

c. Cas particulier de la gestion des vivaces

Les vivaces sont les adventices les plus difficiles à contrôler du fait de leur multiplication végétative par fragmentation de leur appareil végétatif (Figure 10).

La gestion des vivaces se fait avec un travail du sol profond et intensif dans la durée. Le but étant d'extraire le système racinaire du sol et de le laisser se dessécher par action de la chaleur et du vent. Les outils à dents, tels que les vibroculteurs permettent de faire ressortir les racines du sol. Les outils à disques sont à éviter pour les vivaces, car ils sectionnent les organes végétatifs et favorisent ainsi la multiplication végétative.

Outre l'affaiblissement de l'appareil racinaire, les fauches ou déchaumages de l'appareil aérien épuisent également les vivaces qui puisent dans leurs ressources pour produire de nouvelles parties aériennes (Agro-Transfert, 2014).

Les rotations longues avec cultures ou des couverts végétaux « nettoyants », c'est-à-dire à enracinement profond ou forte couverture du sol, permettent de concurrencer les vivaces pour l'accès aux ressources (eau, nutriments, lumière) (Gaborit, 2017 ; ITAB, 2005).

Brandsæter et al. en 2017 ont mené une étude sur la gestion des adventices vivaces en Norvège. La méthode de lutte la plus efficace, parmi celles citées plus haut, varie selon les espèces. Par exemple, les populations de *Cirsium arvense* et de *Sonchus arvensis* ont diminué lorsqu'une culture de printemps est mise en place entre deux cultures d'hiver. *Elymus repens* n'est quant à lui pas sensible à la période de travail du sol mais au fait de réaliser un déchaumage.

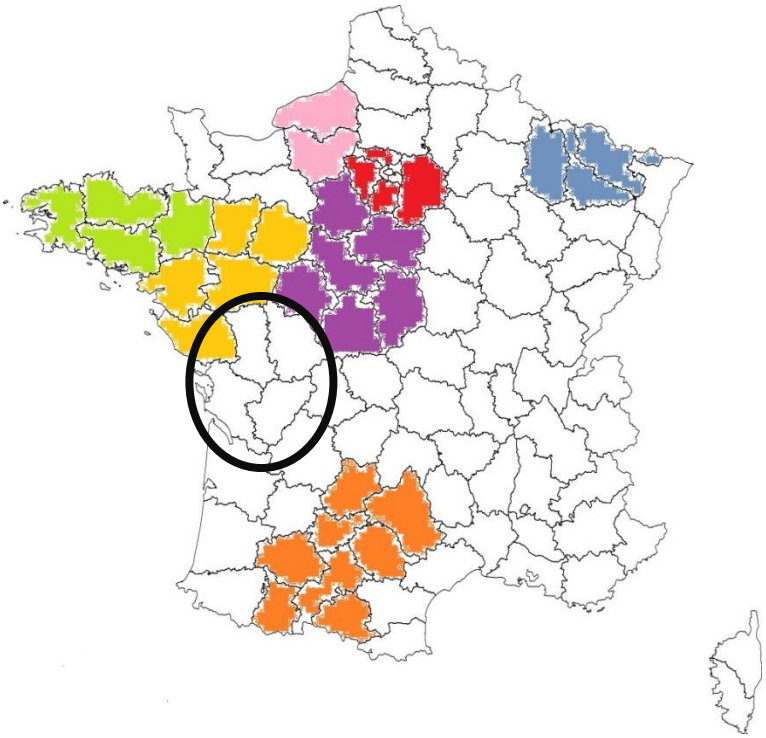
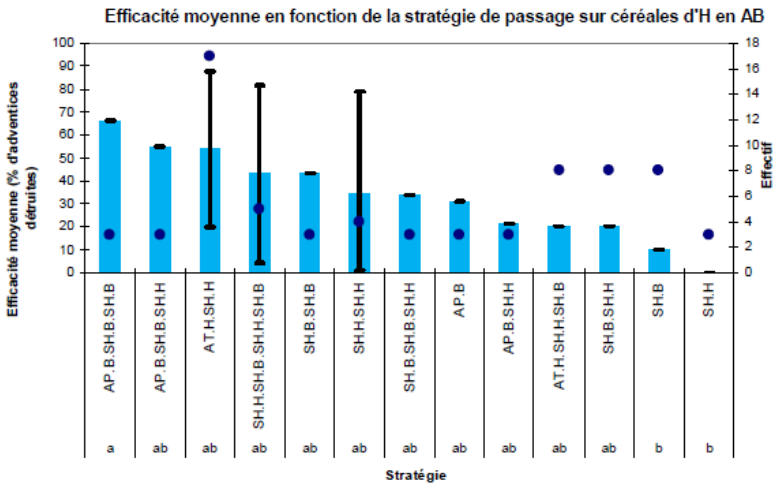


Figure 11 : Localisation des références en terme de recherche sur le désherbage mécanique en région avec une lacune en Poitou-Charentes, d'après actes colloque Rennes 2011.



Légende : AP Automne Précoce (de la pré-levée au stade 3F), AT Automne Tardif (du stade 4F au début tallage), SH Sortie d'Hiver (à partir du tallage), H houe rotative ou herse étrille, B Bineuse. Ex : AP.H.SH.H signifie qu'il y a eu un passage de herse/houe en Automne Précoce, c'est-à-dire en pré-levée et un passage de herse/houe en Sortie d'hiver c'est-à-dire à partir du tallage.

Figure 12 : Efficacité de la gestion des adventices selon les stratégies de passage d'outils, (Bonin et al., 2011).

4) Problématique du stage

Actuellement, peu de références existent sur les techniques de désherbage mécanique en AB et les agriculteurs sont peu informés des recherches à ce sujet. Jusqu'au début des années 2000, les références étaient essentiellement des témoignages verbaux. La formalisation scientifique des connaissances dans ce domaine est récente et contextualisée uniquement dans certaines zones du territoire français. Un effort de développement et de transfert de savoir vers les producteurs était nécessaire. Les résultats actuels sur le désherbage mécanique proviennent des études menées dans le cadre du programme de recherche CASDAR n°8135 engagé de 2009 à 2011 : « Optimiser et promouvoir les pratiques de désherbage mécanique». Ce programme a permis la production de références dans 7 régions (Figure 11). L'Institut Technique de l'Agriculture Biologique a produit un document en 2012 dans le cadre de ce projet avec des cas types par région mais les essais n'ont pas été menés en région Nouvelle-Aquitaine ni en Poitou-Charentes.

Il existe donc une demande de production de références dans ce domaine pour le contexte pédoclimatique picto-charentais afin de conseiller les agriculteurs du territoire sur les bonnes pratiques de gestion des adventices dans un système qui exclut l'usage d'herbicides (Harker, O'Donovan, 2013).

Ce stage a pour objectif de qualifier l'efficacité d'un passage de désherbage mécanique précoce en prélevée en culture de céréales d'hiver, mais également d'identifier les autres leviers de régulation des adventices mis en œuvre par les agriculteurs de la zone Poitou-Charentes. Il s'agit à la fois d'apporter des solutions aux agriculteurs investis dans la production biologique et de faciliter la conversion de ceux qui le souhaitent en leur fournissant des solutions de désherbage mécanique efficaces en AB.

Le travail réalisé s'inscrit également dans la démarche du plan Ecophyto2 visant à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture conventionnelle puisque le désherbage mécanique, indispensable en AB, peut également être employé en conventionnel.

Quel est l'effet d'un passage de HE ou de HR précoce sur la flore adventices et par conséquent sur le rendement de la culture ?

Quel(s) leviers(s) de gestion des adventices est(sont) le(s) plus efficace(s) ?

5) Objectifs du stage

Dans cette étude on s'interroge sur l'effet que peut avoir un désherbage précoce post-semis sur la levée des adventices en céréales d'hiver.

Afin de répondre à ce questionnement, les hypothèses suivantes sont émises :

- Le passage de désherbage mécanique à l'aveugle en prélevée diminue la densité d'adventices par rapport à une situation sans ce passage précoce.
- Le rendement en zone désherbée précocement doit être moins pénalisé par les adventices que la zone témoin (Figure 12) (Bonin et al., 2011).

Les objectifs de ce travail sont les suivants:

- Déterminer si un passage de désherbage précoce à l'automne permet de limiter la flore adventice.
- Identifier les éléments de l'itinéraire technique les plus efficaces face aux adventices et pénalisant le moins le rendement de la culture.

Tableau 1: Nombre de parcelles aux différentes étapes de travail.

Relevé d'adventices 1	Relevé d'adventices 2	Récolte	Questionnaire
41 parcelles	35 parcelles	23 parcelles	23 agriculteurs 22 entretiens 1 agriculteur → plusieurs parcelles

Tableau 2 : Liste des espèces cultivées dans le réseau et nombre de parcelles concernées.

Espèce cultivée	Nombre de parcelles concernées	Dont parcelles		
		C1	C2	Bio
Blé tendre d'hiver	15	5	1	9
Orge d'hiver	4	1	3	0
Engrain	6 (2 parcelles sans questionnaire d'enquête)	0	0	4
Triticale	4	2	2	0
Grand épeautre	1	0	0	1
Seigle	1	0	0	1
Blé-pois	2	1	1	0
Blé-féverole	1	1	0	0
Triticale-pois	4	0	3	1
Triticale-féverole	2	0	0	2
Avoine-féverole	1	1	0	0

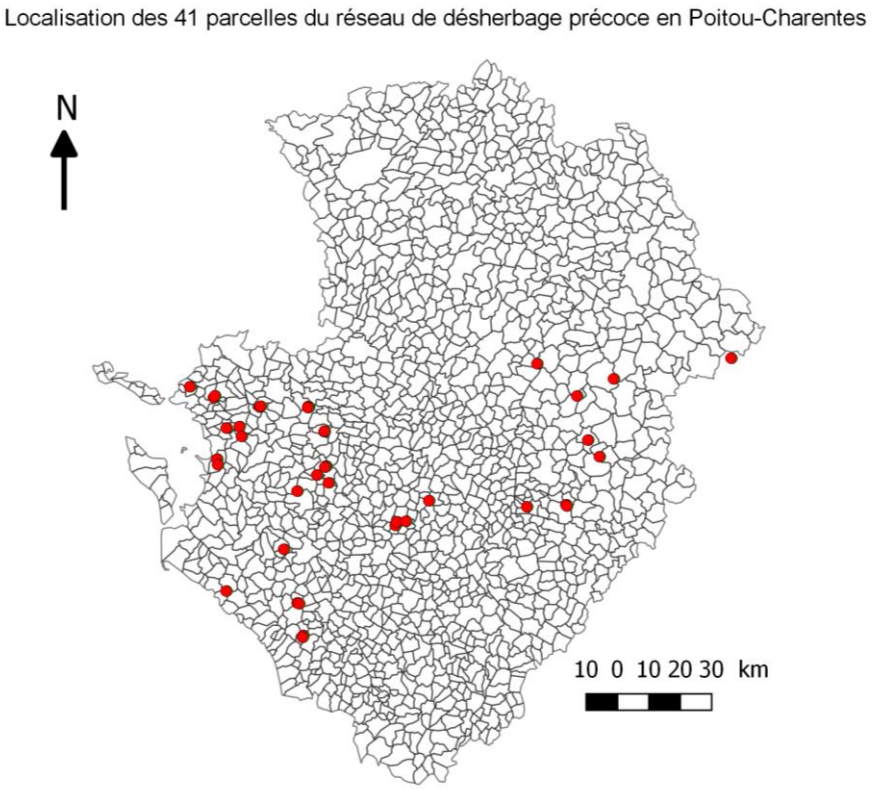


Figure 13 : Carte des 41 parcelles du dispositif en Poitou-Charentes, réalisée avec le logiciel QGIS.

Pour répondre à ces objectifs, le stage est divisé en trois grandes missions (Planning détaillé visible en annexe 1). Tout d'abord, la réalisation de deux relevés floristiques sur les zones désherbées précocement ou non. Ensuite, le recensement des itinéraires techniques de chacune des parcelles par entretiens dirigés. Enfin, la récolte des céréales pour mesurer leur rendement.

II- Matériel et méthodes

1) Mise en place d'un réseau de 41 parcelles

Un réseau de 41 parcelles expérimentales chez 23 agriculteurs a été mis en place en amont du stage. Le nombre de parcelles concernées par les différentes étapes du projet sont présentées dans le tableau 1. Sur ces 41 parcelles, un passage de désherbage précoce a été testé sur céréales d'hiver (Annexe 2). Les espèces de céréales d'hiver présentes sur les parcelles du réseau sont données dans le tableau 2.

Les agriculteurs impliqués dans le projet se trouvent sur le territoire du Poitou-Charentes et font partie de 9 réseaux agricoles différents : des Chambres d'agriculture de la Charente-Maritime, de la Charente et de la Vienne, de la FRAB Nouvelle Aquitaine ainsi que des coopératives présentes sur le territoire : Terrena, Ocealia, Corab, Cavac et Biograins. Un agriculteur est à la frontière entre Vienne et Haute-Vienne. Il sera tout de même considéré comme appartenant à l'espace du Poitou-Charentes pour cette étude (Figure 13).

Cette méthode expérimentale en réseau de parcelles agricoles a pour but de produire des références d'efficacité d'un passage de désherbage précoce en Poitou-Charentes mais aussi d'investir les agriculteurs en tant qu'acteur dans une démarche d'essai. En mettant en place l'essai et en le suivant tout au long de l'année, les agriculteurs sont davantage impliqués dans le projet. Ils ont testé le passage d'un outil de désherbage mécanique (Herse Etrille ou Houe Rotative) en post-semis / prélevée sur une ou plusieurs de leurs parcelles en conservant une zone témoin sans passage précoce. Ce passage est également appelé « passage à l'aveugle ». Cette bande témoin est, dans la plupart des cas, de largeur égale à celle de l'outil passé (12 m par exemple) et longue d'environ 50 m.

2) Relevés de la biodiversité des adventices au champ

Les méthodes de relevés d'adventices ont été choisies afin de satisfaire deux exigences :

- Arriver à percevoir au mieux l'hétérogénéité de chaque parcelle ;

- Ne pas passer trop de temps sur chacune d'entre elle au regard de leur nombre important.

Une parcelle constitue un individu statistique et on s'intéresse aux adventices sur deux modalités : la zone sans passage de désherbage précoce dite « témoin » et la zone avec passage dite « Désherbage Précoce » (DP). Les identifications d'espèces d'adventices sont réalisées grâce aux ouvrages suivants (Mamarot, Rodriguez, 2014 ; Fitter et al., 2012).

a. Plan d'échantillonnage des relevés floristiques

Un premier relevé d'adventice est réalisé en sortie d'hiver et un second au printemps.

Afin de déterminer le nombre d'échantillons à mesurer sur une parcelle par modalité, on utilise la méthode de l'aire minimale. Il s'agit de la surface minimale à partir de laquelle on récupère au moins 80% de la diversité spécifique (Meddour, 2011). Pour cela une « courbe aire-espèce » est réalisée, permettant d'apprécier la diversité spécifique observée selon l'effort d'échantillonnage produit. Cette courbe est obtenue à partir du package Vegan du logiciel R (Marcon, 2015).

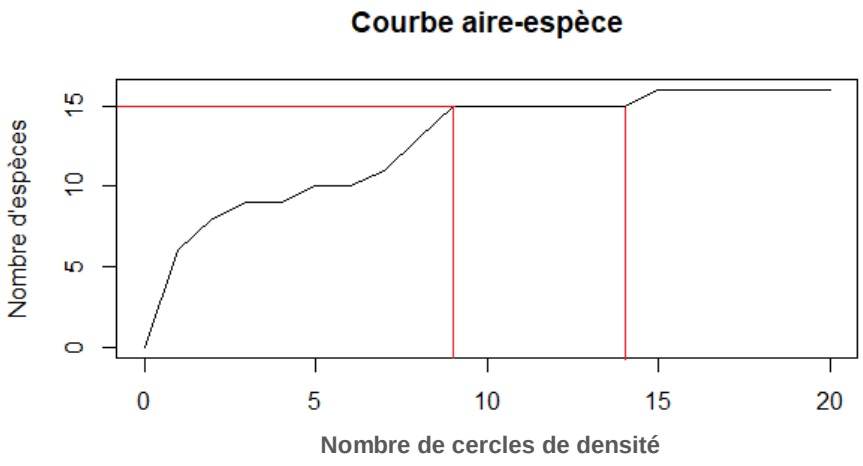


Figure 14 : Courbe Aire-Espèce, (Marcon, 2015 ; Meiss, 2010).

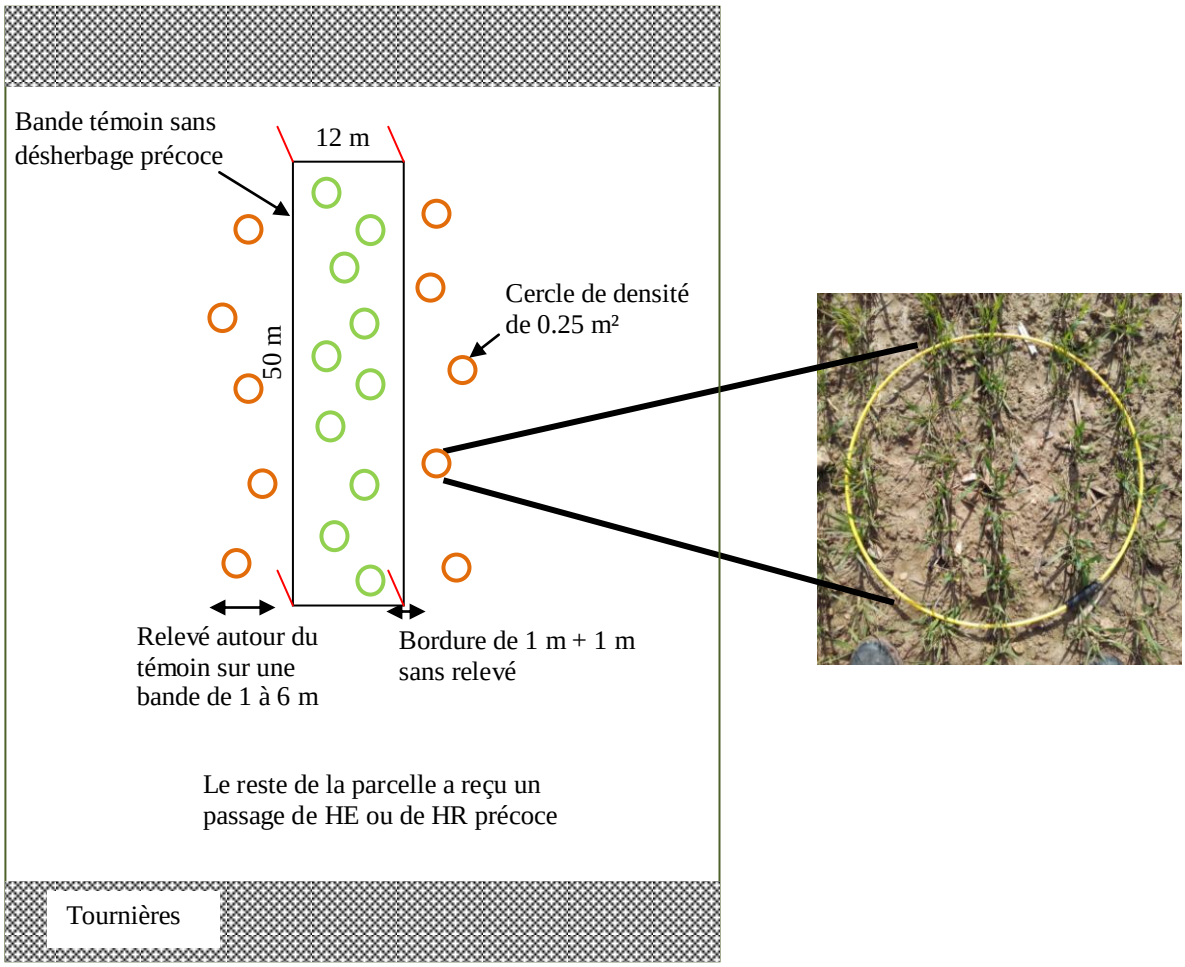


Figure 15 : Schéma du plan d'échantillonnage et photo d'un relevé à l'aide d'un cercle de densité sur des céréales au stade tallage.

La courbe aire-espèce est réalisée sur une parcelle avec une richesse spécifique importante (16 espèces y sont identifiées). Elle indique que 94% de la diversité spécifique est prise en compte lorsqu'on effectue entre 7 et 12 relevés (15 espèces sont identifiées sur un total de 16) (Figure 14). De plus, les dernières espèces relevées le sont en faible nombre. Avec 10 relevés les espèces principalement présentes sur la parcelle sont identifiées.

On choisit donc de réaliser 10 mesures par modalité (témoin et DP). Le premier relevé se fait à l'aide de cercles de densité d'une surface de 0.25 m² et le second sur une surface de 1 m². Au sein des deux zones de relevé, l'échantillonnage est aléatoire par déambulation dans les deux espaces. Une bordure de 1 m de part et d'autre de la limite de la zone témoin est évitée. Pour la modalité DP, on prélève à une distance comprise entre 1 et 6 m (la moitié de la largeur du témoin). Bien qu'un nombre de 10 mesures soit fixé par modalité, chaque parcelle est observée dans sa globalité et les relevés peuvent être adaptés selon l'hétérogénéité observée (Figure 15).

Cette méthode de relevé de flore adventice a pour avantages de nécessiter peu de matériel, de ne pas être destructive et d'être objective. Elle est en revanche circonscrite à une zone de la parcelle, dont le positionnement, fait par l'agriculteur, répond à des critères de représentativité : suffisamment éloignée des bordures, en dehors de zones vivaces connues.

b. Variables mesurées pour chacun des deux relevés d'adventices

- *Relevé sortie d'hiver*

Le premier relevé d'adventices devrait être réalisé en sortie d'hiver avant les autres interventions de désherbage mécanique. Pour des raisons logistiques, ce relevé a été effectué aux mois de mars-avril sur des céréales du stade plein tallage au stade épi 1 cm pour les derniers comptages. Il a pour but d'évaluer la performance de l'itinéraire technique mené jusqu'à présent.

Pour chaque cercle, la richesse ainsi que l'abondance spécifique sont mesurées. La richesse spécifique correspond au nombre d'espèces recensées. L'abondance spécifique est le nombre d'individus recensés par espèce en moyenne sur les 10 relevés ramenés au m² (Marcon, 2015).

Sur les parcelles ayant subi un binage, on réalise un autre comptage en plaçant un mètre le long du rang biné et en relevant les mêmes éléments que dans les cercles. En effet l'inter-rang étant dépourvu d'adventices sur les deux zones (témoin et DP), cette mesure permet une meilleure comparaison avec les parcelles non binées en vue d'évaluer l'efficacité du passage à l'aveugle. Là encore, 10 comptages par modalité sont mis en place.

- *Relevé avant récolte*

Le deuxième relevé est effectué aux stades mi-épiaison à remplissage des grains des céréales de fin mai à mi-juin. Il a pour but d'identifier le nombre d'adventices qui vont grainer et donc augmenter le stock semencier. Lors de ce second relevé, 10 observations sont réalisées par modalité de manière aléatoire afin de parcourir l'hétérogénéité de la zone d'essai.

Les observations se font par évaluation visuelle du nombre d'adventices sur une surface de 1 m² grâce à une échelle de Barralis modifiée (Cellier et al., 2017): **1** = 0 à 10 plantes, **2** = 11 à 20 plantes, **3** = 21 à 50 plantes, **4** = 51 à 100 plantes, **5** = 101 à 150 plantes, **6** = 151 à 200 plantes, **7** = 201 à 300 plantes, **8** = >300 plantes. Les classes sont ajustées afin de convenir aux observations du premier relevé d'adventices, dans un contexte d'AB.

Ce relevé a été effectué sur seulement 35 parcelles. Six parcelles n'ont pas été étudiées pour diverses raisons (jalons non retrouvés ou retirés, parcelle fauchée).

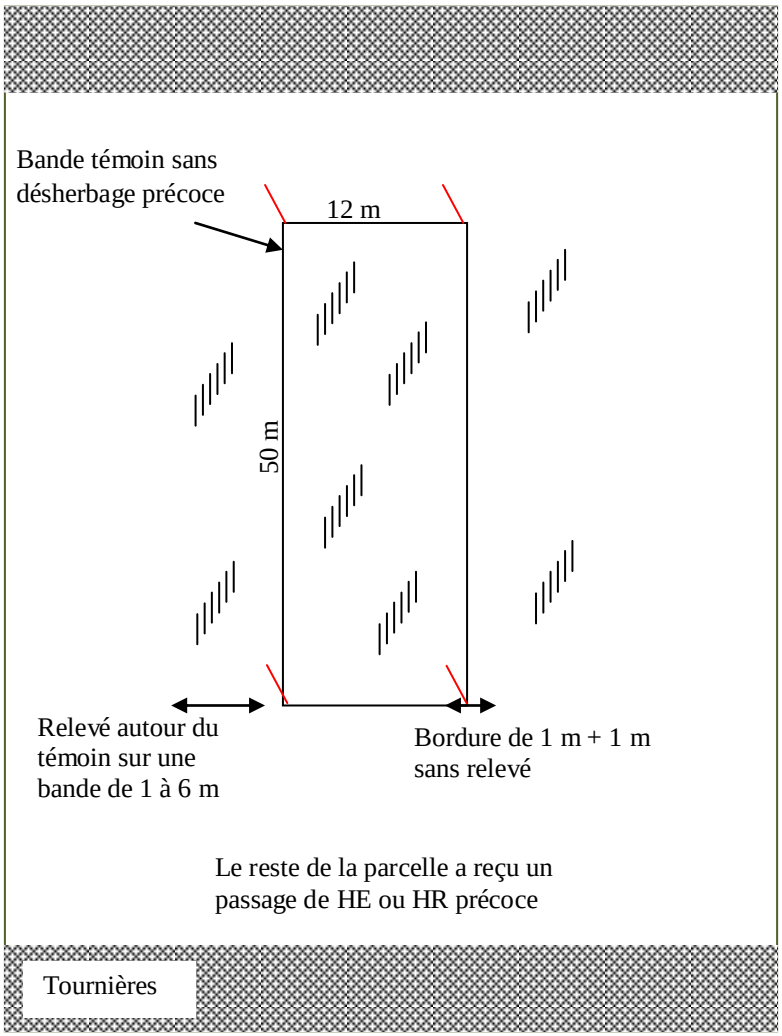


Figure 16 : Schéma du protocole d'échantillonnage pour évaluer le rendement en céréale.

Tableau 3 : Code EPPO des 10 adventices à la fois les plus nuisibles et les plus fréquentes sur l'ensemble des parcelles du réseau.

Code EPPO	Nom français	Nom latin	Seuil de nuisibilité *
ALOMY	Vulpin des champs	*Alopecurus myosuroides*	Forte
AVEFA	Folle avoine	*Avena fatua*	5.3
GALAP	Gaillet gratteron	*Galium aparine*	1.8
LOLMU	Ray-grass d'Italie	*Lolium multiflorum*	25
MATCH	Matricaire camomille	*Matricaria recutita*	22
PAPRH	Pavot coquelicot	*Papaver rhoeas*	22
SINAR	Sanve	*Sinapis arvensis*	Forte
STEME	Stellaire intermédiaire	*Stellaria media*	26
VERHE	Véronique à feuilles de lierre	*Veronica hederifolia*	44
VERPE	Véronique de Perse	*Veronica persica*	26

*Correspond au nombre d'adventices par m² entrainant une baisse de rendement de 5% de la culture en système conventionnel (Source : Arvalis).

3) Rédaction du questionnaire d'enquête et réalisation des entretiens

Le questionnaire d'enquête (visible en annexe 3), a été construit afin de réaliser des entretiens individuels directifs avec les agriculteurs. 22 entretiens (directs, téléphoniques ou mails) ont été menés avec ce questionnaire composé de 3 parties. Il a pour but de recenser les pratiques culturales mises en place par les agriculteurs sur les 41 parcelles ainsi que des informations sur les adventices. Ces données serviront à la fois à comparer les différentes méthodes utilisées pour lutter contre les adventices et à expliquer les densités d'adventices observées lors des relevés.

La première partie du questionnaire consiste en une présentation générale des caractéristiques de l'exploitation et de l'expérience en AB. La deuxième partie est une discussion sur les caractéristiques de la parcelle choisie pour réaliser l'essai (type de sol, adventices problématiques). La troisième et dernière partie recense les précédents culturaux et les éléments de l'itinéraire technique réalisés par l'agriculteur sur sa parcelle d'essai. Les différentes variables extraites de ce questionnaire et utilisées pour les traitements sont présentées en annexe 4 ainsi que les modalités correspondantes.

4) Récolte et battage à poste fixe

Une évaluation du rendement par modalité est effectuée par récolte manuelle puis battage à poste fixe sur 23 parcelles du réseau et ce, quelques jours avant la récolte par l'agriculteur.

Sur chaque parcelle, 4 placettes par modalité sont récoltées à la main. Une placette correspond à 6 fois un mètre linéaire décalé (Figure 16). Sur les parcelles binées, avec des inter-rangs plus larges, seuls 4 mètres linéaires contigus sont récoltés. L'inter-rang est mesuré pour connaitre la surface prélevée. Le nombre d'épis est compté sur chaque placette avant d'être conditionné dans un sachet libellé pour le battage. La récolte est conservée dans une pièce sèche avant de réaliser le battage à poste fixe sur une moissonneuse-batteuse d'expérimentation. Les grains sont récupérés à l'issue de cette opération et pesés pour chaque placette.

L'humidité des grains est mesurée à l'aide d'un humidimètre afin de corriger les rendements à une valeur d'humidité de 15%. Le rendement est alors converti en q/ha et la densité d'épis par m² est calculée.

5) Analyse des données collectées

L'ensemble des traitements statistiques est réalisé avec le logiciel R Studio version 1.1.447.

a. Etude de la flore adventice

Grâce à l'inventaire des espèces d'adventices réalisé lors du premier relevé, il est possible d'identifier les espèces à la fois les plus nuisibles et les plus fréquentes sur l'ensemble des parcelles. Sont ainsi retenues les 10 espèces les plus fréquentes (au minimum sur 17% des parcelles). Les 10 adventices retenues sont désignées par leur code EPPO (European and mediterranean Plant Protection Organization) (Tableau 3).

b. Identification de groupes de parcelles

Les informations issues du questionnaire servent, dans un premier temps, à caractériser les parcelles selon les éléments de leur itinéraire technique qui influencent la densité d'adventices. Le désherbage précoce est un des leviers de gestion des adventices mobilisable par l'agriculteur. Il est intéressant de comparer par ailleurs les autres leviers mis en œuvre par les agriculteurs biologiques du réseau.

Pour cela, 18 variables actives liées à l'itinéraire technique de la parcelle sont retenues (rotation, travail du sol en inter-culture, semis, désherbage, amendement et fertilisation). Les densités d'adventices par modalité et pour chaque relevé sont utilisées en tant que variables illustratives tout comme l'expérience en AB et la texture du sol. Certaines variables quantitatives ont préalablement été regroupées en classes afin de les transformer en variables qualitatives pour satisfaire à l'analyse (Annexe 5).

Pour réaliser l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM), les packages FactoMineR (fonction MCA), missMAD (gestion des données manquantes) et factoextra (graphisme) ont été utilisés. Seuls les plans factoriels avec un pourcentage d'inertie supérieur à (2/Nb de variables)% sont intéressants à interpréter.

L'ACM est suivie d'une classification ascendante hiérarchique à l'aide de la fonction HCPC du package FactoMineR. La description des groupes issus de la classification est réalisée avec la fonction desc.var. Les modalités des variables retenues pour caractériser les groupes sont celles avec une valeur test supérieure à |2|.

c. Etude des corrélations entre densités d'adventices et techniques culturales

Pour le relevé n°1 (respectivement n°2), la variable de densité d'adventices (illustrative) est complétée par 10 (respectivement 9) variables quantitatives actives reprenant les éléments de l'itinéraire technique influençant le nombre d'adventices pour chaque relevé et 3 variables qualitatives supplémentaires extraites du questionnaire.

Le but est d'identifier les corrélations entre les densités d'adventices du témoin et les techniques culturales, autres que le désherbage précoce, connues pour leur régulation des populations d'adventices. Les variables sont d'abord centrées-réduites avant d'être analysées par une Analyse en Composantes Principales (ACP) à l'aide de la fonction PCA de FactoMineR. Seuls les axes avec plus de (1/Nb de variables) % d'inertie sont analysés.

Les liens identifiés entre variables (éléments de l'itinéraire technique et densités d'adventices) grâce aux ACM et ACP sont représentés sous forme de boxplot afin de valider les tendances observées.

d. Effet du désherbage précoce sur la densité d'adventices, le nombre d'épis et le rendement

L'effet du désherbage précoce est étudié sur chaque parcelle et chaque relevé de manière individuelle. Sur chaque modalité, il y a 10 répétitions de comptage d'adventices. Pour le premier comptage de sortie d'hiver, la somme du nombre d'adventices pour l'ensemble des espèces relevées par cercle et ramenée à 1 m² correspond à une mesure. Les notes du second relevé sont transformées en nombre d'adventices par m² en prenant le centre de chaque classe de l'échelle de Barralis modifiée.

Pour chaque relevé, l'efficacité du passage de désherbage précoce est calculée ainsi :

((Densité témoin – Densité DP) / Densité témoin) * 100.

Afin de déterminer si le passage de désherbage précoce a un effet significatif sur le nombre d'adventices, des analyses de variance (seuil de significativité de 5%) sont réalisées avec la fonction AovSum du package FactoMineR selon le modèle suivant :

$$\text{Densite_adv_releve (1 ou 2)} = \mu + DP + \varepsilon$$

Avec Densite_adv_releve (1 ou 2), la densité d'adventice relevé par m² pour chaque relevé;

DP, la variable qui indique la modalité sur laquelle se trouve la mesure de densité : désherbage précoce, modalité « oui » et témoin sans désherbage précoce, modalité « non ».

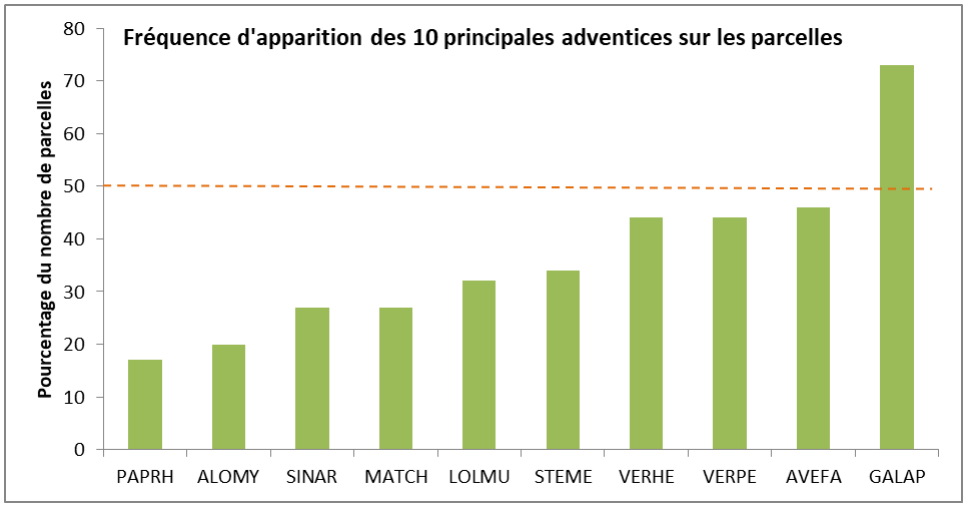


Figure 17 : Fréquence d'apparition des adventices sur les 41 parcelles du réseau.

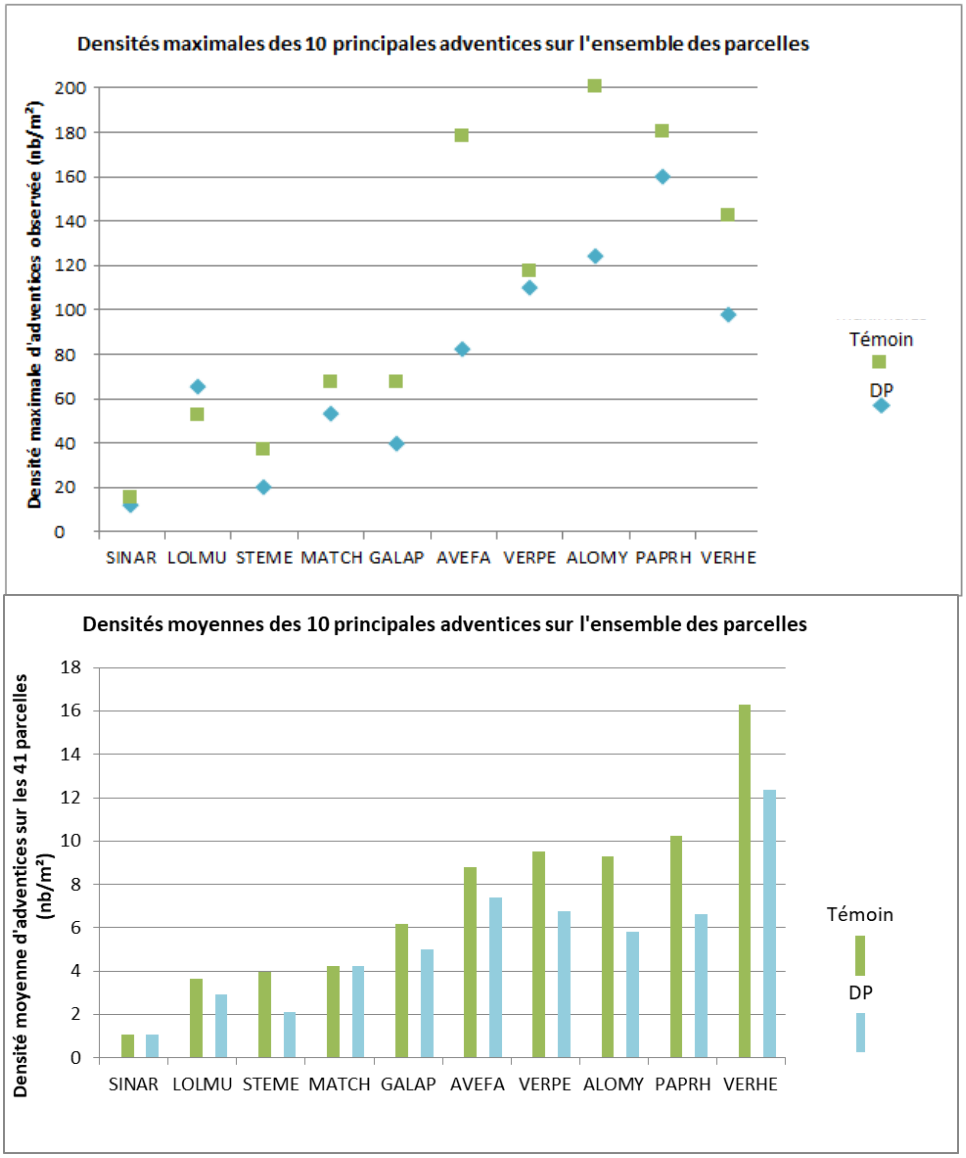


Figure 18 : Densités maximales et moyennes des adventices sur l'ensemble du réseau, la densité minimale étant de 0 pour chacune des adventices.

Au préalable de l'analyse de variance, trois hypothèses sont vérifiées :

- La normalité des résidus avec le test de Shapiro-Wilks ;
- L'homoscédasticité des variances avec le test de Bartlett ;
- L'indépendance des résidus avec les graphiques des résidus de l'ANOVA.

Les densités d'adventices sont transformées en amont à l'aide de la fonction logarithmique pour satisfaire à l'hypothèse de normalité des résidus.

Si les hypothèses de normalité et d'homoscédasticité ne sont pas vérifiées, l'effet du désherbage précoce est tout de même testé avec le test non paramétrique de Kruskal-Wallis.

De la même manière, des analyses de variance sont mises en œuvre pour tester l'effet du désherbage précoce à la fois sur le nombre d'épis et sur le rendement selon le modèle suivant :

$$\text{Rendement (q/ha) / Nombre d'épis (par m}^2\text{)} = \mu + DP + \varepsilon$$

Le modèle est similaire à celui du paragraphe c et les mêmes hypothèses de l'analyse variance sont vérifiées.

III- Résultats

Pour la majorité des parcelles, le témoin n'a pas reçu le passage à l'aveugle et a reçu les autres passages de désherbage mécanique comme précisé dans le protocole. Cependant, sur deux parcelles (2 et 26), le témoin n'a ni reçu le passage à l'aveugle ni le ou les passages de désherbage mécanique suivants. Les résultats de ces parcelles sont donc à interpréter différemment.

1) Caractérisation de la flore adventice

Le premier relevé d'adventices a permis de recenser 69 espèces. Ces espèces sont courantes sur les espaces agricoles cultivés. Ont été répertoriées, 9 espèces de graminées, 9 espèces de vivaces et 51 espèces de dicotylédones. Les dicotylédones représentent 75% des espèces observées pour 22% de graminées et 3% de vivaces.

Au sein des dix adventices à la fois les plus nuisibles et les plus présentes dans cette étude, une est commune à 74% des parcelles, *Galium aparine* (Figure 17). Les infestations sont variables selon les parcelles et peuvent atteindre des densités maximales élevées comme par exemple 200 *Alopecurus myosuroides* par m², espèce présente sur 20% des parcelles avec en moyenne 9 individus par m² (Figure 18). Pour les dix adventices, la densité moyenne sur la partie désherbée est inférieure à celle sur le témoin avec des efficacités variant entre 0.5% (*Matricaria recutita*) et 46% (*Stellaria media*). Le désherbage mécanique précoce a une efficacité supérieure à 20% sur six adventices parmi les dix. *Stellaria media* est l'adventice la mieux régulée par cette technique devant *Alopecurus myosuroides* (37%), *Papaver rhoeas* (35%), *Veronica persica* (28%), *Veronica hederifolia* (24%) *et Lolium multiflorum* (20%).

Galium aparine est une espèce à germination automnale/hivernale tout comme *Avena fatua*, *Alopecurus myosuroides*, *Veronica hederifolia*, *Papaver rhoeas* et *Stellaria media*. *Lolium multiflorum*, *Matricaria recutita*, *Veronica persica* et *Sinapis avensis* n'ont pas de période de germination préférentielle. Certaines de ces adventices ont une prédilection pour les sols argilo-calcaires (24 parcelles sur 41) très présents en Poitou-Charentes : *Avena fatua*, *Alopecurus myosuroide*, *Galium aparine*, *Papaver rhoeas* et *Sinapis avensis*. La flore relevée est donc caractéristique à la fois du type de sol présent en Poitou-Charentes et des cultures de céréales d'hiver alors en place.

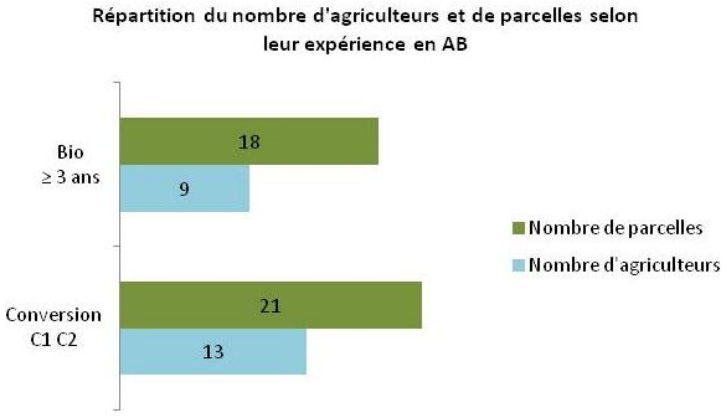


Figure 19 : Répartition du nombre de parcelles et du nombre d'agriculteurs soit en phase de conversion soit en AB.

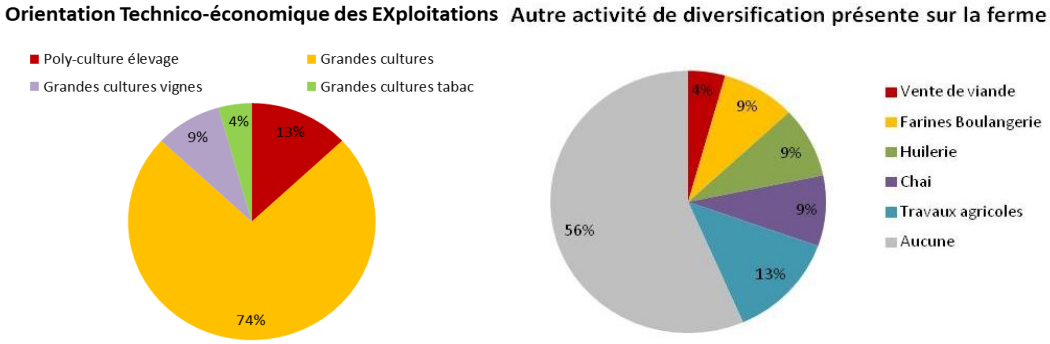


Figure 20 : Orientation technico-économique des exploitations de l'essai et activités de diversification.

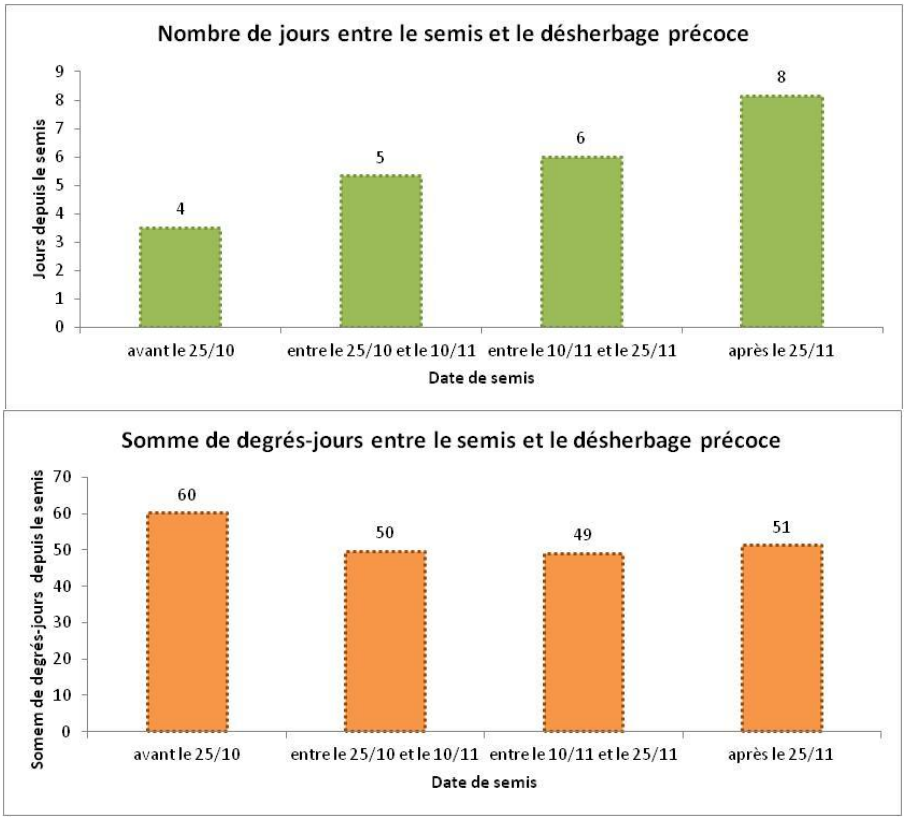


Figure 21 : Nombre de jours et somme de degrés-jours entre le semis et le désherbage précoce selon la date de semis.

2) Perception des adventices et du désherbage par les agriculteurs interrogés

a. Présentation des agriculteurs biologiques rencontrés

Un agriculteur n'a pas répondu au questionnaire ; les deux parcelles le concernant, ne sont pas utilisées dans les analyses multivariées (individus statistiques 32 et 33). Ces analyses portent donc sur 22 agriculteurs et 39 parcelles.

Parmi les 22 agriculteurs du réseau, 13 sont en phase de conversion et 9 ont entre 3 et 20 ans d'expérience en AB (Figure 19). Pour les 22 agriculteurs, les principales motivations à leur conversion en AB sont i) l'arrêt des traitements phytosanitaires (cité 8 fois); ii) l'éthique (cité 6 fois) ; iii) les prix et la nouveauté (cité chacun 2 fois).

La majorité des agriculteurs en phase de conversion dit manquer de recul sur la gestion des adventices en AB et ne sait pas quantifier l'impact des adventices sur le rendement. Pour ceux avec au moins 3 ans de recul, les avis sont partagés quant au fait que les adventices impactent ou non le rendement de la culture. Aucun d'entre eux ne sait quantifier la perte de rendement.

Les exploitations enquêtées sont principalement en grandes cultures à 74%. Parmi toutes ces fermes, 44% se diversifient avec une activité de transformation, de vente directe ou de travaux agricoles (Figure 20). Ces exploitations tirent principalement leurs revenus de la vente en circuit court et ne visent pas un rendement aussi élevé que celles dont la vente des cultures est leur unique source de revenus. Le seuil de salissement des parcelles est donc différent selon le mode de commercialisation des grains.

b. Perception des adventices et gestion du désherbage

Avec le passage en AB, la perception des adventices évolue pour passer d'une vision « concurrentielle envers la culture » à une vision « refuge pour les auxiliaires de culture, source de biodiversité ». Toutefois, chaque agriculteur possède sa propre perception du salissement de ses parcelles. Cette vision détermine les moyens mis en œuvre pour limiter leur infestation. Le seuil de tolérance de densité d'adventices au m² dépend de nombreux paramètres. Ce seuil augmente notamment avec i) l'acceptation initiale de voir plus d'adventices sur ses parcelles en AB qu'en conventionnel ; ii) le nombre d'années d'expériences en AB ; iii) la présence d'un atelier de transformation ou une autre activité rémunératrice sur la ferme.

Les 3 agriculteurs avec les rotations les plus longues (de 10 à 12 ans) ont également plus d'expérience en AB (de 5 à 20 ans) et réfléchissent en premier lieu la gestion des adventices de manière préventive au travers de leur rotation. Les agriculteurs en début de conversion en AB agissent plus de manière curative mais envisagent d'adapter leur rotation.

Sur la moitié des parcelles, les agriculteurs disent rencontrer des problèmes de gestion des adventices. Pour lutter contre celles-ci, ils adoptent une gestion ajustée (contrôle au champ et intervention si nécessaire) à 50%, sécuritaire (travail surtout en préventif) à 39% et souple (peu d'interventions) à 11%. La nuisibilité la plus citée est la secondaire (75%) devant la primaire directe (22%) et la primaire secondaire (3%).

Pour cet essai tous ont eu recours à la herse étrille sauf un agriculteur qui a utilisé la houe rotative pour le désherbage à l'aveugle. Ils sont tous intervenus entre 3 et 13 jours après le semis selon la date de semis. Plus le semis est tardif plus la passage de désherbage précoce est retardé afin d'avoir un même cumul de degrés-jours (52 en moyenne) entre semis et désherbage précoce (Figure 21).

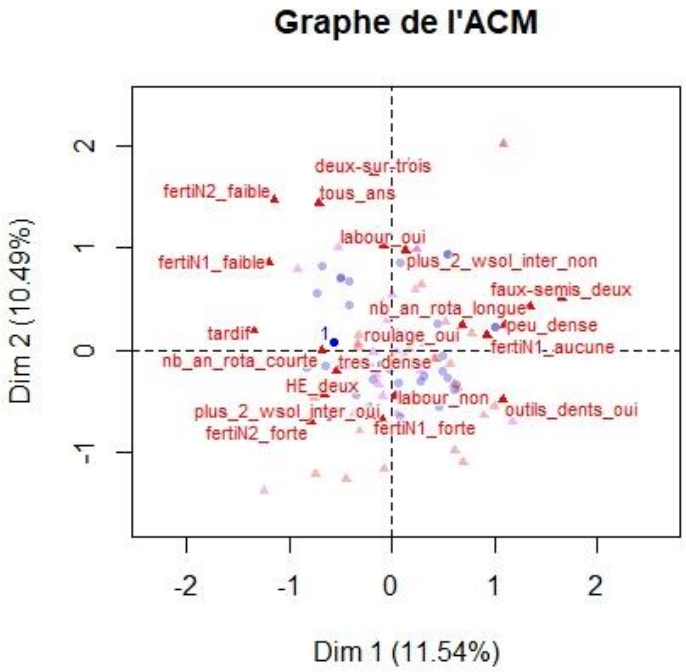


Figure 22 : Graphe de l'ACM représentant les individus en bleu et les 20 modalités contribuant le plus à la formation des axes 1 et 2 en rouge.

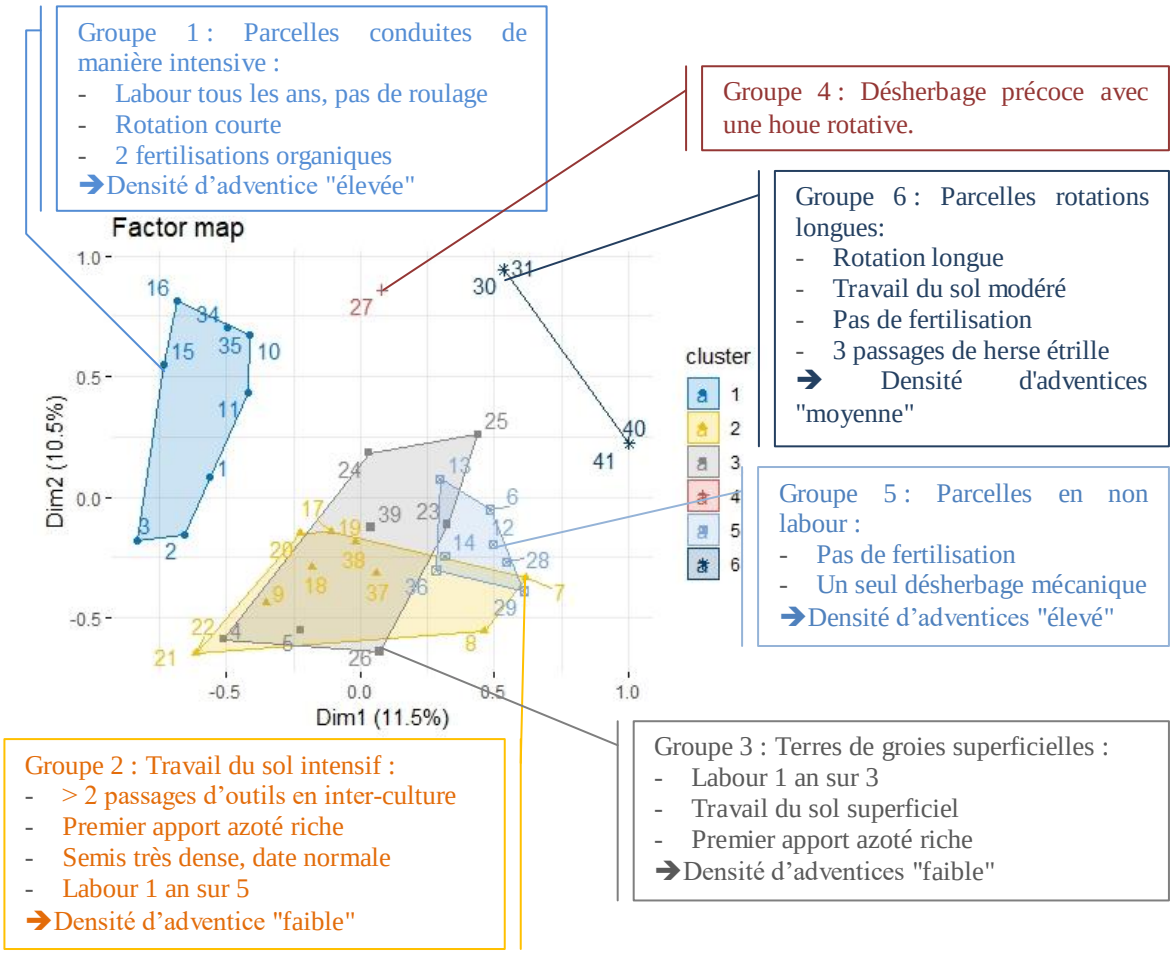


Figure 23 : Groupes de parcelles issus de la classification ascendante hiérarchique fonctions HCHP et fviz_cluster.

3) Description et analyse des groupes de pratiques culturales

a. Description des groupes de techniques culturales

L'analyse de l'ACM porte sur le premier plan factoriel qui compte à lui seul 22% de l'inertie totale (Annexe 6). Les 20 modalités contribuant le plus à la formation des axes sont représentées sur la figure 22. L'axe 1 sépare principalement les parcelles selon la durée de leur rotation (courte en coordonnées négatives et longue en coordonnées positives) et l'axe 2 selon le nombre de passages d'outils en interculture (plus de 2 passages en coordonnées négatives et moins de 2 en coordonnées positives).

La classification préconise la construction de 6 groupes représentés sur la figure 23. Grâce à la fonction desc.var il est possible d'interpréter ces groupes avec les modalités pris par les individus qu'ils contiennent :

∗ Le groupe 1 est composé de 9 parcelles. Elles ont toutes reçu un premier apport d'azoté peu riche (< 10 kg N/ha) puis 56% en ont reçu un second. La rotation est courte (de 2 à 4 ans) pour 77% du groupe. 44% des parcelles sont labourées tous les ans avant un semis des céréales plutôt tardif (à 56%) sans aucun roulage par la suite. De plus 56% des parcelles sont caractérisées par une densité d'adventices élevée au relevé 1.

∗ Les 11 parcelles du groupe 2, sont toutes caractérisées par un travail du sol intensif avec plus de deux passages d'outils en interculture. Le labour ne revient qu'un an sur cinq pour 64% d'entre elles. Aucune n'a été labourée à l'automne 2017. Le semis a été effectué à une date normale sur les 11 parcelles mais les cultures ont été semées à une très forte densité (91%). 73% des parcelles ont reçu un premier apport azoté organique supérieur à 10 kg N/ha.

∗ Les 7 parcelles du groupe 3 sont toutes définies par un travail du sol (groies) superficiel et ont reçu plus de 10 kg N/ha au premier apport. 85% de ces 7 parcelles sont labourées un an sur trois. Par ailleurs 29% de ces parcelles ont eu 5 faux-semis et 5 passages de herse étrille. Sur ces parcelles, la densité d'adventices au premier relevé n'est pas élevée contrairement au groupe 1.

∗ L'unique parcelle du groupe 4 se distingue des autres car elle est la seule à avoir reçu un passage de houe rotative lors du désherbage précoce.

∗ Le groupe 5 est composé de 7 parcelles. Aucune d'elles n'a reçu d'apport azoté. 85% n'ont pas eu d'autre désherbage mécanique que celui à l'aveugle post-semis. 57% des parcelles ne sont jamais labourées. Les céréales y ont été semées dense (à 71%) après un travail du sol comprenant des outils à dents (57% du groupe).

∗ Enfin, les 4 parcelles du groupe 6 partagent toutes les modalités suivantes. Elles ont plus de 4 ans de cultures biologiques sur leur sol et possèdent une rotation longue. En interculture moins de deux opérations de travail du sol ont été réalisées. Un roulage a été effectué après le semis et trois passages de herse étrille ont été réalisés en culture. De plus, aucun apport azoté n'a été fait cette année.

b. Interprétation en lien avec les densités d'adventices sur le témoin

A l'aide de la fonction catdes, il est possible de décrire les modalités des densités d'adventices par rapport aux modalités de l'ensemble des variables.

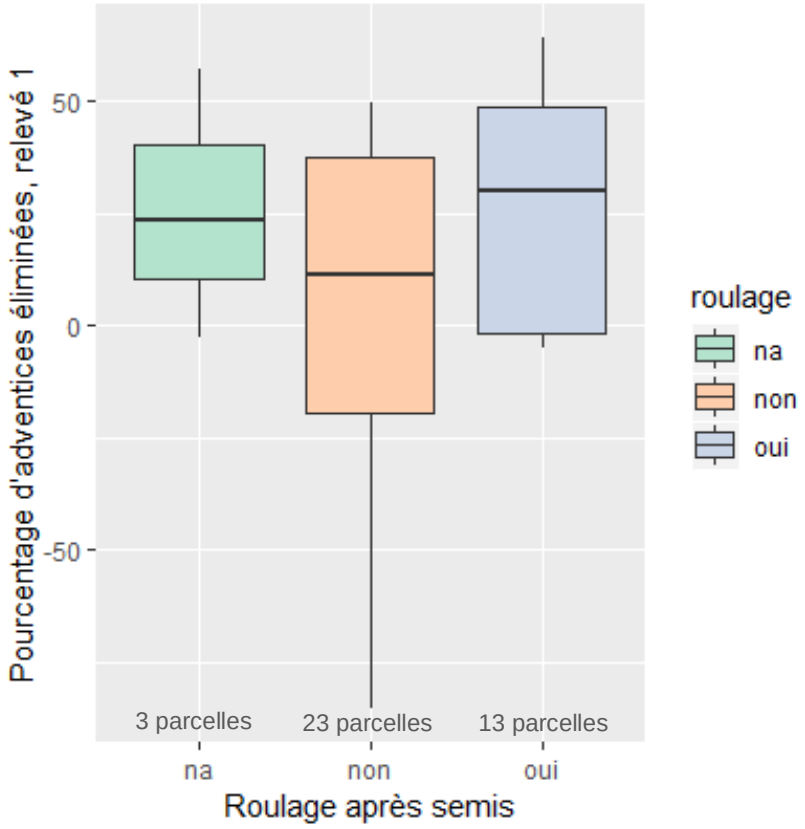


Figure 24 : Représentation de l'efficacité du désherbage précoce, évaluée lors du relevé 1, selon les modalités de roulage après semis.

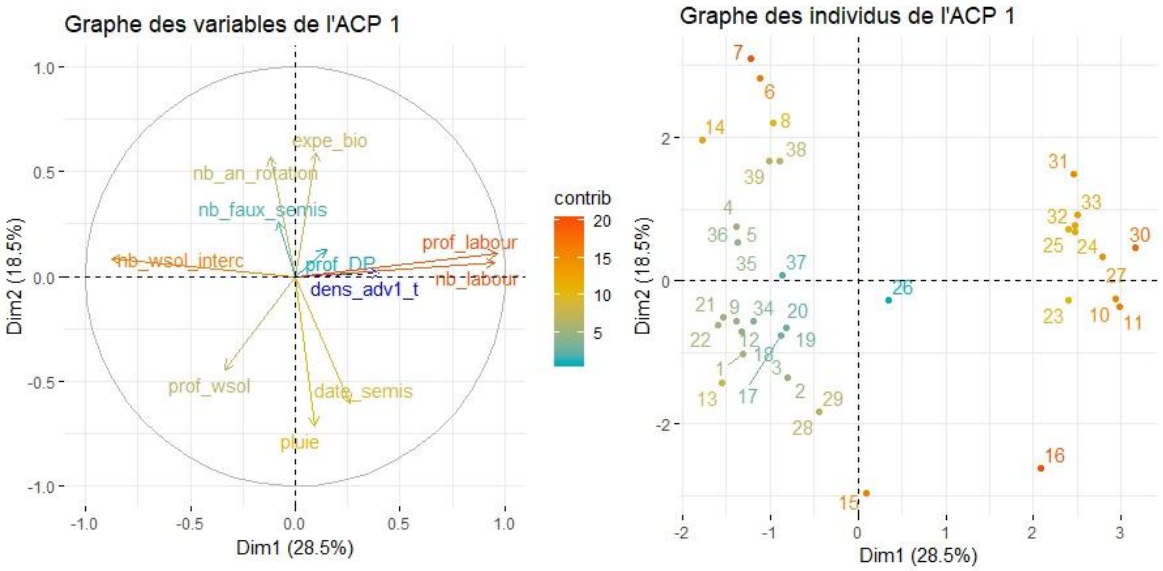


Figure 25 : Graphes des variables (à gauche) et des individus (à droite) de l'ACP pour le premier relevé.

81% des parcelles avec plus de 150 adventices/m² lors du relevé 1 n'ont pas roulé après les semis, 44% ont effectué un seul passage de herse étrille à l'aveugle et 31% labourent tous les ans dont cette année. Par ailleurs, 100% des parcelles labourées tous les ans (5 parcelles) ont plus de 150 adventices/m² pour le relevé 1. Il semblerait que le roulage après semis participe à l'efficacité du désherbage précoce (Figure 24). 100% des parcelles avec de faibles densités d'adventices (< 50 par m²) ont une texture argilo-calcaire. Sur ces sols, l'efficacité du désherbage précoce est de 15% en moyenne (Annexe 7).

Pour ce qui est du second relevé, les parcelles avec des densités d'adventices élevées ne sont pas liées à d'autres facteurs. En revanche, 60% des parcelles avec des densités moyennes sont semées densément (Annexe 8) et 27% ne sont jamais labourées. Enfin, 92% des parcelles avec de faibles densités d'adventices ont une texture de sol argilo-calcaire, 83% sont semées très dense et 50% sont labourées un an sur trois.

Grâce à cette analyse, les hypothèses suivantes peuvent être formulées :

- Les éléments de l'itinéraire technique qui influencent le plus la densité d'adventice sur les parcelles de l'étude sont la fréquence du labour, le nombre d'interventions en interculture, le roulage après semis, la densité de semis et la fertilisation azotée.

- Les modalités qui semblent être les plus favorables à une moindre densité d'adventices sont un labour tous les 3 ans et un semis très dense suivi d'un roulage et plus de un passage de herse étrille.

- Les groies superficielles (texture argilo-calcaire non hydromorphe) semblent être les sols qui ont le moins d'adventices parmi ceux rencontrés en Poitou-Charentes. Ces sols drainent l'eau rapidement et offrent de larges fenêtres climatiques pour intervenir.

Tous ces éléments sont complémentaires au désherbage précoce pour limiter le pression adventice en système céréalier agrobiologique.

4) Corrélation entre la densité d'adventices et les éléments de l'itinéraire technique

a. Variables influençant les densités d'adventices au stade tallage des céréales

Les deux premiers plans factoriels sont intéressants à interpréter car les inerties des 4 premiers axes sont supérieures à 10% et le pourcentage de variance cumulé sur ces 4 axes atteint 77%. L'étude portera sur les dimensions 1 et 2 (Figure 25) puis 3 et 4 (Annexe 9).

Les variables qui contribuent le plus à la formation du premier axe sont la profondeur et le nombre de labour (33 et 32%) avec des coordonnées positives sur cet axe (0.97 et 0.95). Le nombre de passages d'outils de travail du sol contribue à 27% à l'axe 1 avec une coordonnée négative (-0.88). La quantité de pluie entre le semis et le désherbage précoce (précipitation en mm), la date de semis et l'expérience en AB contribuent le plus à l'axe 2 (respect. 28, 20 et 19%). Les deux premières variables ont une coordonnée négative (-0.71 et -0.60) tandis que la troisième en a une positive (0.59). L'axe 3 distingue les parcelles par leur nombre de faux-semis (travail du sol en interculture dans les cinq premiers centimètres de sol), la profondeur de travail du sol et de désherbage précoce. Enfin la dimension 4 sépare les parcelles selon leur date de semis et le nombre d'année de leur rotation.

La densité d'adventices a une coordonnée de 0.41 sur l'axe 1, nulle sur l'axe 2 et 4 et négative sur l'axe 3 (-0.4). Cette variable n'est pas bien projetée sur les cercles des corrélations et il est difficile d'interpréter les corrélations avec les autres variables actives bien représentées. Sur le premier plan factoriel, il semblerait que la densité d'adventices soit plus importante sur les parcelles ayant été labourées cet automne qui plus est profondément.

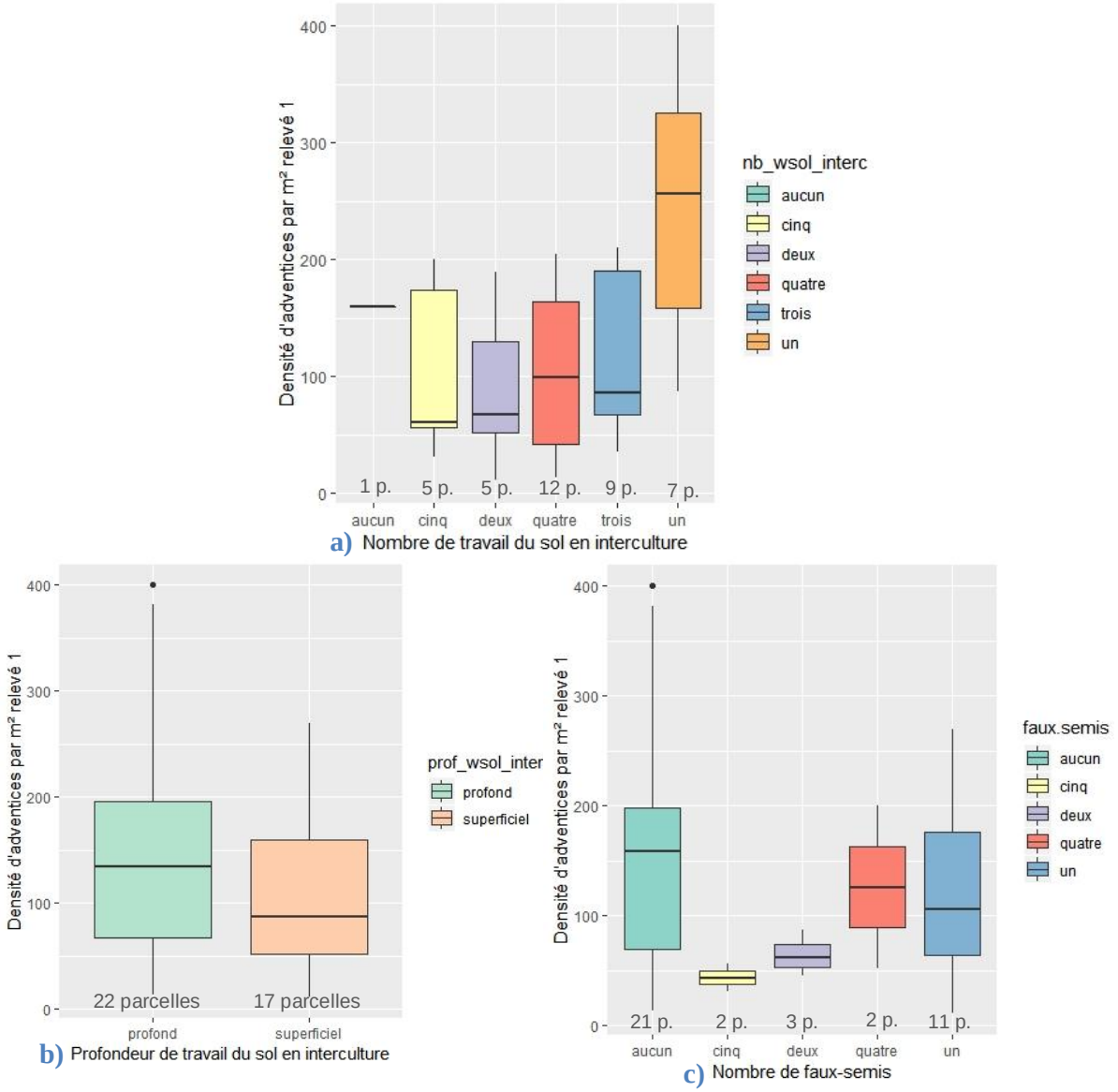


Figure 26 : Représentation des densités d'adventices du relevé 1 en fonction des modalités prises par a) le nombre de travail du sol en interculture; b) la profondeur de travail du sol; c) le nombre de faux-semis. (p. = parcelle)

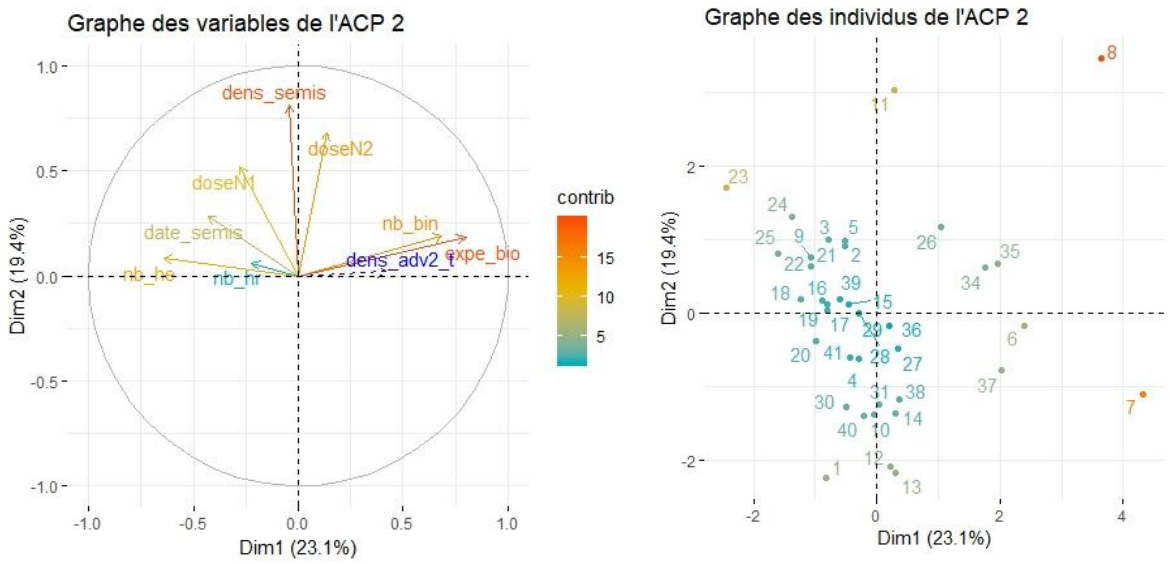


Figure 27 : Graphes des variables (à gauche) et des individus (à droite) de l'ACP pour le second relevé.

Au contraire, cette densité diminuerait avec un nombre croissant de passages d'outils de travail du sol en interculture. Sur le second plan factoriel, la densité d'adventice augmenterait avec la profondeur de travail du sol et diminuerait avec le nombre de faux-semis. Ces trois tendances sont confirmées par les figures 26a, 26b et 26c.

Ces résultats semblent cohérents car un travail du sol profond est susceptible de remonter des graines d'adventices. Les nombreux faux-semis en interculture éliminent une partie des adventices germant dans les cinq premiers cm de sol. Les parcelles avec une coordonnée négative sur l'axe 1 ont moins d'adventices que les autres. Elles n'ont pas été labourées cette année et qui ont reçu plus d'opérations de travail du sol en interculture.

b. Variables influençant les densités d'adventices au stade épiaison des céréales

L'étude portera principalement sur le premier plan factoriel qui regroupe 42% de l'inertie totale (Figure 27). Le deuxième plan factoriel fait ressortir quelques informations supplémentaires et sera discuté par la suite (Annexe 10).

Le premier axe est formé par le nombre d'années d'expérience en AB à 34% (coordonnée de 0.8), par le nombre de binages à 25% (coordonnée de 0.69) et le nombre de passages de herse étrille à 22% (coordonnée de -0.64). La variable densité de semis contribue à 42% à la formation de l'axe 2 avec une coordonnée sur celui-ci de 0.81.

Là encore la densité d'adventices est une variable mal projetée. Toutefois l'orientation de la flèche indique que la densité d'adventices augmente sur les parcelles avec plus d'années en culture biologique ce qui est confirmé avec la figure 28a. La pratique du binage augmente avec l'expérience en AB. Il semblerait également que les passages répétés de herse étrille tendent à diminuer le nombre d'adventices observées lors du second relevé (Figure 28b).

5) Etude de l'impact du désherbage précoce sur la densité d'adventices

a. Trois types de réponse des adventices au désherbage précoce

Les relevés floristiques permettent de distinguer trois types de réponse des adventices face au désherbage précoce. Lors du premier relevé, 26 parcelles ont plus d'adventices sur le témoin que sur la partie avec désherbage précoce (photos en annexe 11), sur 11 parcelles on constate l'effet inverse et enfin sur 4 parcelles il y a autant d'adventices sur les deux modalités (Annexe 12). Lors du second relevé, sur 16 parcelles autant d'adventices sont dénombrées sur les deux modalités et 19 parcelles en ont plus sur le témoin (Annexe 13).

L'efficacité du désherbage précoce varie avec des valeurs comprises entre 64.3% et -85% pour une moyenne de 16% (±16%) lors du premier relevé (Annexe 14). Le second relevé indique des variations d'efficacité comprises entre 80% et 0% pour une valeur moyenne de 30% (±14%) (Annexe 15). L'efficacité moyenne du désherbage précoce sur les deux relevés est d'environ 22% (±11%) pour l'ensemble des parcelles (Annexe 16). Les régressions linéaires entre les densités d'adventices sur les deux modalités (en rouge sur les nuages de points en annexe 12 et 13) confirment ces efficacités.

b. Evaluation de l'efficacité du désherbage précoce

Pour mesurer s'il existe une différence significative de densité d'adventices entre les modalités témoin et DP, des analyses de variance sont réalisées pour ce facteur. Les hypothèses de l'analyse de variance sont toutes testées et validées parcelle par parcelle. Le résumé de toutes les analyses de variances est présenté sous forme de tableau en annexe 17.

13 parcelles parmi les 41 montrent un effet significatif au seuil de 95% du désherbage précoce sur la densité d'adventices lors du premier relevé.

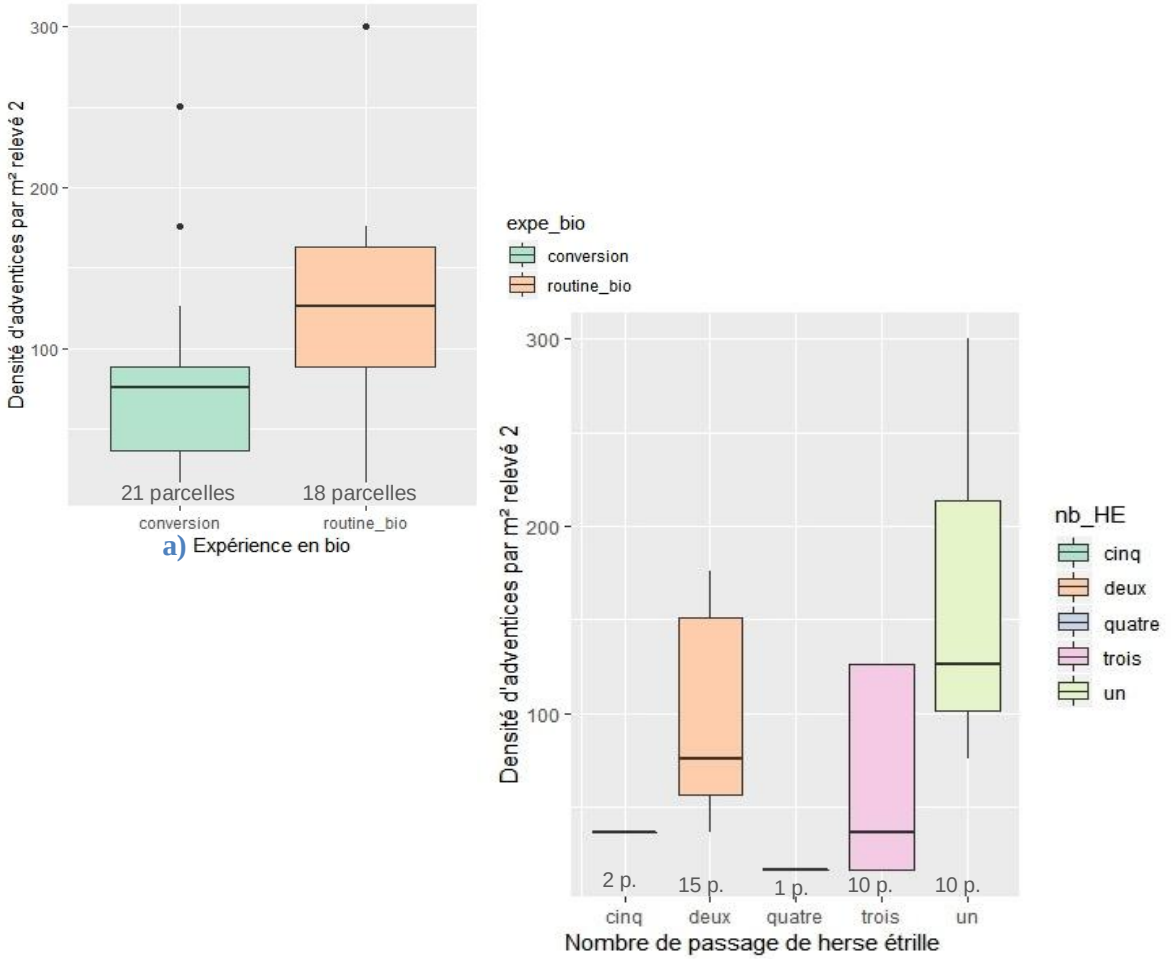
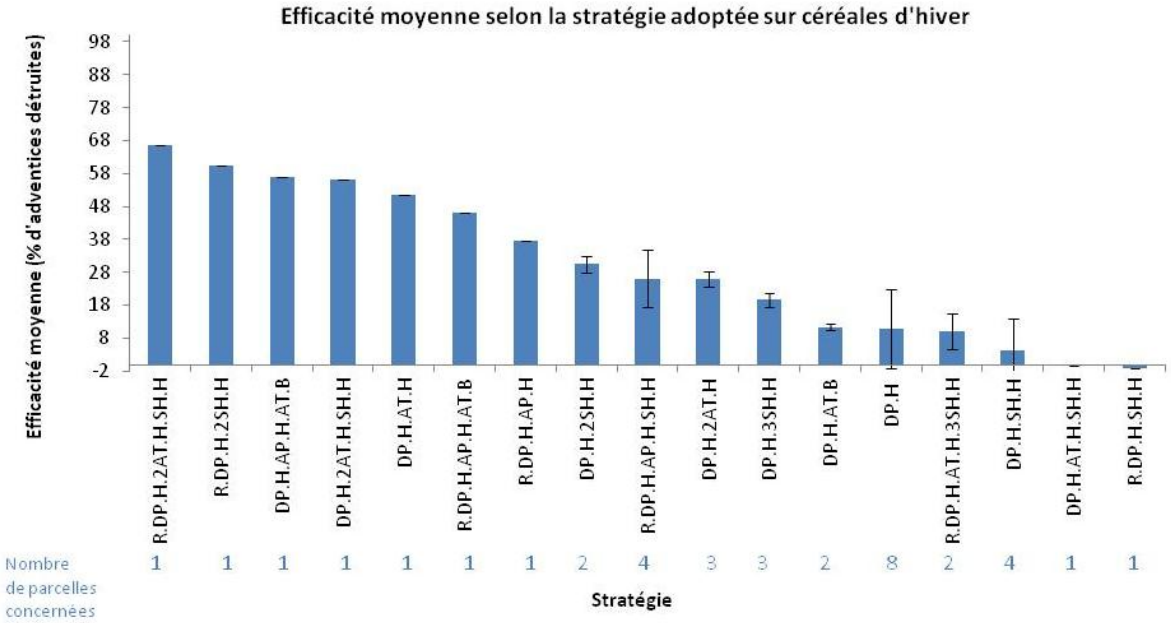


Figure 28 : Représentation des densités d'adventices du second relevé selon les modalités a) d'expérience en bio; b) du nombre de passage de herse étrille. (p. = parcelle)



Légende : R Roulage, DP Désherbage Précoce (post-semis pré-levée), AP Automne Précoce (jusqu'au stade 3feuilles), AT Automne Tardif (du stade 4 feuilles au début du tallage), SH Sortie Hiver (à partir du tallage), H Herse étrille ou Houe rotative, B Bineuse. *Ex.*: R.DP.H.SH.H signifie qu'il y a eu roulage après semis puis un passage de herse/houe en désherbage précoce post-semis et un autre passage de herse/houe en sortie d'hiver.

Figure 29 : Efficacité du désherbage précoce selon la stratégie de désherbage mécanique adoptée par l'agriculteur.

Il s'agit des parcelles 1, 6, 7, 9, 13, 18, 19, 22, 24, 27, 30, 36 et 37 (individus en vert sur l'histogramme en annexe 14). Toutefois, les parcelles 6 et 7 ont en moyenne plus d'adventices sur la partie désherbée que sur le témoin. Ainsi pour 29% des parcelles, l'effet du désherbage précoce est favorable à une diminution de la densité d'adventices.

Pour le second relevé, 18 parcelles sur les 35 parcelles mesurées montrent un effet significatif au seuil de 95% du désherbage précoce. Il s'agit des parcelles 2, 4, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 17, 20, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 36 et 37 7 (individus en vert sur l'histogramme en annexe 15). Les parcelles 15, 22, 23, 25 et 29 ont en moyenne sur les 10 mesures autant d'adventices sur les deux modalités. Le second relevé évalue à 37% le nombre de parcelles avec un effet positif du désherbage précoce sur la réduction du nombre d'adventices.

Au final, 5 parcelles (en vert sur l'annexe 16) montrent un effet significatif en faveur d'une baisse du nombre d'adventices sur la partie désherbée précocement pour les deux relevés à la fois.

Il est intéressant de comparer le pourcentage de diminution des adventices (ou efficacité) selon les stratégies de désherbage en incluant la présence ou non de roulage après semis (opération influençant la densité d'adventices, cf. page 16) (Figure 29). Les deux stratégies les plus efficaces (67%, parcelle 9 et 60%, parcelle 24) sont celles avec un roulage après le semis puis un désherbage précoce suivi de deux ou trois passages de herse/houe entre les stades 4feuilles et au-delà du tallage. La réussite du désherbage précoce est très variables d'une stratégie à une autre car elle dépend notamment de la préparation du sol avant semis, des conditions météorologiques d'intervention et des stades des adventices lors des désherbages.

6) Etude de l'impact du désherbage précoce sur le nombre d'épis et le rendement

Pour la moitié des parcelles du réseau, les agriculteurs disent manquer de recul pour évaluer la perte de rendement engendrée par les adventices sur la culture. Pour 20% des parcelles, les agriculteurs pensent que les adventices n'impactent pas le rendement et enfin 30% pensent qu'elles engendrent une perte de rendement de l'ordre de quelques quintaux par hectare.

Les différences de rendement observées soit au niveau du nombre d'épis soit au niveau du nombre et poids des grains proviennent de deux causes différentes. Une différence au niveau du nombre d'épis par m² provient d'un problème au tallage ou à montaison tandis qu'une différence au niveau du poids des grains par m² révèle un problème depuis le tallage jusqu'au remplissage des grains.

a. Impact sur le nombre d'épis par m²

Seulement deux parcelles (les 3 et 4) montrent un effet significatif du désherbage précoce sur le nombre d'épis au seuil de 95% en faveur de la modalité « désherbage précoce ».

Sur l'ensemble des comptages d'épis, une régression linéaire indique une relation linéaire ($R^2 = 0.65$) entre les deux modalités telle que :

$$\text{Nombre épis DP} = 0.66 * \text{Nb épis témoin} + 109.55$$

8 parcelles sur 23 ont plus d'épis sur la partie témoin (Annexe 18). D'après les observations faites durant la récolte sur ces parcelles, le nombre d'épis plus important s'accompagne d'épis plus petits. Les épis sur la partie désherbée semblent plus gros mais moins nombreux. Ces observations ne peuvent pas être confirmées car la mesure du poids de mille grains n'a pas été faite.

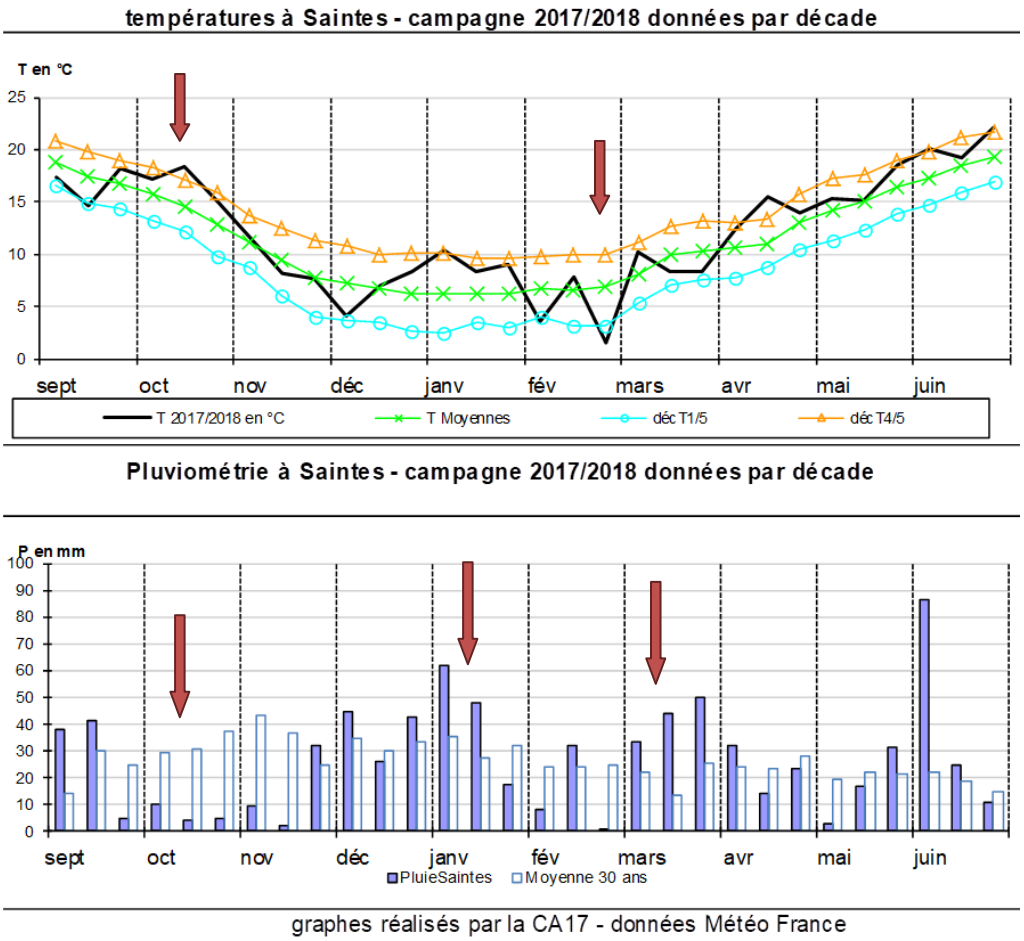


Figure 30 : Graphiques des températures et de la pluviométrie à Saintes en 2017/2018 en comparaison avec des données historiques, (Communication personnelle, CA 17).

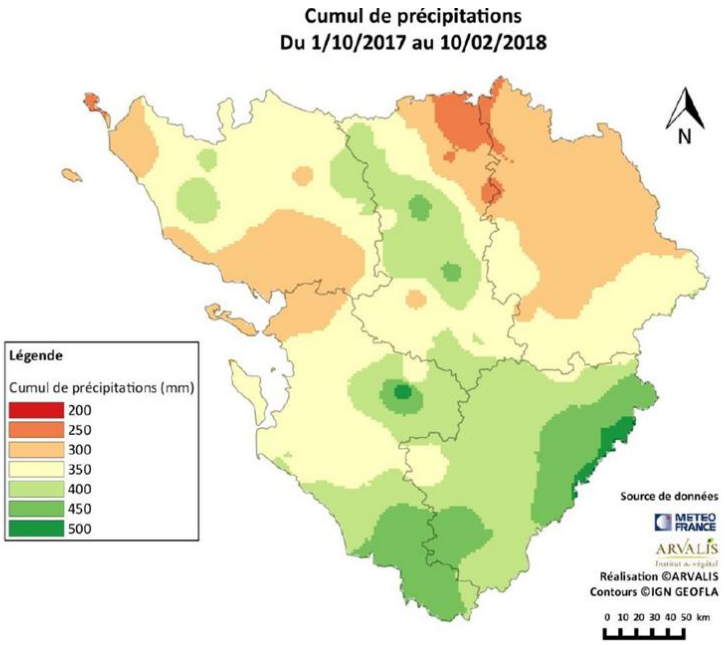


Figure 31 : Carte du cumul de précipitations d'octobre 2017 à février 2018 sur les départements du Poitou-Charentes, (Communication personnelle CA17, données Météo France et Arvalis).

b. Impact sur le rendement des céréales d'hiver

Trois parcelles (18, 26 et 36) ont une différence significative de rendement au seuil de 95% entre le témoin et la modalité désherbée. Ces parcelles avaient déjà un effet significatif du désherbage précoce sur la densité d'adventice. Pour les parcelles 18 et 26, le rendement est significativement plus élevé sur la partie désherbée à l'aveugle. Tandis que pour la parcelle 36, le rendement est plus élevé sur le témoin.

Sur la totalité des mesures de rendement, la régression linéaire (R^2 = 0.72) indique la relation suivante entre les deux modalités (Annexe 19) :

$$\text{Rendement DP} = 0.97 * \text{Rendement témoin} + 2.5$$

En moyenne sur les 23 parcelles, le rendement est de 27.9 ± 8.6 q/ha sur la modalité ayant reçu le passage de désherbage précoce et de 26.1 ± 7.6 q/ha sur le témoin.

IV- Discussion

1) Limites de l'essai

a. Points d'amélioration du suivi du dispositif "désherbage précoce"

Le premier relevé d'adventices aurait dû être effectué plus tôt dans l'hiver (entre la levée et le stade tallage) avant tout autre intervention de désherbage mécanique de l'agriculteur et avant la levée de certaines adventices à germination printanières (comme *Polygonum aviculare*). Par ailleurs, il aurait été intéressant de réaliser un comptage de levée en décembre pour estimer la perte de pieds de plants cultivés engendrée par le passage d'outil de désherbage mécanique précoce.

Pour le second relevé, il aurait été préférable d'appliquer la même méthode que pour le premier afin de pouvoir mieux les comparer. Au regard des résultats attendus peut-être qu'un relevé simplifié du nombre d'adventices par grandes familles (graminées, dicotylédones et vivaces) serait suffisant. Cela permettrait de gagner du temps sur le premier relevé et d'en réaliser un second de la même manière.

La mesure du poids de mille grains n'a pas pu être réalisée par manque de temps mais aurait permis de déceler une concurrence tardive des adventices sur la culture au moment du remplissage des grains.

b. Un essai fortement dépendant des conditions climatiques

Les conditions météorologiques jouent un rôle primordial dans le succès des interventions de désherbage mécanique. Les mois d'octobre / novembre 2017 ont été non seulement marqués par un déficit pluviométrique mais aussi par des températures plus chaudes que la moyenne (Figure 30) favorisant l'assèchement des sols. Avec un sol sec en interculture et au semis, les conditions n'étaient pas favorables à la germination des adventices. Les précipitations faibles (de 1 à 29 mm, données Agroclipo) entre le semis et le passage de désherbage précoce n'auront pas rendu ce passage à l'aveugle très efficace. Les céréales ont également eu un faible développement végétatif avant l'hiver. *A contrario*, la période de janvier à mars a été très pluvieuse et froide empêchant certains agriculteurs d'intervenir sur leurs parcelles avec les outils de désherbage mécanique. L'Ouest de la zone d'étude a bénéficié de pluviométries moins importantes que les parcelles à l'Est de la zone d'étude (Figure 31). 20% des parcelles (en rouge avec les explications sur l'annexe 20) n'ont reçu que le passage de désherbage précoce cet automne (6, 12, 13, 28, 29, 34, 35 et 36).

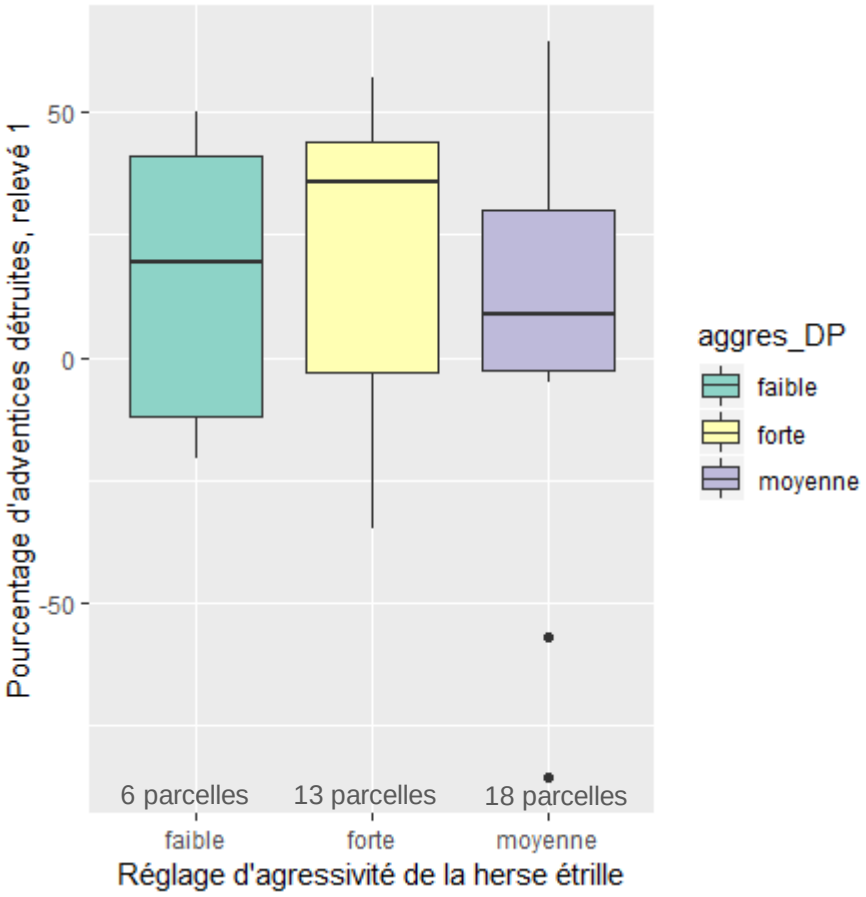


Figure 32 : Représentation de l'efficacité du désherbage précoce évaluée lors du relevé 1 selon le niveau de réglage d'agressivité de la herse étrille.

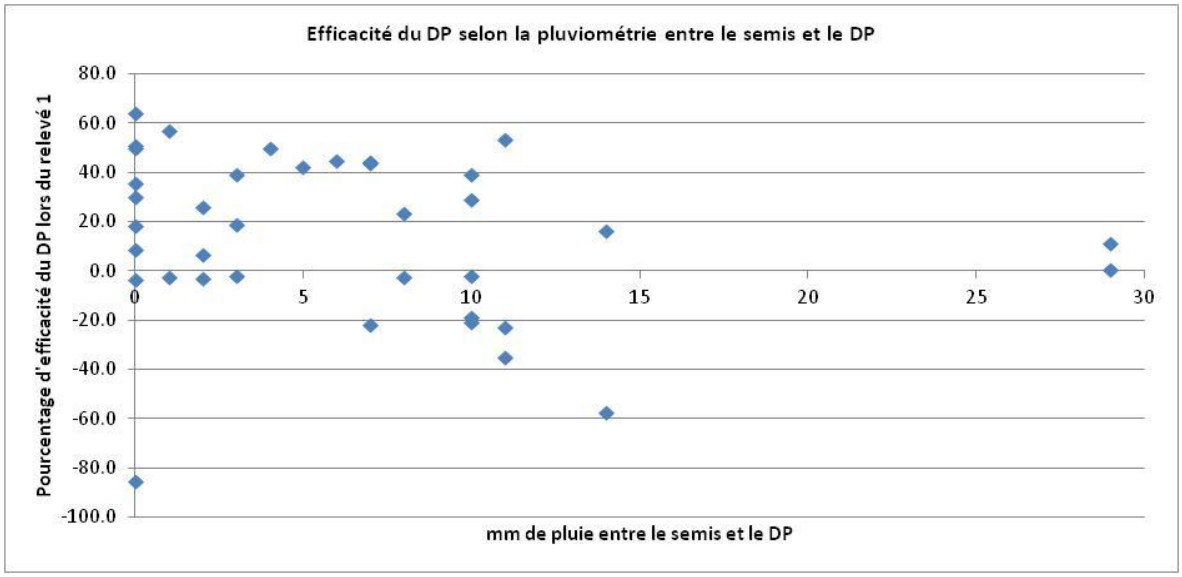


Figure 33 : Influence des précipitations entre le semis et le désherbage précoce sur l'efficacité du désherbage mécanique précoce.

Ainsi, les conditions climatiques de cet automne peuvent expliquer l'effet négatif du désherbage précoce sur 11 parcelles. Les adventices ont finalement levé avec la culture lorsque les conditions étaient favorables.

2) Un levier de gestion des adventices à combiner avec d'autres

a. Explication des différences d'efficacité des deux relevés

Entre les deux relevés d'adventices des écarts de densité et d'efficacité sont parfois observés. Ces écarts peuvent provenir de différents facteurs. Tout d'abord deux méthodes de relevés différentes ont été utilisées. Pour le second relevé une note de densité est attribuée au lieu de compter le nombre d'adventices ce qui diminue la précision. De plus, l'échantillonnage aléatoire dans la parcelle n'est pas entrepris exactement aux mêmes endroits pour les deux relevés. D'autre part, certaines adventices comptabilisées lors du premier relevé ont pu être détruites par le gel ou entrer en sénescence. *A contrario*, des germinations d'adventices ont pu avoir lieu entre les deux relevés. Enfin, il y a eu d'autres passages de désherbage mécanique entre le premier et le deuxième relevé qui ont détruit des adventices.

b. Facteurs de réussite et d'échec du désherbage précoce

D'après les comptages et relevés visuels au champ, le passage de désherbage précoce n'a pas eu les effets escomptés dans toutes les parcelles. Les analyses de variances confirment cette moindre efficacité. En moyenne, sur le réseau de parcelles, le désherbage précoce élimine 20% des adventices. Ce pourcentage d'efficacité est celui attendu en conditions défavorables à moyennement favorables. Un passage de herse étrille peut en effet éliminer jusqu'à 65% des adventices en conditions favorables (Sicard, Fontaine, 2012). Dix parcelles (9, 13, 14, 18, 24, 27, 30, 36, 37 et 38) ont eu une réussite intéressante avec plus de 40 % des adventices éliminés grâce au désherbage précoce.

Le passage de désherbage mécanique en post-semis doit être réalisé dans certaines conditions afin d'avoir un effet sur la flore adventice. Le sol doit être bien plan et ressuyé afin que l'efficacité de l'outil soit maximale. Pour les parcelles où le désherbage précoce a été efficace (sols limoneux et groies argilo-calcaire non hydromorphes), 3 à 4 passages d'outils à disques ou à pattes d'oie ont été effectués entre 5 et 15 cm de profondeur. Sur ces parcelles, le labour revient tous les 2 à 5 ans et n'a pas été réalisé cet automne. Le semis a été effectué à une date intermédiaire à une densité élevée afin de pallier les éventuelles pertes de pieds par désherbage mécanique. Le passage de herse étrille a eu lieu sur un sol sec à ressuyé avec un réglage d'agressivité fort (Figure 32). Quelques précipitations tombées entre le semis et le désherbage précoce (de l'ordre d'une dizaine de millimètres) auront été favorables à l'efficacité du désherbage précoce, sans être toutefois nécessaires (Figure 33).

Au contraire, 8 parcelles (6, 10, 11, 12, 28, 29, 31 et 39) ont des efficacités négatives. Toutes les parcelles semées tardivement ont raté leur désherbage précoce. Les parcelles avec les efficacités les plus négatives présentes des textures de sol argilo-limoneuse et argilo-siliceuse avec des problèmes d'hydromorphie. Ces parcelles sont soit jamais labourées soit labourées tous les ans. Les fenêtres d'intervention sont courtes et les parcelles n'ont pas reçu d'autre désherbage mécanique ou très tardivement (fin avril au stade tallage des céréales et sur des adventices déjà développées).

Lors d'une année climatique comme celle de 2017/2018, la question de l'intérêt du désherbage précoce peut se poser. Les résultats des mesures de rendement montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux modalités sauf sur 2 parcelles.

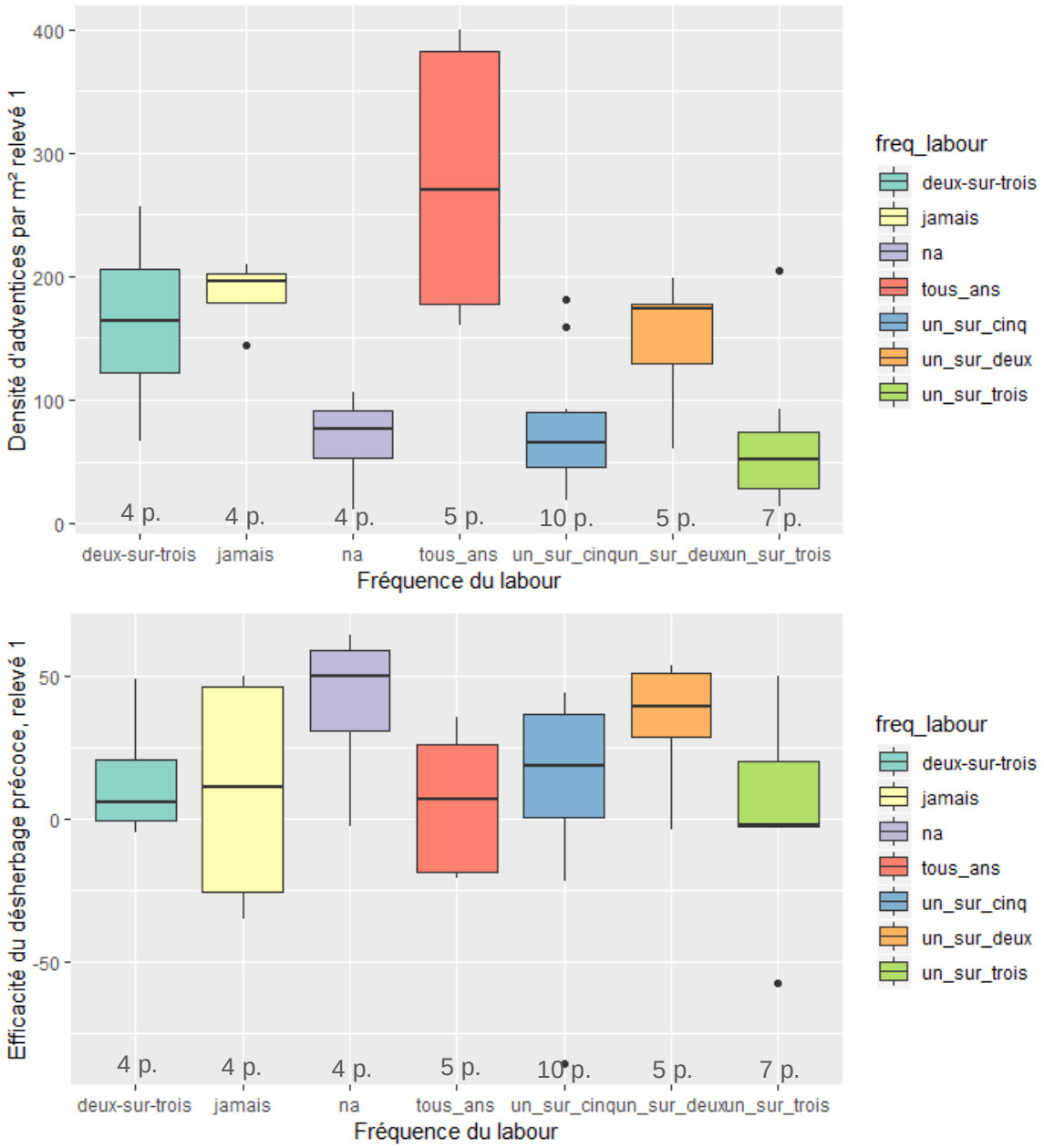


Figure 34 : Représentation des densités d'adventices du premier relevé et de l'efficacité du désherbage précoce selon la fréquence de retour du labour sur les parcelles. (p. = parcelles)

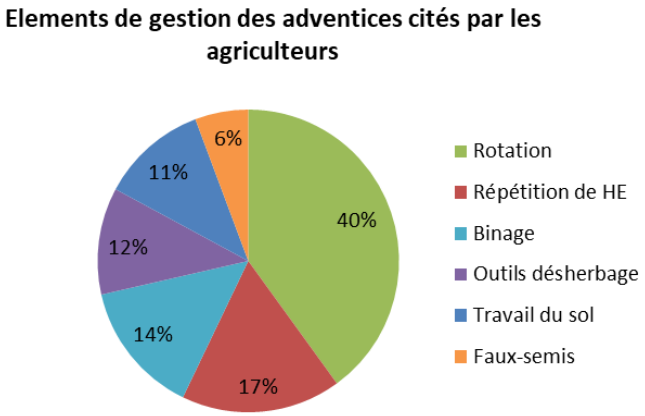


Figure 35 : Pourcentage du nombre d'agriculteurs qui ont cité une des 6 solutions comme étant leur principale méthode de gestion des adventices.

L'intérêt du désherbage précoce n'est pas uniquement de nettoyer la parcelle pour que la culture fournisse un meilleur rendement mais aussi de diminuer et limiter l'augmentation du stock semencier des graines adventices du sol pour les années suivantes.

3) Pratiques à valoriser auprès des agriculteurs

a. Pratiques culturales limitant la pression adventice

Seulement 7 agriculteurs du réseau avaient déjà pratiqué le désherbage mécanique précoce (sur culture de printemps essentiellement). D'autres leviers plus pratiqués et connus sont à disposition des agriculteurs. Ces leviers ont été rappelés et reliés aux densités d'adventices lors des analyses statistiques et graphiques.

La fréquence du labour ressort comme un élément caractérisant fortement les parcelles. Les parcelles labourées tous les ans ont une densité d'adventices plus élevée que celles labourées un an sur trois ou un an sur cinq (Figure 34). Un labour tous les deux ans est la fréquence qui apporte le meilleur pourcentage d'adventices détruites par désherbage précoce (25%). Il semble également que travailler le sol avec plus de 2 passages d'outils en interculture soit favorable à limiter la pression adventice. Cela va de paire avec le nombre de faux-semis. Il est toutefois étonnant de remarquer que seulement la moitié des parcelles ont reçu un ou plusieurs faux-semis en interculture. Cette méthode de lutte contre les adventices n'a été citée que dans 6% des cas lors des entretiens (Figure 35).

La rotation apparait comme étant le principal levier de gestion des adventices pour les agriculteurs rencontrés (à 40%). Or il y a un faible écart de densité d'adventices entre les différentes durées de rotation (Annexe 21). La deuxième solution de gestion des adventices citée par les agriculteurs (à 17%) est donc curative. Les passages répétés de herse étrille favorisent l'élimination des adventices à condition qu'elles ne soient pas encore trop développées dans la culture (Figure 29).

L'analyse du deuxième plan factoriel de l'ACP 2 révèle en outre que la densité d'adventices est moindre lorsque le semis est plutôt tardif (Annexe 22). Décaler la date de semis permet de réaliser plus de faux-semis mais il faut être vigilant à pouvoir intervenir tout de même avec un désherbage mécanique post-semis. Tous ces éléments sont à combiner au désherbage mécanique précoce pour gérer les adventices sur le long terme.

b. Conseil technique aux agriculteurs

Certaines parcelles présentent des résultats encourageants pour transmettre cette pratique aux agriculteurs. Le désherbage mécanique précoce à l'aide d'une herse étrille ou d'une houe rotative élimine facilement les dicotylédones et graminées à condition qu'elles ne soient pas trop développées. Toutefois il faut veiller à bien préparer le sol et à ce que les conditions climatiques de l'année soient favorables à la réalisation d'un désherbage précoce.

Le désherbage mécanique précoce est à combiner en curatif avec d'autres désherbages mécaniques à partir du stade 3 feuilles des céréales. Ce passage à l'aveugle, réalisé dans de bonnes conditions, sera d'autant plus intéressant les années où aucun autre passage n'est possible par la suite. En préventif, la rotation, le travail du sol et les conditions de semis ressortent de cette étude comme étant des solutions de limitation de la pression adventice. Attention toutefois à adapter les opérations selon le type de sol de la parcelle. Le roulage sera par exemple à éviter sur des sols battants. Il peut être intéressant de tester en curatif le binage des céréales en écartant d'une vingtaine de centimètres les rangs. Un itinéraire technique rencontré lors de l'étude incluant un passage de bineuse est présenté sur la figure 36. Les relevés sur la parcelle concernée montrent une efficacité de gestion des adventices de 46% en moyenne. Pour les agriculteurs conventionnels le désherbage mécanique post-semis prélevée est une technique alternative aux herbicides prélevée envisageable.

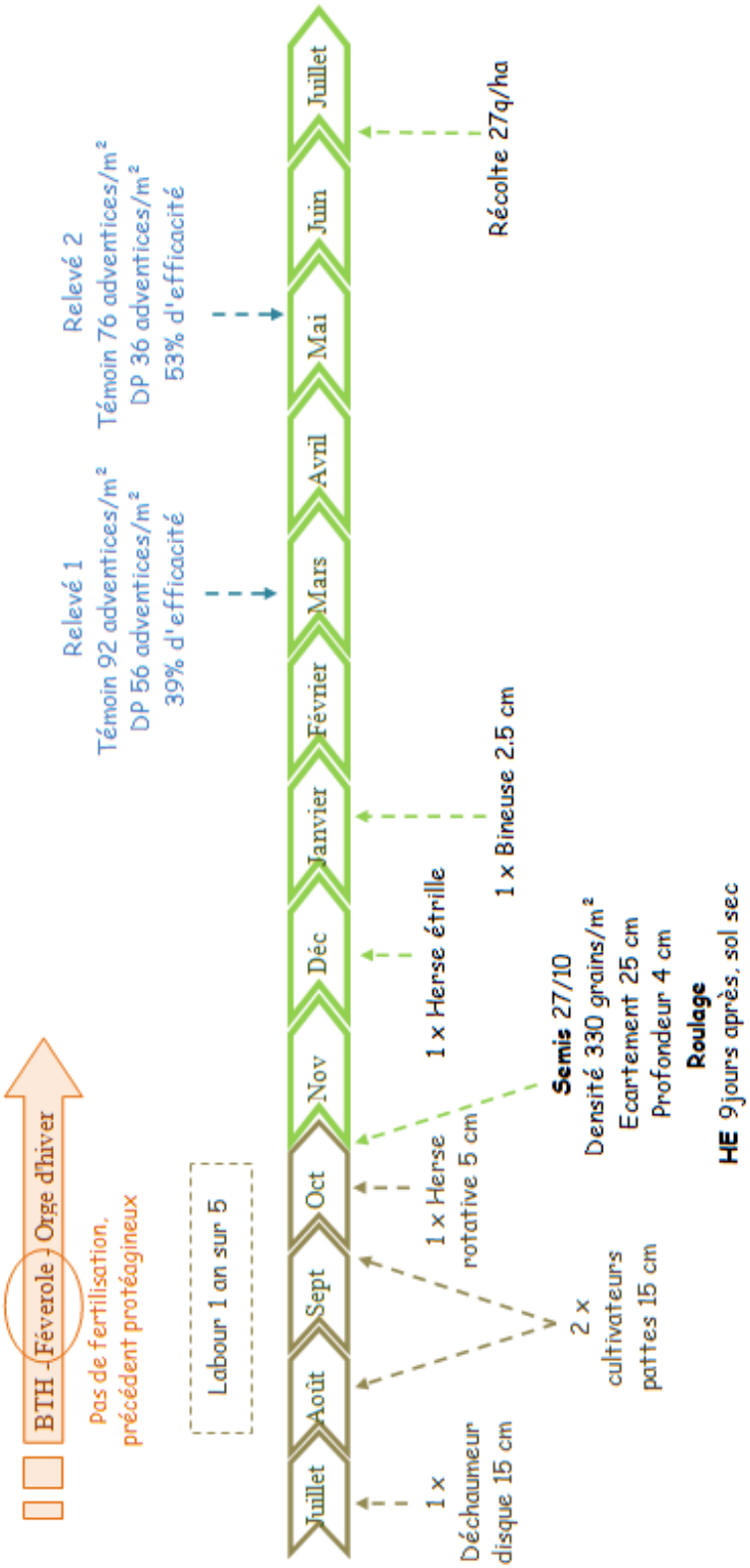


Figure 36 : Itinéraire technique d'une parcelle en deuxième année de conversion bio.

4) Perspectives de travaux envisageables

Il serait intéressant de reproduire cet essai avec les mêmes parcelles plusieurs années de suite afin de suivre l'évolution de la flore adventice et le stock semencier du sol. Mais aussi afin de voir et de réaliser cet essai lors d'années climatiques plus favorables à un désherbage précoce. Sur les 30 dernières années, seules 12 années ont eu des conditions météorologiques rendant possible le désherbage précoce (analyse des données météo par la CA17). Cela correspond au nombre d'années où la fenêtre climatique d'intervention pour le semis et le désherbage précoce est au moins de 2 décades consécutives (moins de 10 mm de précipitation par décade, d'octobre à décembre). Les conditions de l'année 2017 ont rendu ce passage possible mais cela ne signifie pas pour autant qu'il a été efficace.

V- Conclusion

En regroupant et analysant les données des relevés floristiques, des entretiens et des récoltes effectuées sur les 41 parcelles de l'essai, l'efficacité du passage de désherbage mécanique précoce a pu être déterminée.

Le dispositif mis en place cette année a été mené lors d'un automne marqué par la chaleur et un déficit pluviométrique. Le désherbage mécanique précoce s'est fait sur des sols le plus souvent secs ou ressuyés. Malgré ces conditions plutôt défavorables, des différences significatives ont été révélées en terme de densité d'adventices. Pour les parcelles où seul ce passage post-semis a eu lieu, la densité d'adventice reste élevée avec toutefois environ 10% (±12%) d'adventices en moins sur la partie désherbée. Des résultats d'essai Arvalis sur céréales ont montré que l'efficacité moyenne d'un passage de herse étrille est de 36% (±30%) (Sicard, Fontaine, 2012).

Le désherbage mécanique précoce a été délicat sur des sols irréguliers, hydromorphes et après un semis très tardif. Sous ces conditions, il semble favoriser la levée des adventices par rapport à leur élimination. Au contraire, le désherbage mécanique a été efficace sur des sols bien plans et ressuyés. Le réglage de la herse étrille peut être agressif sans que cela n'endommage la culture semée. Les meilleures régulations de population d'adventices ont été observées sur les parcelles ayant combiné les passages de herse étrille, de houe rotative ou de bineuse à partir du stade 3 feuilles des céréales avec le premier passage de désherbage post-semis prélevée. Cela demande une surveillance par l'agriculteur de l'état de salissement de la parcelle et des conditions météorologiques.

Les autres leviers connus de gestion des adventices ont été reliés aux densités d'adventices sur le témoin des parcelles ou à l'efficacité du désherbage précoce. Parmi les techniques préventives, la durée de la rotation, les opérations de travail du sol en interculture, la fréquence de retour du labour et les caractéristiques du semis (dont le roulage) sont importantes à maîtriser. Ces techniques interagissent avec le stock semencier d'adventices sur la parcelle et peuvent participer à l'efficacité du désherbage précoce.

Il est préférable de mettre en œuvre plusieurs leviers de limitation des adventices simultanément afin de limiter leur compétition avec la culture principale. Cette dernière pouvant voir son rendement diminuer en l'absence de passage de désherbage mécanique précoce.

Cette technique de désherbage mécanique précoce est plus souvent mise en œuvre sur des cultures de printemps (maïs, tournesol) binées car les conditions climatiques y sont plus favorables. Elle peut toutefois être appliquée sur céréales d'hiver comme le présente cette étude. Ce désherbage mécanique peut également être utilisé par les agriculteurs conventionnels qui souhaitent réduire leur dépendance aux herbicides chimiques.

Bibliographie

- AGENCE BIO, 2016. Chiffres de la bio en France. [Consulté le 12 mars 2018]. Disponible à l'adresse : http://www.agencebio.org/la-bio-en-france.

- AGENCE BIO, 2017. *La bio dans les territoires. Fiches régionales et de production.* [Consulté le 6 mars 2018]. Disponible à l'adresse : http://www.agencebio.org. p. 20-21.

- AGRESTE, 2015. *Mémento de la statistique agricole - Poitou-Charente.*

- AGRESTE, 2017. *Mémento de la statistique agricole - Nouvelle-Aquitaine.* [Consulté le 6 mars 2018]. Disponible à l'adresse : http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/aquitaine-limousin-poitou/.

- AGROBIO, 2009. L'Auxiliaire bio - Bulletin technique du réseau bio de Poitou-Charente. n°4, p. 9-14.

- AGROCLIPO, 2018. Agro-climatologie du Poitou. [Consulté le 14 mai 2018]. Disponible à l'adresse : http://www.agroclipo.fr/data/poitou.html.

- AGRO-TRANSFERT, 2007a. *La bineuse. Le désherbage mécanique, un moyen agronomique supplémentaire pourla gestion des adventices.*

- AGRO-TRANSFERT, 2007b. *La herse étrille.*

- AGRO-TRANSFERT, 2007c. *La houe rotative.*

- AGRO-TRANSFERT, 2014. *Les adventices vivaces*.

- AMOSSÉ, Camille, JEUFFROY, Marie-Hélène, CELETTE, Florian et DAVID, Christophe, 2013. Relay-intercropped forage legumes help to control weeds in organic grain production. In : *European Journal of Agronomy*. Vol. 49, p. 158-167. DOI 10.1016/j.eja.2013.04.002.

- AUBERTOT, Jean-Noël, BARBIER, Jean-marc, CARPENTIER, Alain, GRIL, Jean-Joël, GUICHARD, Laurence, LUCAS, Philippe, SAVARY, Serge, SAVINI, Isabelle et VOLTZ, Marc, 2005. *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Rapport d'expertise.* Editions Quæ. [Consulté le 6 avril 2018]. ISBN 2-7380-1221-3. Disponible à l'adresse : http://www.cairn.info/pesticides-agriculture-et-environnement--9782759209354.htm.

- BARBERI, P, 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? In : *Weed Research*. Vol. 42, n 3, p. 177-193. DOI 10.1046/j.1365-3180.2002.00277.x.

- BOND, W et GRUNDY, A C, 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. In : *Weed Research*. Vol. 41, n°5, p. 383-405. DOI 10.1046/j.1365-3180.2001.00246.x.

- BONIN, Ludovic, GARNIER, Jean François, FONTAINE, Laurence, RODRIGUEZ, Alain, PRIEUR, Loïc et LAFFONT, L., 2011. Désherbage mécanique, des solutions à partager. CASDAR 2009-2011. In : *Désherbage mécanique des céréales à paille : efficacité et impact sur le rendement. Comparaison de deux stratégies de préparation du sol avant semis.* p. 8-14.

- BRANDSÆTER, L.O., MANGERUD, K., HELGHEIM, M. et BERGE, T.W., 2017. Control of perennial weeds in spring cereals through stubble cultivation and mouldboard ploughing during autumn or spring. In : *Crop Protection*. Vol. 98, p. 16-23. DOI 10.1016/j.cropro.2017.03.006.

- CELLIER, V, AUBERTOT, Jean-Noël, CORDEAU, Stéphane, FONTAINE, Laurence, FROGER, M, GARDARIN, A, GUILLEMIN, JP, LAVIGNE, C, PETIT, S, RODRIGUEZ, Alain, SARTHOU, Jean-Pierre et VALANTIN-MORISON, M, 2017. Développement méthodologiques pour une CAractérisation SIMplifiée des pressions biotiques et des Régulations biologiques - CASIMIR. n°59, p. 41-54.

- EUROSTAT, 2018. Base de données Eurostat - Ventes de pesticides. [Consulté le 30 avril 2018]. Disponible à l'adresse : http://ec.europa.eu/eurostat/fr/data/database.

- FITTER, Richard, FITTER, Alastair, FARRER, Ann, CUISIN, Michel, FITTER, Richard et FITTER, Richard, 2012. *Guide des graminées, carex, joncs et fougères d'Europe: toutes les herbes d'Europe*. Delachaux et Niestlé. ISBN 978-2-603-01637-4.

- FNAB, 2015. Formation « La réglementation de l'agriculture biologique » à Melle

- GABNOR, 2012. Le désherbage thermique en agriculture biologique. Projet Vetabio. p. 4.

- GABORIT, Anaïs, 2017. *Grandes cultures biologiques : les clés de la réussite. Guide technique*. Chambre d'agriculture.

- HARKER, K. Neil et O'DONOVAN, John T., 2013. Recent Weed Control, Weed Management, and Integrated Weed Management. In : *Weed Technology*. Vol. 27, n 01, p. 1-11. DOI 10.1614/WT-D-12-00109.1.

- HAUGGAARD-NIELSEN, Henrik et FORSKNINGSCENTER RISØ, 2001. *Competitive interactions, resource use and nitrogen dynamics in annual intercrops in low-input cropping systems.* Available from: Risø National Laboratory, Information Service Department.

- INAO, 2016. *L'Agriculture Biologique : La qualité liée à un mode de production respectueux de l'environnement et du bien-être animal.*

- INSEE, 2013. *Exploitations Agricoles*. [Consulté le 6 mars 2018]. Disponible à l'adresse : https://www.insee.fr/fr/statistiques/1374189?sommaire=1374192.

- ITAB, 2005. *Maîtriser les adventices en grandes cultures biologiques*. ISBN 978-2-9515855-5-3.

- LE QUINTERC, Gwénolé et MARÉCHAL, Goulven, 2015. *Les fiches techniques du réseau GAB/FRAb : Herse étrille généralités et réglages.* Agrobio 35.

- LEMOINE, Régis et MARÉCHAL, Goulven, 2014. *Les fiches techniques du réseau GAB/FRAB : La bineuse.* Agrobio 35.

- MAMAROT, Jean et RODRIGUEZ, Alain, 2014. *Mauvaises herbes des cultures*. Acta. ISBN 978-2-85794-284-9.

- MARCON, Eric, 2015. *Mesures de la biodiversité*. PhD Thesis. AgroParisTech.

- MEDDOUR, Rachid, 2011. La méthode phytosociologique sigmatiste ou Brau-Blanqueto-Tüxenienne. p. 40.

- MEISS, Helmut, 2010. *Diversifying crop rotations with temporary grasslands: potentials for weed management and farmland biodiversity*. PhD Thesis. Universitätsbibliothek Giessen.

- MELANDER, Bo, RASMUSSEN, Ilse A. et BÀRBERI, Paolo, 2005. Integrating physical and cultural methods of weed control - examples from European research. In : *Weed Science*. Vol. 53, n°3, p. 369-381. DOI 10.1614/WS-04-136R.

- MÉTAIS, Pascale, BONIN, Ludovic, PERRIOT, Benjamin, DESBOURDES, Caroline et DE SOLAN, Benoît, 2018. Gestion des adventices par l'agronomie et les agroéquipements : moyens mobilisables et perspectives. In : *Phloème - Premières biennales de l'innovation céréalière*. Arvalis. p. 103-114.

- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 2016. Le projet agro-écologique en 12 clés. [Consulté le 30 avril 2018]. Disponible à l'adresse : http://agriculture.gouv.fr/le-projet-agro-ecologique-en-12-cles.

- MUNIER-JOLAIN, Nicolas, MÉDIENE, S., MEISS, Helmut, BOISSINOT, F., RAINER, W., JACQUES, C. et BRETAGNOLLE, V., 2012. Rôle des prairies temporaires pour la gestion de la flore adventice dans les systèmes céréaliers. In : *Innovations Agronomiques*. n°22, p. 71-84.

- OERKE, E.-C. et DEHNE, H.-W., 2004. Safeguarding production-losses in major crops and the role of crop protection. In : *Crop Protection*. Vol. 23, n 4, p. 275-285. DOI 10.1016/j.cropro.2003.10.001.

- PEIGNÉ, J., BALL, B. C., ROGER-ESTRADE, J. et DAVID, C., 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. In : *Soil Use and Management*. Vol. 23, n°2, p. 129-144. DOI 10.1111/j.1475-2743.2006.00082.x.

- RODRIGUEZ, Alain, 2004. Maîtrise des adventices en grandes cultures. In : *Alter Agri - ITAB*. n°68, p. 6.

- SCHAUB, Christiane, 2008. *Mieux connaître les mauvaises herbes pour mieux maîtriser le désherbage.*

- SICARD, Hélène et FONTAINE, Laurence, 2012. *Désherber mécaniquement les grandes cultures. Projet « Optimiset et promouvoir le désherbage mécanique » CASDAR 2009/2011*.

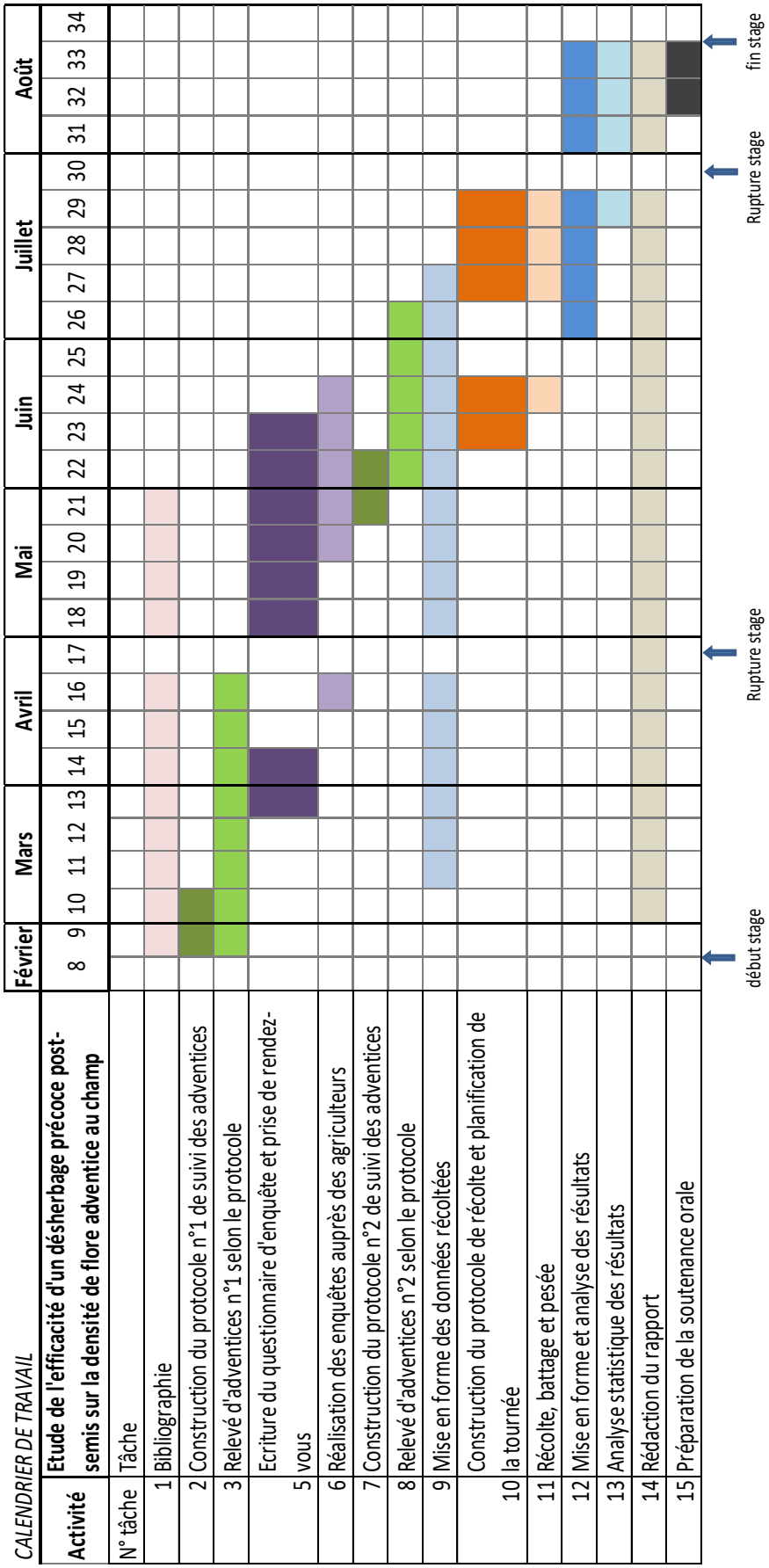
- SICARD, Hélène, FONTAINE, Laurence et ZAGANIACZ, Véronique, 2012. *Connaître les adventices pour la maîtriser en grandes cultures sans herbicides.*

- VALANTIN-MORISON, M, GUICHARD, L et JEUFFROY, Marie-Hélène, 2008. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travaers les éléments de l'itinéraire technique ? In : *Innovations Agronomiques*. n 3, p. 27-41.

- VIAUX, Philippe, 2013. *Systèmes intégrés: une troisième voie en agriculture*. France agricole. ISBN 978-2-85557-239-0.

Annexes

Annexe 1 : Planning de l'organisation du travail durant les 24 semaines de stage :



Annexe 2 : Passage d'une herse étrille en désherbage précoce 5 jours après le semis et profondeur du triticale germé (4.5 cm) :

Annexe 3 : Résumé du questionnaire d'enquête - Essais Désherbage Précoce 2018 :

Coordonnées de l'agriculteur

Partie 1 : Description générale de l'exploitation

- Nombre d'années d'expérience en AB (incluant les 2 ans de conversion)
- Principale motivation pour la conversion à l'AB (1 seule)
- Principale contrainte en AB (1 seule)
- OTEX
- Objectif de l'exploitation
- Nombre d'UTH
- SAU totale (ha)
- Atelier d'élevage (oui/non) ? Si oui, type d'animaux, race, nombre
- Autre activité en dehors de l'exploitation
- Projet de développement futur
- % du temps de travail sur l'atelier végétal

Partie 2 : Caractéristiques de la parcelle concernée par le relevé (sol, bio-agresseurs)

Repérage de la parcelle :

- Nom de la parcelle
- Raison choix de la parcelle
- Surface (ha)

Type de sol :

Quelle est la texture du sol ?
Avez-vous des problèmes de pierrosité/ d'hydromorphie (si oui, quel %) ?
Quelle est la profondeur du sol ?

Adventices sur la parcelle :

Estimez-vous avoir des problèmes avec les adventices sur cette parcelle ?
Comment jugez-vous votre conduite vis-à-vis du salissement de la parcelle ? (souple, ajustée, sécuritaire)
Rencontrez-vous des difficultés de gestion des adventices ?
Quelle est l'espèce la plus présente sur la parcelle ?
Quelles sont les espèces les plus nuisibles pour le rendement sur la parcelle? (3 maximum)
Avez-vous une estimation de la perte de rendement occasionnée ?
Comment ont évolué ces espèces par rapport aux années précédentes ?
Comment expliquez-vous cette évolution ?
Avez-vous des solutions pour mieux gérer ces espèces ?
Quelle type de nuisibilité est la plus importante ?
Comment gériez-vous les adventices avant de faire un désherbage précoce ?
Avez-vous recours à l'écimage ?
Utilisez-vous d'autres moyens pour gérer les adventices que la rotation et les désherbages mécaniques ?

Autres bio-agresseurs :

Avez-vous des problèmes avec d'autres maladies, ravageurs sur cette parcelle ?

Partie 3 : Itinéraire technique sur la parcelle

Quelle est la culture et le nom de la variété en place sur la parcelle ?

Précédents cultural/rotation sur la parcelle :
Quelles sont les précédents culturaux sur la parcelle ? Aviez-vous des problèmes d'adventices dans ces cultures ?
Quelle est la rotation mise en place sur l'exploitation ? Combien d'année dure-t-elle ?

Gestion de l'inter-culture :
Y a-t-il eu un couvert végétal avant la céréale d'hiver ? Si oui, quelles espèces ont été semées et à quelle date ? Comment a-t-il été détruit, à quelle date ?

Préparation du sol avant semis (déchaumage, faux-semis, labour) :
Quelles interventions avez-vous faites avant le semis ? Précisez le type d'outils utilisés (et le type de dents), la date d'intervention, la profondeur de travail et la vitesse de traction.
A quelle fréquence revient le labour ?

Semis :
A quelle date la céréale a-t-elle été semée, à quelle densité ? Combien mesure l'écartement entre les rangs ? Quel semoir avez-vous utilisé et à quelle profondeur avez-vous semé ? Y a-t-il eu roulage après semis ?

Désherbage précoce prélevée à l'aveugle :
Avec quel outil avez-vous réalisé le désherbage précoce ? A quelle date et à quel stade de la culture? A quelle profondeur de travail et quelle vitesse de traction avez-vous travaillé ? Quel était alors l'état du sol ?

Travail du sol post-levée :
Avez-vous travaillé le sol en culture ? Avec quel outil, à quelle date (stade de la culture), quelle profondeur et vitesse de traction ? Quel était alors l'état du sol ?

Fertilisation :
Avez-vous fertilisé la parcelle ? Quel type de fertilisant avez-vous appliqué, à quelle date, de quelle manière et en quelle quantité ?

Autre :
Avez-vous prévu d'autres interventions techniques sur cette parcelle ?
Quel potentiel de rendement estimez-vous pour la culture ?
Quel matériel de récolte allez-vous utiliser ?
Récolterez-vous les menues-pailles ?
Quel est le devenir des résidus de culture ?

Annexe 4 : Explication des abréviations des variables des analyses multivariées :

Variables signalétiques qualitatives supplémentaires ACM

Expe_bio : Nombre d'années de la parcelle conduite en agriculture biologique.*
Dens_adv1_t : Densité d'adventices par m² sur le témoin lors du premier relevé.*
Dens_adv1_dp : Densité d'adventices par m² sur la partie avec désherbage précoce lors du premier relevé.*
Dens_adv2_t : Densité d'adventices par m² sur le témoin lors du second relevé.*
Dens_adv2_dp : Densité d'adventices par m² sur la partie avec désherbage précoce lors du second relevé.*

Variables actives quantitatives ACM :

Nb_an_rota : Durée de la rotation.*
Interculture : Implantation d'une interculture avant la céréale d'hiver (oui / non).
Plus_2_wsol_inter : Plus de deux travail du sol effectués en interculture (oui / non).
Outils_dents : Utilisation d'au moins un outil à dent en interculture (oui / non).
Prof_wsol_inter : Profondeur de travail du sol en interculture.*
Freq_labour : Fréquence du labour (tous les ans / un an sur trois / un an sur cinq / un an sur deux / deux ans sur trois / jamais).
Labour : Réalisation d'un labour avant le semis de la céréale d'hiver (oui/non).
Faux-semis : Nombre de faux-semis réalisés en interculture (aucun / 1 / 2 / 4 / 5).
Semis : Date du semis de la céréale d'hiver.*
Dens_semis : Densité de semis (valeur en grains/m²).*
Roulage : Passage d'un rouleau après le semis (oui/non).
Outil_DP : Outil utilisé pour réaliser le désherbage précoce (herse étrille / houe rotative).
HE : Nombre de passages de herse étrille en comptant le désherbage précoce (aucun / un / deux / trois / quatre / cinq).
HR : Nombre de passages de houe rotative en comptant le désherbage précoce (aucun / un / deux).
Binage : Nombre de binage en cours de culture (aucun / un).
Amendement : Apport d'un amendement (oui/non).
FertiN1 : Premier apport d'azote sous forme organique.*
FertiN2 : Second apport d'azote sous forme organique.*
*Variables quantitatives regroupées en classes pour devenir qualitatives (Annexe 4).

Variables actives quantitatives ACP relevé 1 :

Expe_bio : Nombre d'années de la parcelle conduite en agriculture biologique.
Nb_an_rota : Nombre d'années de la rotation.
Nb_faux_semis : Nombre de faux-semis.
Nb_wsol_inter : Nombre de travail du sol en interculture.
Prof_wsol : Profondeur de travail du sol moyen sur l'ensemble des opérations en interculture.
Nb_labour : Labour en interculture (0 ou 1).
Prof_labour : Profondeur du labour.
Prof_DP : Profondeur de travail de l'outil de désherbage précoce.
Date_semis : Date de semis en prenant 0=1er janvier.
Pluie : Millimètres de pluie tombés entre le semis et le désherbage précoce.

Variables supplémentaires quantitatives ACP relevé 1 :
Dens_adv1_t : Densité d'adventices par m² sur le témoin lors du premier relevé.
Dens_adv1_dp : Densité d'adventices par m² sur la partie avec désherbage précoce lors du premier relevé.

Variables actives quantitatives ACP relevé 2 :
Expe_bio : Nombre d'années de la parcelle conduite en agriculture biologique.
Date_semis : Date de semis en prenant 0=1er janvier.
Densite_semis : Densité de semis en grains/m².
Nb_he : Nombre de passage de HE au total avec le passage à l'aveugle.
Nb_hr: Nombre de passage de HR au total avec le passage à l'aveugle.
Nb_bin: Nombre de passage de bineuse total.
DoseN1 : Quantité d'azote du premier apport en kg/ha.
DoseN2 : Quantité d'azote du second apport en kg/ha.

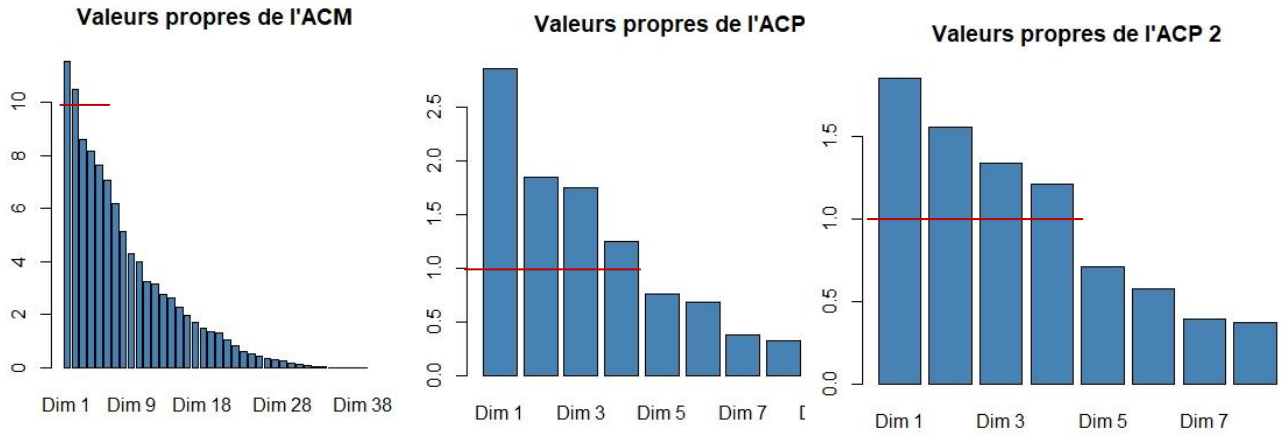
Variables supplémentaires quantitatives ACP relevé 2 :
Dens_adv2_t : Densité d'adventices par m² sur le témoin lors du second relevé.*
Dens_adv2_dp : Densité d'adventices par m² sur la partie avec désherbage précoce lors du second relevé.*

Annexe 5 : Variables quantitatives transformées en qualitatives pour l'ACM, selon les dires d'expert d'Olivier Guérin :

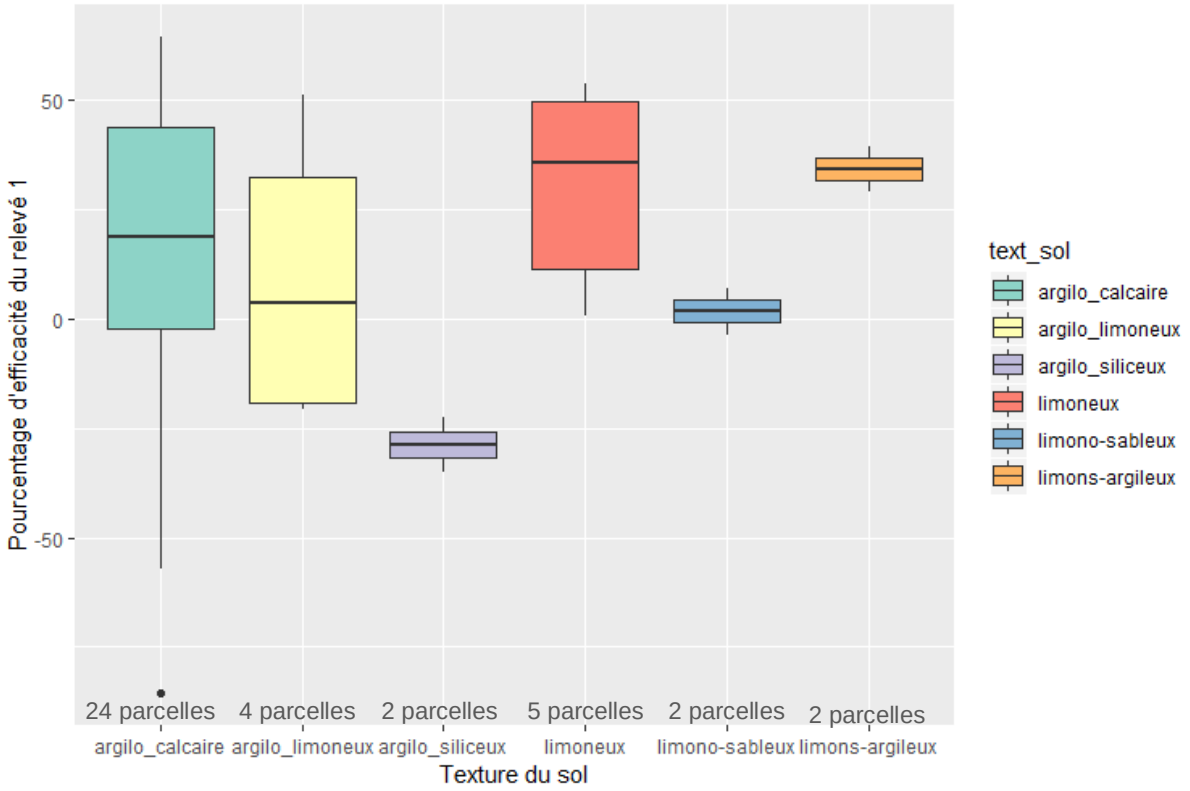
Variable	Classes	Modalités de la variable
Nombre d'années de la rotation	[2-4] ans	Courte
	[5-7] ans	Moyenne
	[8-12] ans	Longue
Expérience en AB	≤ 3 ans	Conversion
	>3 ans	Routine AB
Profondeur de travail du sol	< 10 cm	Superficiel
	≥ 10 cm	Profond
Date de semis (exemple pour le blé biologique)	avant le 25/10	Précoce
	entre le 25/10 et le 10/11	Normal
	entre le 10/11 et le 25/11	Tardif
	après le 25/11	Très tardif
Densité de semis (exemple pour le blé biologique)	< 350 grains/m²	Peu dense
	350 grains/m²	Dense
	> 350 grains/m²	Très dense
Fertilisation azotée	0 kg N/ha	Aucune
	≤ 10 kg N/ha	Faible
	>10kg N/ha	Forte
Densité d'adventices par m²	< 50	Faible
	[50,150]	Moyenne
	> 150	Elevée

Les dates d'intervention culturales demandées dans l'enquête servent à retrouver les conditions météos des opérations de semis et de désherbage précoce via la référence suivante (Agroclipo, 2018).

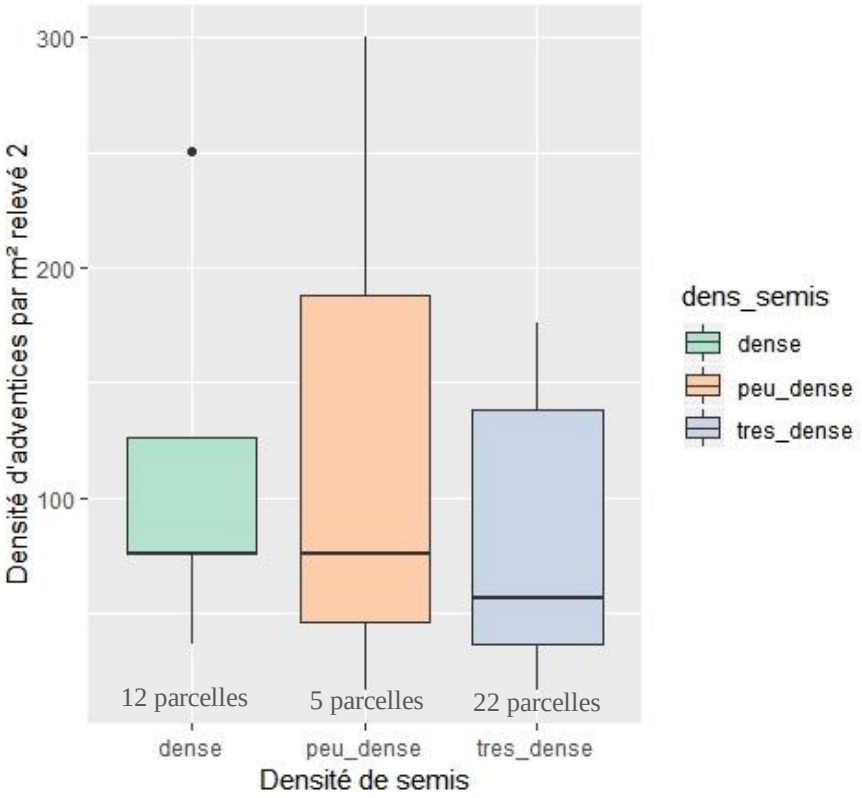
Annexe 6 : Valeurs propres des analyses multivariées :



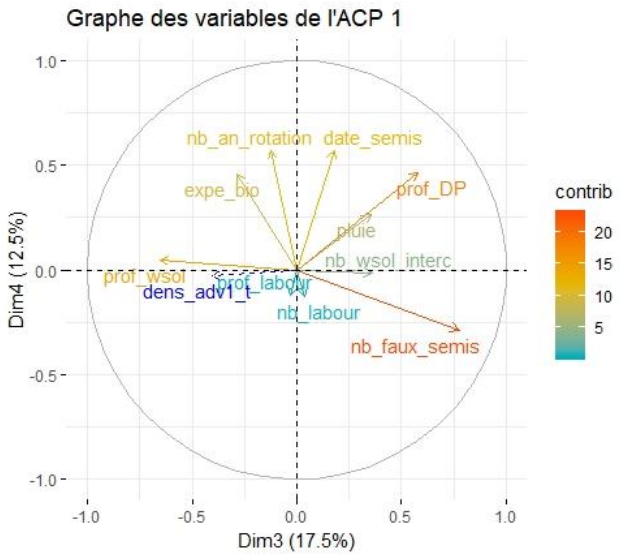
Annexe 7 : Représentation du pourcentage d'adventices éliminées en fonction des textures de sol :

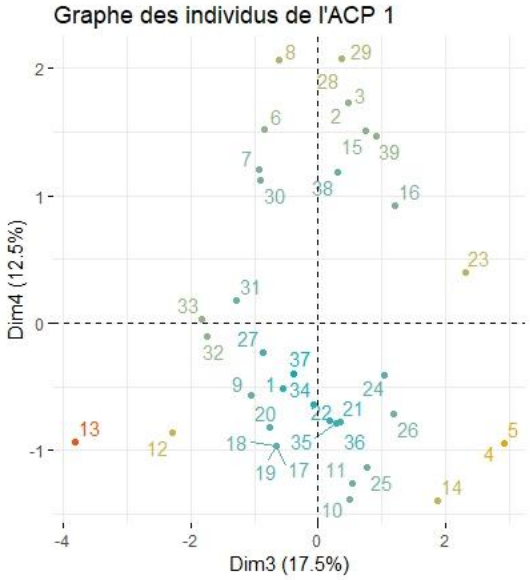


Annexe 8 : Représentation des densités d'adventices du second relevé en fonction de la densité de semis :

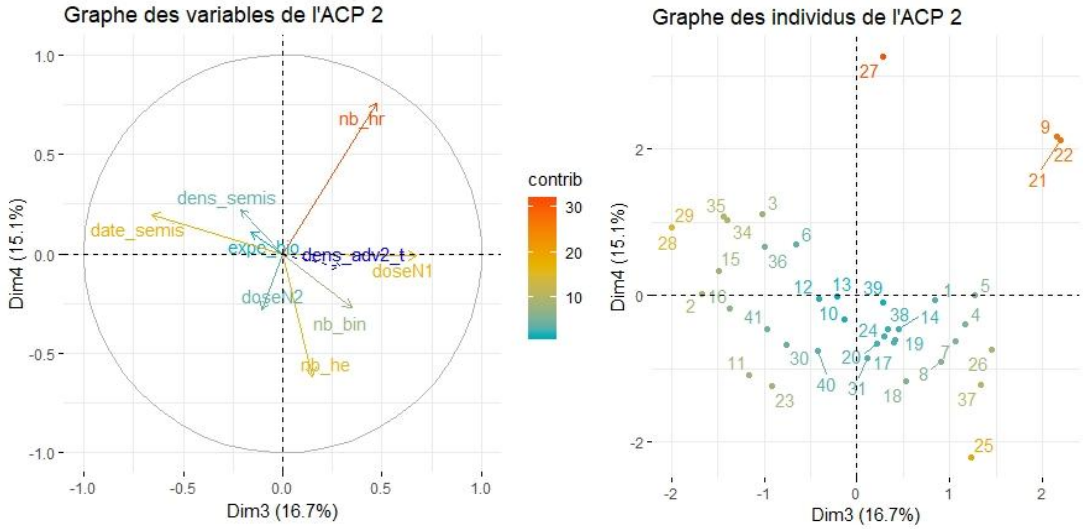


Annexe 9 : Figures de l'ACP 1 sur les dimensions 3 et 4 :



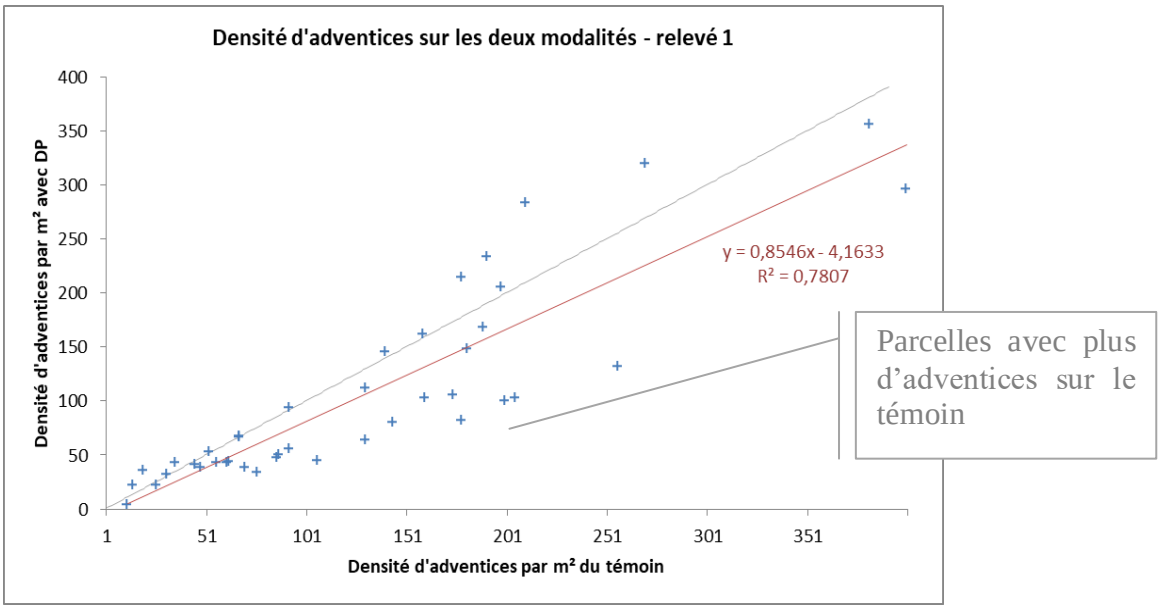


Annexe 10 : Figures de l'ACP 2 sur les dimensions 3 et 4 :

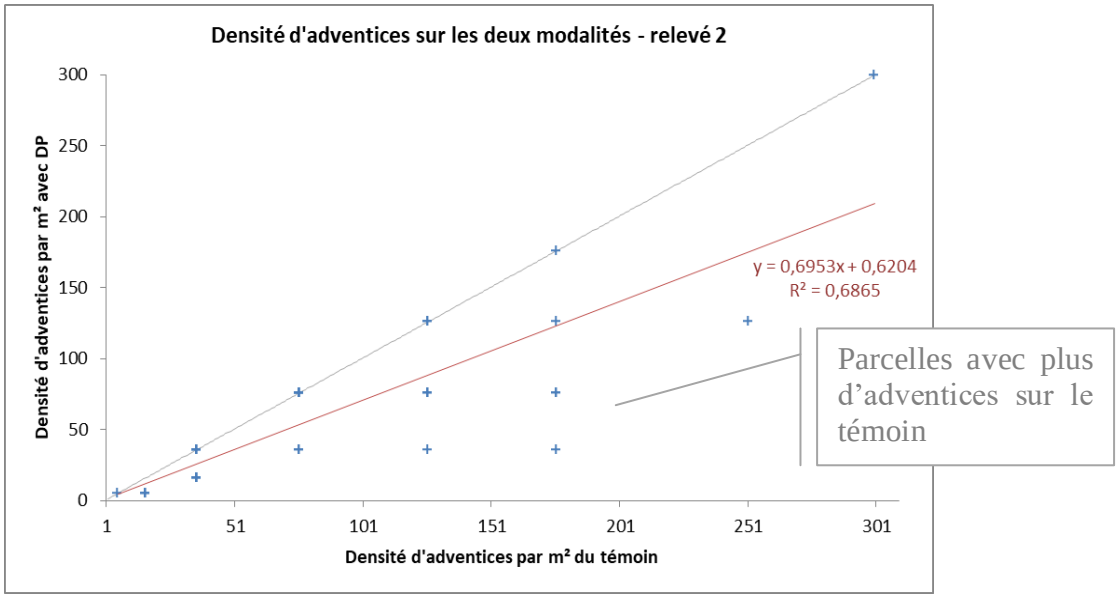


Annexe 11 : Parcelle avec plus d'adventices sur le témoin :

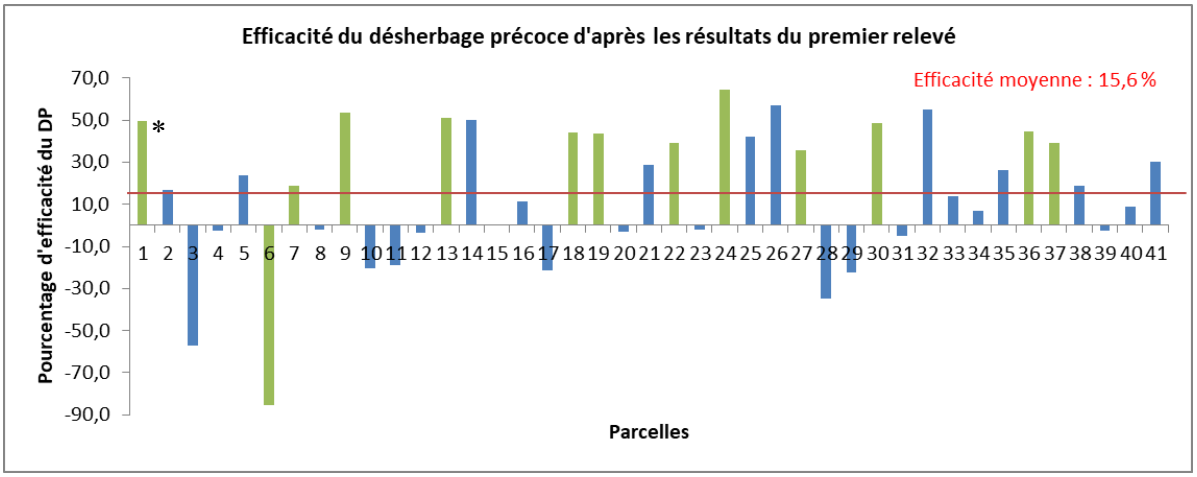
Annexe 12 : Nuage de points des densités d'adventices constatées sur les deux modalités lors du premier relevé :



Annexe 13 : Nuage de points des densités d'adventices constatées sur les deux modalités pour le second relevé :

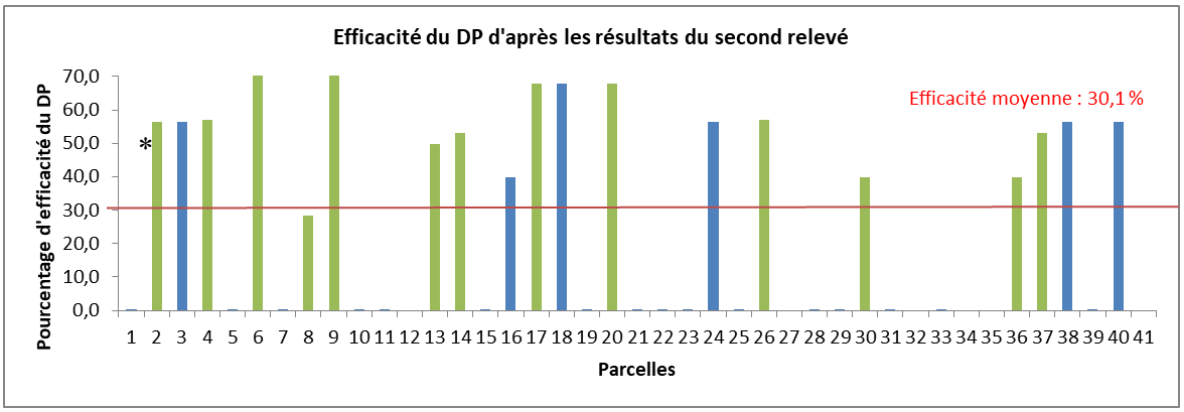


Annexe 14 : Efficacité du désherbage précoce pour le premier relevé :



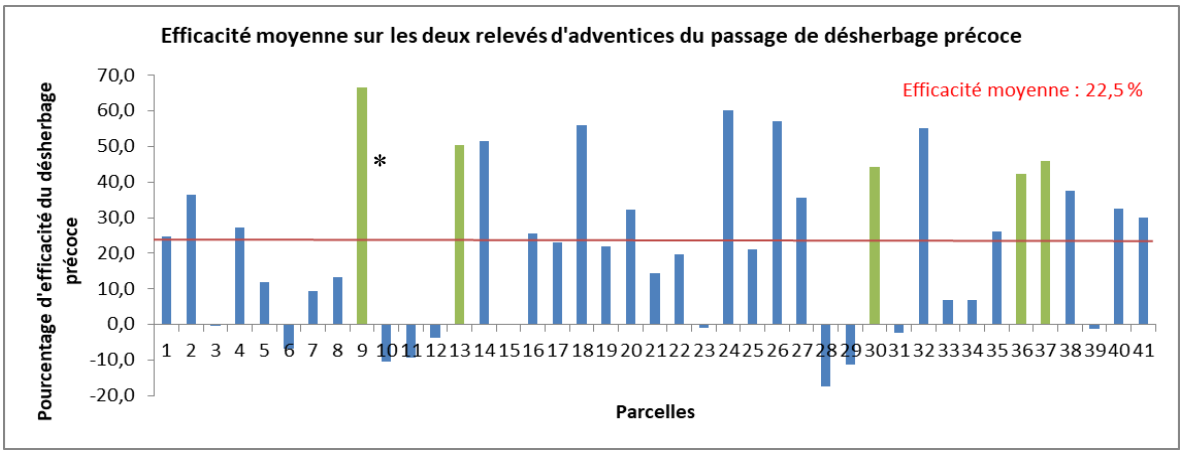
*Barres vertes : parcelles ayant un effet significatif du DP sur la densité d'adventices pour 1er relevé.

Annexe 15 : Efficacité du désherbage précoce pour le second relevé :



*Barres vertes : parcelles ayant un effet significatif du DP sur la densité d'adventices pour 2nd relevé.

Annexe 16 : Efficacité moyenne du désherbage précoce pour les deux relevés :



*Barres vertes : parcelles ayant un effet significatif du DP sur la densité d'adventices pour les deux relevés.

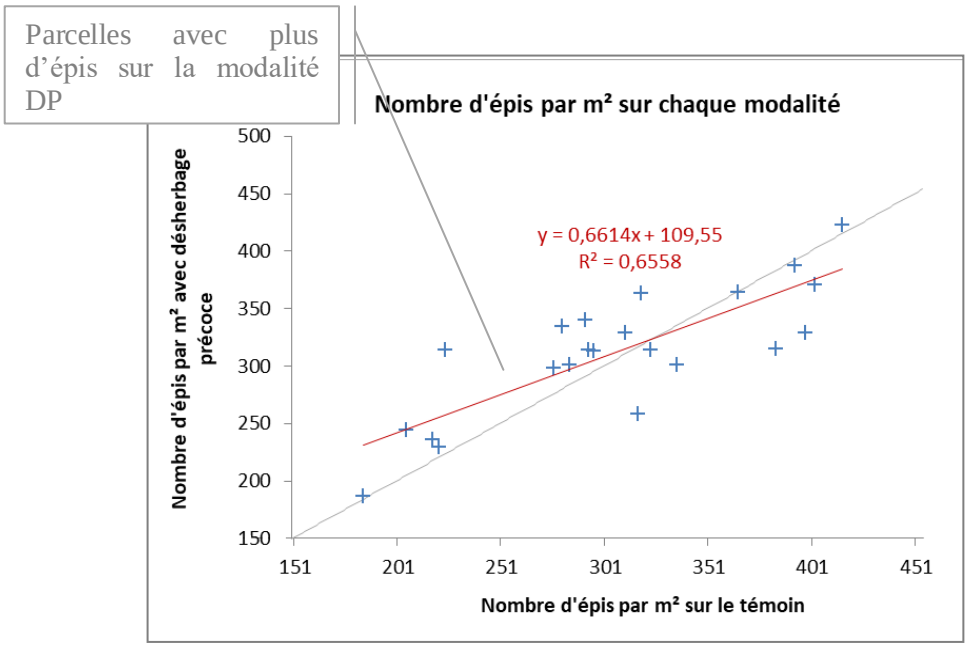
Annexe 17 : Résumé des tests d'analyse de variance :

N° parcelle	N° relevé	Effet significatif du DP sur la densité d'adventice	Effet significatif du DP sur le nombre d'épis	Effet significatif du DP sur le rendement
1	1	oui p-value = 4,548*10^-5	non	p-value = 0,09063
	2	non		
2	1	non	non	non
	2	oui p-value = 0,0185		
3	1	non	oui p-value = 0,03811	non
	2	non		
4	1	non	oui p-value = 0,05702	non
	2	oui p-value = 0,001531		
5	1	p-value = 0,09722	/	/
	2	p-value = 0,07079		
6	1	oui p-value = 0,05755	/	/
	2	oui p-value = 5,077*10^-5		
7	1	oui p-value = 1,023*10^-5	non	non
	2	non		
8	1	non	non	non
	2	oui p-value = 0,05392		
9	1	oui p-value = 0,0003807	non	non
	2	oui p-value = 6,646*10^-6		
10	1	non	/	/
	2	non		
11	1	non	/	/
	2	non		
12	1	non	/	/
	2	/*		
13	1	oui p-value = 0,001784	/	/
	2	oui p-value = 0,0001158		
14	1	non	non	non
	2	oui p-value = 0,03867		
15	1	non	/	/
	2	oui p-value = 0,02889		
16	1	non	/	/
	2	non		
17	1	non	non	non
	2	oui p-value = 0,0004046		
18	1	oui p-value = 0,0004775	non	oui p-value = 0,01186
	2	oui p-value = 0,1087		
19	1	oui p-value = 0,0008838	non	non
	2	non		
20	1	non	p-value = 0,07123	non
	2	oui p-value = 0,02394		
21	1	non	/	/
	2	non		
22	1	oui p-value = 0,007639	/	/
	2	oui p-value = 0,02274		
23	1	non	non	non
	2	oui p-value = 0,01674		

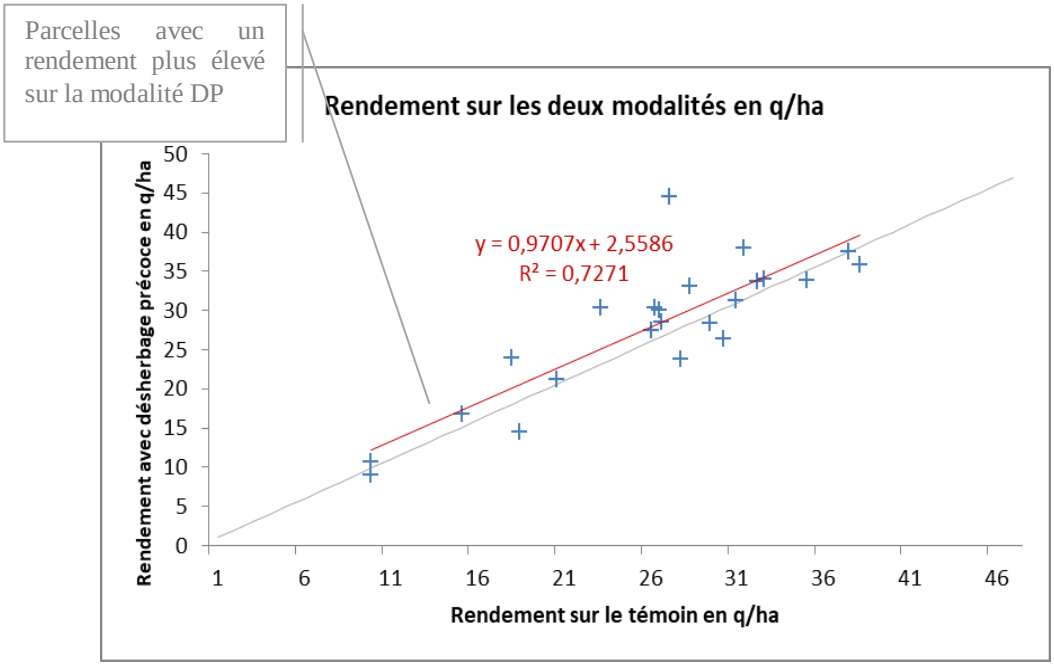
24	1	oui p-value = 0,02914	non	non
	2	non		
25	1	non	non	non
	2	oui p-value = 0,01747		
26	1	p-value = 0,07027	non	oui p-value = 0,02097
	2	oui p-value = 6,193*10^-6		
27	1	oui p-value = 0,02813	/	/
	2	/		
28	1	p-value = 0,07461	triticale p-value = 0,07536	non
	2	non	non féverole	
29	1	non	non	non
	2	oui p-value = 0,01248		
30	1	oui p-value = 0,0007561	non	p-value = 0,08158
	2	oui p-value = 0,0004628		
31	1	non	non	non
	2	non		
32	1	p-value = 0,08211	/	/
	2	/		
33	1	non	/	/
	2	non		
34	1	non	/	/
	2	/		
35	1	non	/	/
	2	/		
36	1	oui p-value = 0,0009904	/	oui p-value = 0,0009904
	2	oui p-value = 0,00286		
37	1	oui p-value = 0,0181	non	non
	2	oui p-value = 0,01431		
38	1	non	non	non
	2	non		
39	1	non	/	/
	2	non		
40	1	non	/	/
	2	non		
41	1	non	/	/
	2	/		

*Données non récoltées sur cette parcelle.

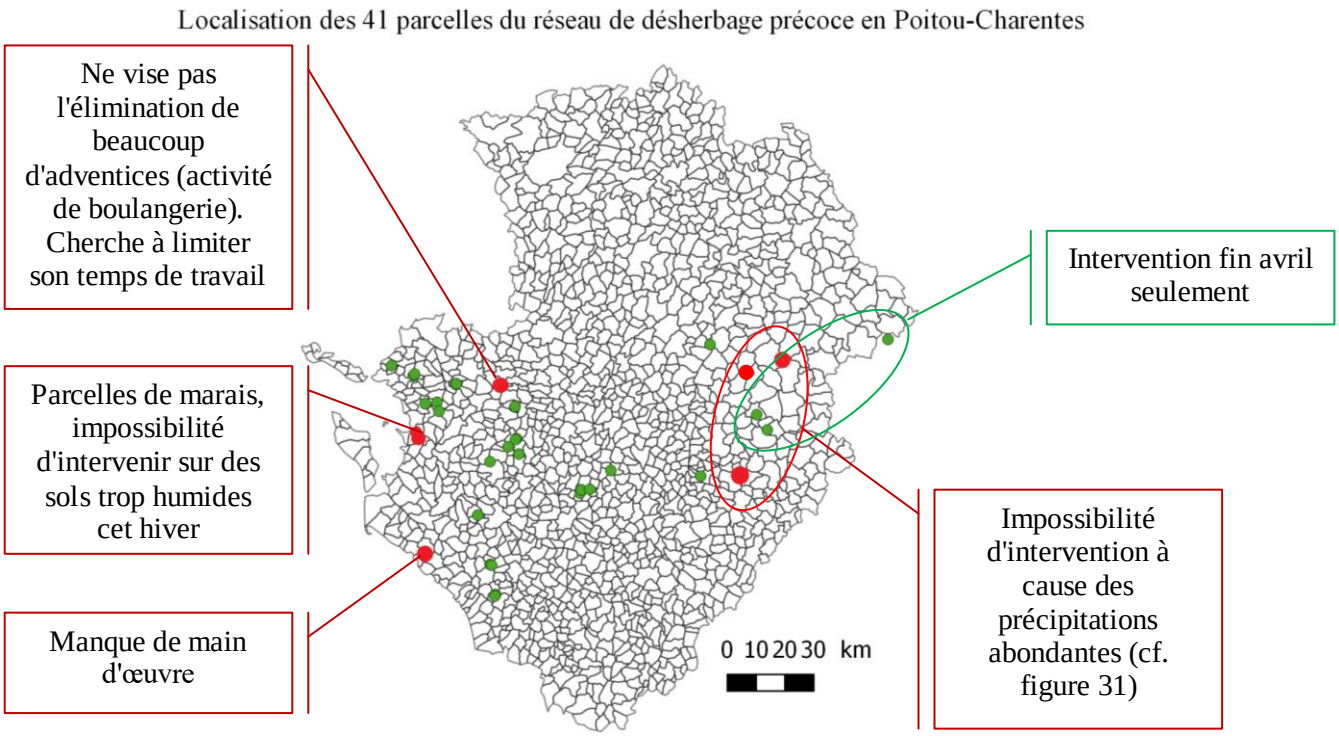
Annexe 18 : Nombre d'épis par m² sur chaque modalité :



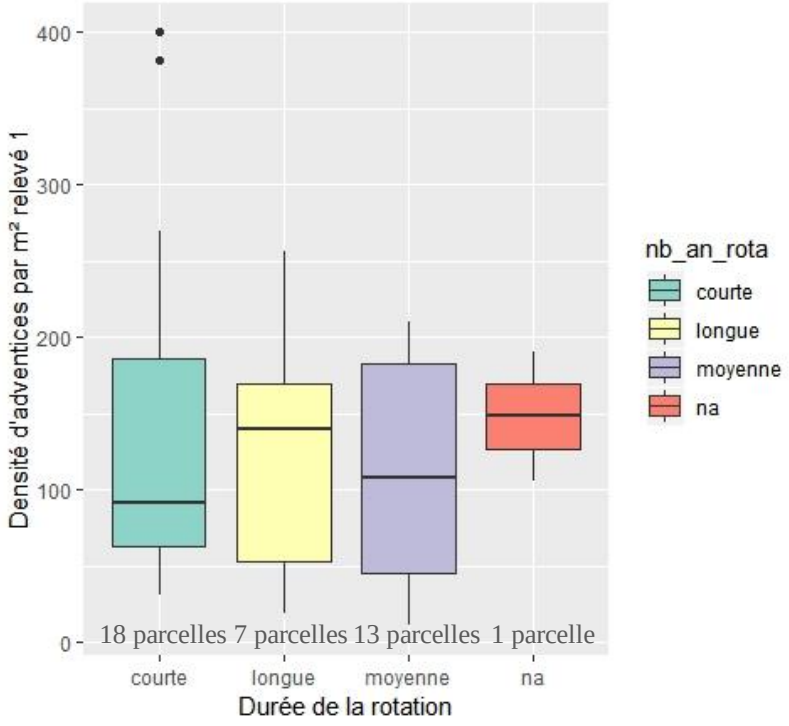
Annexe 19 : Rendement sur les deux modalités en q/ha et ramené à 15% d'humidité :



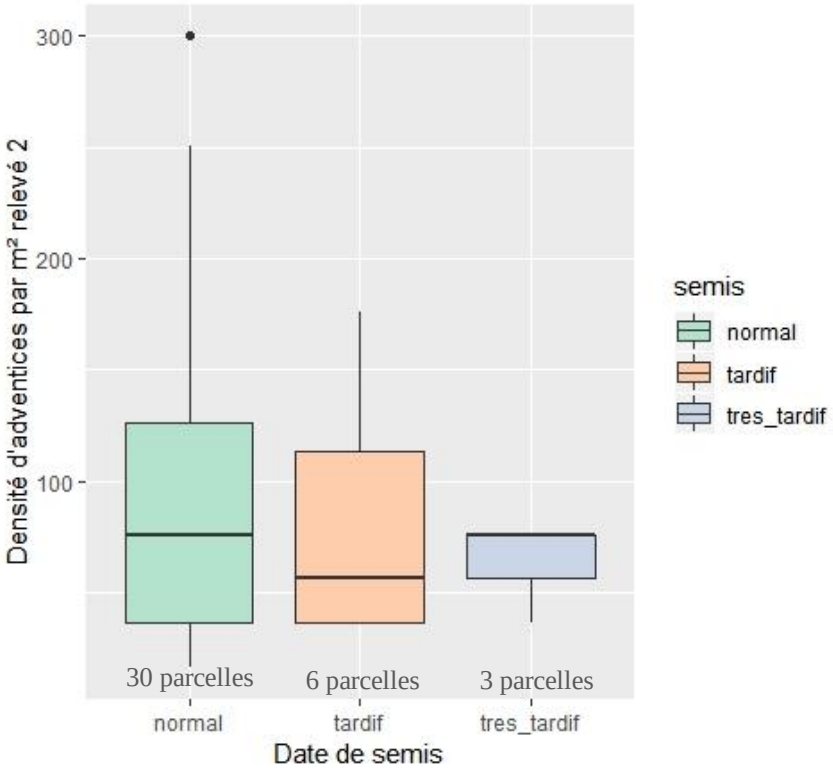
Annexe 20 : Localisation des parcelles ayant reçu que le passage de désherbage mécanique précoce en rouge et raison de cet unique passage :



Annexe 21 : Représentation des densités d'adventices du premier relevé selon la durée de la rotation :



Annexe 22 : Représentation des densités d'adventices du premier relevé selon la date de semis.



AGRO CAMPUS OUEST	Diplôme : Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, horticoles et du Paysage Spécialité : Ingénieur Agronome Spécialisation : Sciences et Ingénierie du Végétal Parcours : Ingénierie des Agrosystèmes Responsable de parcours : Matthieu CAROF

Auteur : Marine PELLENTZ Date de naissance* : 03/11/1995	Organisme d'accueil : Chambre d'agriculture de la Charente-Maritime Adresse : 2 Avenue de Fétilly CS 85074 - 17074 LA ROCHELLE Cedex 9 Maître de stage : Olivier GUERIN
Nb pages : 25 Annexe(s) : 22	
Année de soutenance : 2018	

Titre : Etude de l'effet d'un désherbage mécanique précoce sur la flore adventice dans un réseau de parcelles en système céréalier agrobiologique.

Title : Effect of early mechanical weeding on weed flora in an agrobiological cereal system plot network.

Résumé :

Une des principales contraintes rencontrées en agriculture biologique est la gestion des adventices. En l'absence d'herbicide chimique, d'autres solutions agronomiques ou mécaniques doivent être trouvées. Parmi les méthodes existantes, le désherbage mécanique post-semis prélevée est une solution dite curative.

L'essai mis en place sur 41 parcelles des 4 départements de Poitou-Charentes a pour but de tester l'efficacité d'un tel désherbage sur céréales d'hiver en système de culture biologique. Pour cela deux relevés floristiques ont été réalisés ainsi que des entretiens avec les agriculteurs. Des récoltes ont également été faites sur 23 parcelles.

Les résultats ont montré une efficacité moyenne de 20% environ de ce passage précoce. Les conditions d'intervention à l'automne n'étaient pas favorables à une plus grande efficacité qui peut toutefois atteindre 60% sur certaines parcelles. L'effet du désherbage précoce a été plus souvent significatif sur la densité d'adventices que sur le rendement. Des corrélations ont par ailleurs été établies entre certains éléments de l'itinéraire technique et les densités d'adventices. Il en ressort que les leviers à mettre en place pour limiter la pression adventice sont notamment : plus de deux déchaumages et faux-semis en interculture, éviter de labourer tous les ans et passer la herse étrille plusieurs fois en cours de culture.

Cet essai mérite d'être mené sur d'autres années afin d'estimer de nouveau l'efficacité du désherbage précoce et voir l'influence des conditions climatiques sur celui-ci.

Abstract :

One of the main obstacles faced in organic agriculture is weed management. In the absence of chemical herbicide, other agronomical or mechanical solutions must be found. Among the existing methods, mechanical weeding post-seedling is a so-called healing solution.

The trial set up on 41 plots of the 4 departments of Poitou-Charentes is intended to test the effectiveness of such weeding on winter cereals in organic systems. For that two floristic surveys have been made as well as interviews with farmers. Crops were also harvest on 23 plots.

The results showed an average efficiency of about 20% for this early weeding. Conditions of tillage during the Autumn were not favourable to greater efficiency which may be increased to 60% in some plots. The effect of the early weeding has been most significant on the density of weeds rather than on crops yield. Correlations have also been established between some elements of the technical arrangement and weed density. The levers to put in place to limit the weed pressure include : more than two stubble ploughing and false seed-bed in intercrop, avoid plough annually and use the harrow several times during cultivation.

This test should be conducted in other years to estimate efficiency of the early weeding again and see the influence of weather conditions on early weeding.

Mots-clés : Désherbage mécanique post-semis, herse étrille, houe rotative, agriculture biologique, adventices, région Poitou-Charentes.

Key Words: Early mechanical weeding, harrow, hoe, organic farm, weeds, Poitou-Charentes region.

* *Elément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires*