



HAL
open science

Étude de la gestion des adventices en systèmes agroforestiers de grandes cultures : Effet du mode de gestion du linéaire sous arboré et de la zone cultivée sur les communautés adventices

Clément Chevalier

► To cite this version:

Clément Chevalier. Étude de la gestion des adventices en systèmes agroforestiers de grandes cultures : Effet du mode de gestion du linéaire sous arboré et de la zone cultivée sur les communautés adventices. Sciences agricoles. 2017. dumas-01631466

HAL Id: dumas-01631466

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01631466>

Submitted on 9 Nov 2017

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.

**AGROCAMPUS
OUEST**

- CFR Angers
 CFR Rennes



Année universitaire : 2016-2017

Spécialité :

Ingénieur Agronome

Spécialisation / option :

Sciences des Productions Végétales /
Ingénierie des agrosystèmes

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 la gestion des adventices en systèmes agroforestiers de grandes cultures : Effet du mode de gestion du linéaire sous arboré et de la zone cultivée sur les communautés adventices

Par : Clément CHEVALIER



Parcelle agroforestière de Jacky Branger (photo : Eric Cirou)

Soutenu à Rennes le 12 septembre 2017

Devant le jury composé de :

Président : Christine BISSUEL

Rapporteur : Matthieu CAROF

Maîtres de stage : Olivier GUERIN et Éric CIROU

Enseignant référent : Edith LE CADRE

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

Remerciements :

Je remercie la Chambre d'agriculture de la Charente-Maritime de m'avoir offert l'opportunité de travailler sur un thème qui me tient à cœur : l'agroforesterie. Ce stage m'a permis d'avoir une expérience concrète des systèmes agroforestiers, de prendre conscience de leurs nombreux bienfaits mais aussi des contraintes qu'ils apportent, et auxquelles il faut pallier.

Je tiens à remercier tous mes proches qui ont contribué à leur manière à la réussite de ce stage : mes parents, mon frère et ma petite amie pour leur soutien moral et leurs relectures précieuses ; mais aussi mes amis qui ont su me changer les idées après des semaines intenses de relevés d'adventices.

Je remercie l'ensemble des 35 agroforestiers de Poitou-Charentes que j'ai eu la chance de rencontrer. Ils ont tous accepté de me consacrer du temps malgré leur emploi du temps bien rempli, en m'accueillant chez eux, en me faisant découvrir leurs parcelles, ou simplement au téléphone lorsque la distance était trop importante. C'est avant tout grâce à eux et à leur recherche d'innovation que cette étude a pu avoir lieu.

Je remercie Audrey Gornard pour sa disponibilité et son soutien pour l'organisation de mes nombreux déplacements. Je pense notamment à cette fameuse journée où j'aurai probablement passé la nuit dans une parcelle agroforestière sans son aide.

Je remercie Delphine Mézière pour son appui précieux tout au long de ce stage. Elle a su m'aiguiller dans les moments de questionnement. Son soutien concernant les méthodes de relevés d'adventices et les méthodes d'analyses statistiques a également été très important pour la réalisation de ce mémoire.

Je remercie enfin Eric Cirou et Olivier Guérin, mes deux maîtres de stage qui m'ont épaulé de façon exemplaire pendant ces 6 mois de stage. Leurs connaissances complémentaires sur les systèmes agroforestiers m'ont permis d'avancer rapidement dans cette étude : Eric pour la mise en relation avec les différents acteurs de l'agroforesterie, Olivier pour son soutien sur les questions d'ordre agronomique. Merci pour ces relectures nombreuses et bienveillantes. Merci aussi pour tous ces petits moments de détente et d'échange passés après de longues journées dans les cultures ou dans les fosses pédologiques agroforestières.

Table des matières

I.	Introduction	1
A.	Contexte	1
B.	Les adventices en systèmes agroforestiers de grande culture : une problématique importante ...	1
	1. La cohabitation de deux environnements différents : la rangée d'arbres et la bande cultivée ...	1
	2. Des communautés adventices spécifiques en agroforesterie	2
	3. Une biodiversité utile	2
	4. La bande herbacée : source de dispersion d'adventices	2
C.	Leviers de gestion des adventices sur le linéaire sous arboré	4
	1. Les aménagements inertes	4
	2. Les bandes enherbées	4
	3. Gestion de la croissance végétale	5
D.	Leviers de gestion des adventices sur la bande cultivée	6
	1. Leviers de gestion généraux	7
	2. Graminées annuelles	7
	3. Dicotylédones annuelles	7
	4. Adventices vivaces	8
E.	Intérêts de l'étude	8
F.	Objectifs de l'étude	8
II.	Matériel et méthodes	9
A.	Enquête auprès des agroforestiers	9
	1. Construction du questionnaire	9
	2. Recensement des agroforestiers et prise de contact	10
B.	Relevé d'adventices dans les parcelles	10
	1. Plans d'échantillonnage	10
	2. Variables mesurées	11
C.	Analyse des données	11
	1. Construction d'indicateurs d'évaluation de l'efficacité de gestion des adventices sur les bandes cultivées	11
	2. Identification des profils d'agroforestiers	12
	3. Effet des itinéraires techniques sur les communautés adventices	13
III.	Résultats	14
A.	Description générale de la population d'agroforestiers	14
B.	Détermination et analyse des profils d'agroforestiers	14
C.	Etude de l'efficacité des leviers de gestion des adventices sur les bandes cultivées	16
	1. Efficacité de gestion des graminées annuelles	16
	2. Efficacité de gestion des vivaces	16
D.	Etude de l'efficacité des leviers de gestion des adventices problématiques sur les linéaires sous arborés	16
	1. Influence de la gestion du LSA sur les communautés adventices	16
	2. Influence des paramètres de semis des linéaires sous arborés sur le pourcentage de recouvrement des espèces implantées	18
IV.	Discussion	19

A.	En zone cultivée, des leviers de gestion efficaces sur les graminées annuelles, mais plus aléatoires sur les vivaces.....	19
B.	Sur les linéaires sous arborés, une diversité importante de gestions de la végétation possibles, et une efficacité variable.....	20
	1.Type de couverture et entretien du linéaire sous arboré.....	20
	2.Influence des paramètres de semis des linéaires sous arborés sur le pourcentage de recouvrement des espèces implantées.....	21
C.	Préconisations issues de ces résultats.....	22
V.	Conclusion.....	23
VI.	Bibliographie	23

Abréviations couramment utilisées dans cette étude :

BH : Bande enherbée	VS : Végétation spontanée	AdC : Agriculture de conservation
LSA : Linéaire sous arboré	AB : Agriculture biologique	ACM : analyse en composantes multiples
BC : Bande cultivée	AC : Agriculture conventionnelle	ANOVA : Analyse de variance

Le tableau présentant les noms latins des adventices relevées lors l'étude, ainsi que leur traduction en français et la difficulté de gestion associée, est visible en [annexe 1](#).

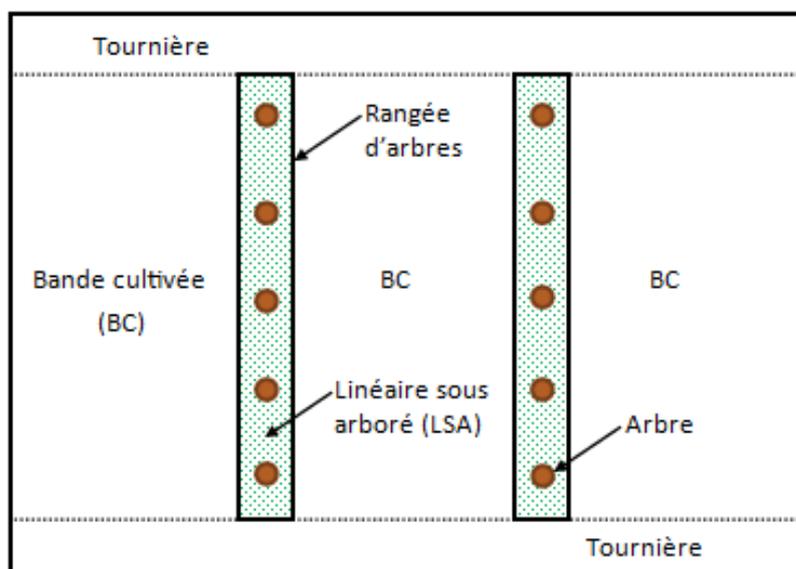


Schéma d'une parcelle agroforestière
(La tournière est la zone permettant au matériel agricole de passer d'une bande cultivée à l'autre.)

I. Introduction

A. Contexte

Les systèmes agroforestiers de grandes cultures intégrant des alignements d'arbres au sein des parcelles agricoles sont assez rares en France mais en constante augmentation notamment grâce à des programmes de plantations plus nombreux depuis 2010 (Mézière et Gosme 2016; Wartelle et al. 2016).

La chambre d'agriculture de la Charente-Maritime est engagée dans l'agroforesterie depuis 1990 et est partie prenante du projet AGFORWARD (AGroFORestry that Will Advance Rural Development), un projet de recherche européen visant à promouvoir les pratiques agroforestières en Europe, mis en place en 2014. Ce projet comprend différents workpackages associés à chacune des formes d'agroforesterie et le workpackage 4 est consacré à l'agroforesterie de grandes cultures. Dans le cadre de ce WP4, des réseaux de recherche et de développement participatifs ont été mis en place avec notamment la constitution de groupes de travail dans différentes régions d'Europe. Dans ces groupes, différents acteurs du monde agroforestier (agriculteurs ayant des parcelles agroforestières, conseillers de chambres d'agriculture et de GAB, environnementalistes) ont été interrogés sur les difficultés liées aux pratiques agroforestières.

Parmi les 45 propositions issues de ce questionnaire, les principales préoccupations retenues concernaient des aspects socio-économiques et de gestion tels que la complexité du travail générée par la présence d'alignements d'arbres dans les parcelles, la mécanisation pour l'entretien de la bande herbacée, ou les relations entre l'agriculteur et le propriétaire. Cependant, la gestion des adventices sur ces parcelles agroforestières est ressortie comme préoccupation première concernant les aspects de production, suivie par des problématiques liées à la prédation sur les arbres (Wartelle 2014), (Cirou 2014).

B. Les adventices en systèmes agroforestiers de grande culture : une problématique importante

Au sein des parcelles cultivées, les adventices sont couramment présentes aux côtés des plantes cultivées du fait du stock semencier important présent dans le sol. Cette flore adventice exerce alors une compétition avec la plante cultivée pour les ressources que sont l'eau, la lumière et les nutriments (Munier-Jolain et al. 2008). Des pertes de rendements liées aux adventices sont fréquemment observées si aucune action n'est menée pour leur gestion : une étude réalisée à partir d'estimations mondiales a évalué la perte de rendements sur blé liée aux adventices, variant de 7.7% à 23% (Oerke 2006). De même une étude réalisée en France avec 110 essais sur 41 départements a chiffré la perte de rendements pour les parcelles non traitées à 26q/ha pour le blé, 3.5q/ha pour le colza et 4.1q/ha pour le tournesol (S. Cordeau et al. 2016).

La pression adventice occupe donc une place importante parmi les facteurs limitant les rendements des cultures, et en agroforesterie, cette pression est susceptible d'être plus importante.

1. La cohabitation de deux environnements différents : la rangée d'arbres et la bande cultivée

La rangée d'arbres et la bande cultivée (BC) sont deux environnements qui diffèrent principalement par la fréquence d'actions mécaniques ou chimiques qu'elles subissent. En effet, en système agroforestier de grandes cultures, la BC entre les rangées d'arbres présente un itinéraire technique voisin de celui d'une parcelle classique (Balandier et Dupraz 1998). Les interventions de travail du sol sont fréquentes, ce qui est possible lorsque la distance arbre/culture est ajustée à la largeur des outils (Dupraz et Liagre 2008).

En revanche, il est plus difficile d'exercer des actions d'entretien sur le linéaire sous arboré (LSA) car les arbres constituent des obstacles à contourner. De plus, on constate souvent la formation d'une butte sur la ligne d'arbres qui rend difficile les passages d'outils (Dupraz et Liagre 2008). Ainsi les agroforestiers optent dans la plupart des cas pour des bandes herbacées (BH) sur les LSA.

2. Des communautés adventices spécifiques en agroforesterie

Quelques études ont été réalisées sur l'abondance et la richesse spécifique en systèmes agroforestiers, à la fois sur le LSA et sur la BC. Les travaux de relevés d'adventices de D. Mézière et M. Gosme, menés en 2015 sur des systèmes agroforestiers de grandes cultures à Restinclières dans l'Hérault, ont permis de montrer une densité d'adventices inférieure en milieu agroforestier qu'en témoin agricole, mais une composition floristique différente : En fin d'été *Bromus sterilis* et *Cirsium arvense* étaient plus abondants dans la parcelle agroforestière que dans le témoin agricole (Mézière et Gosme 2016).

Une étude effectuée par S. Boinot sur cette même parcelle montre que la richesse spécifique adventice est aussi plus importante en milieu agroforestier et ce dû à la présence des bandes enherbées qui apportent 25 espèces supplémentaires par rapport au témoin agricole. Cependant, dans les BC, la nuisibilité des adventices n'était pas plus importante qu'en témoin agricole (Boinot 2015).

3. Une biodiversité utile

Les études précédentes montrent que la biodiversité est plus importante en milieu agroforestier qu'en parcelle agricole classique, ce qui est dû notamment à la présence de BH sous les arbres. Cette introduction de biodiversité est un des avantages qu'offre l'agroforesterie et qui est souvent recherché par les agriculteurs : d'après une enquête menée en Poitou-Charentes en 2014, l'introduction de biodiversité est ressortie en deuxième position parmi les propositions d'aspects positifs liés à l'agroforesterie (Cirou 2014).

Cette biodiversité est en effet une source potentielle de régulation des bioagresseurs des cultures. Les brassicacées attirent notamment des hyménoptères parasites des pucerons cendrés (Pierre 2009).

D'autres espèces de plantes attirent des insectes pollinisateurs, indispensables aux cultures hybrides comme c'est le cas pour la majorité des variétés de colza, et très utiles pour augmenter le taux de fécondation des espèces autogames (Pierre 2009). Par exemple, les apiacées attirent les syrphes, les papillons, les abeilles et les coléoptères, du fait de la quantité importante de nectar qu'elles offrent. En revanche, les poacées attirent principalement les insectes phytophages du fait de leur biomasse importante (Muratet et Duron 2012). Les arbres et arbustes jouent aussi un rôle important pour attirer cette biodiversité régulatrice. Par exemple, les sphécides, des guêpes solitaires consommatrices de pucerons, privilégient les habitats ligneux tels que les bois morts ou les tiges creuses pour la nidification (Tosser 2017).

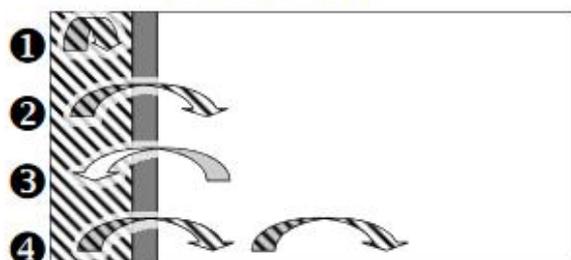
Cette biodiversité végétale intra-parcellaire est donc primordiale pour la réussite des cultures, mais elle doit néanmoins être régulée car ces espèces présentes sur les LSA sont susceptibles de s'installer et de se développer dans la BC.

4. La bande herbacée : source de dispersion d'adventices

Des études récentes ont été effectuées pour évaluer le phénomène de dispersion d'adventices de la bande enherbée vers la BC en parcelles agricoles non agroforestières, avec les travaux de Cordeau, et en parcelles agroforestières avec le stage de fin d'étude de Pierre Donnet en 2016.

Les résultats de S. Cordeau sont globalement représentatifs du comportement des BH présentes sous les arbres en agroforesterie lors des premières années, où la compétition exercée par les arbres n'est pas très importante, ce qui justifie leur utilisation ici.

Sans bande enherbée



Avec une bande enherbée

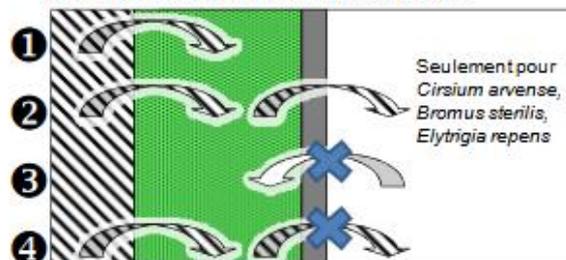


Figure 1 : Processus de dispersion des adventices entre la BH et la BC : Pattern 1, Pattern 2, Pattern 3 et Pattern 4 (Stéphane Cordeau et al. 2012). Ils sont repris dans la figure 2.

Cordeau et al. 2012	Pattern 1 Compétitrices	Pattern 2 Compétitrices et Rudérales	Pattern 3 Rudérales	Pattern 4 Rudérales et Compétitrices	
	<i>Arrhenatherum elatius</i> <i>Senecio jacobaea</i> <i>Plantago major</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Cirsium vulgare</i>	<i>Elytrigia repens</i> <i>Cirsium arvense</i> <i>Bromus sp.</i> <i>Veronica hederifolia</i> <i>Myosotis arvensis</i> <i>Veronica persica</i>	<i>Alopecurus myosuroides</i> <i>Polygonum aviculare</i> <i>Sinapis arvensis</i> <i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Anagallis arvensis</i> <i>Aethusa cynapium</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Viola arvensis</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Lolium sp.</i>	
Résultats actuels	Distribution 5	Distribution 1	Distribution 2	Distribution 3	Distribution 4
	<i>Agrostis canina</i> <i>Festuca arundinacea</i>	<i>Epilobium tetragonum</i> <i>Picris sp.</i> <i>Torilis arvensis</i> <i>Bromus sp.</i> <i>Avena sp.</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Cirsium arvense</i>	<i>Sinapis arvensis</i> <i>Anagallis arvensis</i> <i>Mercurialis annua</i> <i>Veronica arvensis</i>	<i>Alopecurus myosuroides</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Vulpia myuros</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Rumex sp.</i> <i>Sonchus sp.</i>

Figure 2 : Comparaison des résultats de Cordeau et. al, 2012 et Donnet, 2016 : Espèces compétitrices de la BH : Pattern 1 et Distribution 5, Espèces rudérales spécifiques de la BC : Pattern 3 et Distribution 2, Espèces présentes à la fois dans la BH et la BC : Pattern 2 et 4 et Distribution 1, 3 et 4 (Donnet 2016)

a) Etude de S. Cordeau

Stéphane Cordeau s'est largement consacré à la dispersion d'adventices de la BH vers la zone cultivée et lors d'une étude de dix parcelles en Côte d'Or, il a établi 4 groupes d'adventices différant par leur habitat, leur capacité de compétition et leur capacité de dispersion (Stéphane Cordeau et al. 2012) (figure 1).

Les espèces du groupe 1 sont compétitrices, ces espèces vont pouvoir se développer dans un environnement très concurrentiel comme la BH (*Arrhenatherum elatius*, *Senecio jacobaea*, *Plantago major*, *Plantago lanceolata*, *Cirsium vulgare*).

Les espèces du groupe 2 et 4 sont des espèces rudérales et compétitrices, on les retrouve à la fois dans la BC et dans la BH. Néanmoins leur capacité de dispersion est différente. Les espèces du groupe 2 présentes seulement dans la BH au départ colonisent progressivement et durablement la BC (*Elytrigia repens*, *Cirsium arvense*, *Bromus sp.*, *Veronica hederifolia*, *Myosotis arvensis*, *Veronica persica*), tandis que les espèces du groupe 4 une fois installées dans la BC, sont moins compétitrices (*Anagallis arvensis*, *Aethusa cynapium*, *Sonchus asper*, *Viola arvensis*).

Enfin, les espèces du groupe 3 sont rudérales. Elles nécessitent une perturbation pour se déplacer et sont peu compétitrices. Elles sont présentes majoritairement dans la BC (*Alopecurus myosuroides*, *Polygonum aviculare* dans les céréales et *Sinapis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* dans le colza) (Stéphane Cordeau et al. 2012) .

b) Etude de P. Donnet

Pierre Donnet a repris le protocole de Stéphane Cordeau pour mener une étude plus spécifique sur les BH et BC de 10 systèmes agroforestiers en grandes cultures de Poitou-Charentes en 2016. Il a pu lui aussi constater la présence de ces différents groupes d'adventices (Donnet 2016). Parmi les espèces du groupe 1, spécifiques de la BH, *Festuca arundinacea* et *Agrostis canina* ont été identifiées. Pour les espèces du groupe 3, adaptées à l'environnement perturbé de la BC, *Anagallis arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Mercurialis annua* et *Veronica arvensis* ont été identifiées.

Il faut noter que pour *Mercurialis annua*, une forte densité dans la BC semble impliquer une forte densité dans la BH ce qui suggère un mouvement de la BC vers la BH.

Pour les groupes 2 et 4 comprenant des adventices pouvant se disperser de la BH vers la BC, deux espèces ont été identifiées avec un faible rayon de dissémination, il s'agit de *Bromus sterilis* et *Avena sp.* En effet, pour ces deux espèces, il existait une corrélation de densité de plants entre la BH et une distance de 0.5m mais pas au-delà. Le rayon de dissémination de *Cirsium arvense* était plus important : 5m avec une nuisibilité importante pour cette espèce.

Enfin, il est ressorti de cette étude qu'il fallait accorder une attention particulière aux espèces annuelles *Alopecurus myosuroides*, *Lolium multiflorum* et *Vulpia myuros* présentes dans la BH en densité élevée et pouvant se disperser rapidement dans les BC. De même les espèces vivaces de la BH (*Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Rumex acetosa*, *Rumex crispus*, *Sonchus asper* et *Sonchus oleraceus*) se dispersent par taches dans la BC et peuvent être difficiles à gérer (Donnet 2016).

Les deux études menées par Stéphane Cordeau et Pierre Donnet ont permis de distinguer des habitats et des comportements d'adventices différents entre la BH et la BC, et ainsi de classer ces adventices par type de comportement, mais l'affectation à un type de comportement diffère pour certaines espèces d'une étude à l'autre (figure 2).

Les contextes pédoclimatiques différents entre la Côte d'Or et la Charente-Maritime peuvent expliquer en partie ces différences.

Ces différentes études apportent des résultats importants concernant les communautés adventices des BC et des BH, ainsi que sur les phénomènes de dispersion de la BH vers la BC.

Il existe cependant un manque de connaissances concernant l'impact des modalités de gestion de la rangée d'arbres sur le contrôle des adventices en système agroforestier.

9 = rapide/fort 1 = lent(e)/faible	Vitesse d'installation	Pouvoir de concurrence au printemps*	Pousse estivale	Productivité après 3 ans
Ray-grass hybride**	9	9	1	1
Ray-grass anglais	8	3-7	1	3
Dactyle	5	8	8	9
Fétuque élevée	3	7	8	9
Fétuque des prés	3	4	5	3-5
Fléole	1	3-4	4	5
Trèfle blanc	5	3-4	3-4	4-6
Trèfle violet**	7	6	6	1
Luzerne	4	3-6	9	7

Figure 3 : comportement des différentes espèces en situation de mélange (9 = élevé, 1 = faible) *Pouvoir de concurrence au printemps : précocité au démarrage, port de plante et vitesse de croissance **Espèces de moyenne durée (3 ans) pouvant présenter un intérêt dans la phase d'installation des mélanges de longue durée (Deraedt et al. 2017)

En effet, les études actuelles se sont concentrées sur des parcelles agricoles pures avec des BH de bordures de champs ainsi que sur l'efficacité des différents types de couverture de sol. Les résultats de ces études sont résumés dans la partie suivante.

C. Leviers de gestion des adventices sur le linéaire sous arboré

Pour contrôler le développement des adventices sous la rangée d'arbres et favoriser la croissance de ces arbres, il existe une grande diversité de méthodes ayant une efficacité variable. Néanmoins on peut distinguer trois grandes catégories d'aménagements : Le travail du sol régulier permettant d'avoir un sol nu, les aménagements inertes, synthétiques ou organiques et les BH. Nous nous intéresserons ici aux deux derniers aménagements, qui sont les plus utilisés.

1. Les aménagements inertes

Parmi les aménagements inertes installés sur le linéaire sous arboré, on retrouve couramment les paillages, réalisés avec de la paille, des plaquettes de bois ou encore du bois raméal fragmenté (BRF), mais aussi des films géotextiles biodégradables ou encore des films plastiques déroulés sur toute la bande. Une étude a comparé l'efficacité de ces matériaux à la fois sur la croissance des arbres et sur le développement des adventices. Il ressort de cette étude la faible durabilité des films organiques ou biosourcés.

En effet, ces films se sont décomposés entre 1 et 2 ans après installation, avec un envahissement progressif des adventices, ce qui a ralenti la croissance des arbres.

A l'inverse, les fluides organiques de type paillis se sont révélés efficaces et durables puisqu'après trois ans, ceux-ci étaient toujours intacts (Van Lerberghe et Le Boulengé 2009).

Une autre étude a montré l'effet inhibiteur de ces paillis sur le développement des adventices lié à leur opacité, avec une réduction de germination des adventices de 50 à 100% lors de la première année (Ozores-Hampton, Obreza, et Stoffella 2001). Cependant, ces études montrent aussi l'importance de l'épaisseur de ces paillis qui doit être d'au moins 10cm pour empêcher efficacement la germination des adventices.

2. Les bandes enherbées

a) Végétation spontanée ou espèces semées

Dans le cadre d'une couverture végétale de la rangée d'arbres (BH), deux options s'offrent à l'agriculteur : laisser la flore spontanée se développer à l'aide du stock semencier initialement présent ou implanter une sélection d'espèces.

Le développement de la végétation spontanée est la technique la moins onéreuse mais présente des risques importants de développement et par la suite de dispersion d'adventices problématiques dans la BC, en fonction de la composition initiale du stock semencier du sol.

L'implantation d'espèces de couverture permet en revanche d'exercer une concurrence vis-à-vis des adventices pouvant germer à partir du stock semencier du sol. En effet, ce couvert végétal impacte des facteurs tels que la proportion d'infrarouges ou l'amplitude thermique et inhibe ainsi la germination d'adventices (Tailliez 2013).

b) Choix des espèces

Le choix des espèces est important pour garantir une bonne couverture du sol sur la durée et un fort pouvoir de concurrence. Pour cela, 4 critères doivent être pris en compte : La vitesse d'installation, le pouvoir de concurrence au printemps, la pousse estivale et la productivité après trois ans (Deraedt et al. 2017).

Certaines espèces sont plus propices à une couverture pérenne du sol, telles que le dactyle, la féтуque, la luzerne et le trèfle blanc qui conservent une bonne productivité après 3 ans (figure 3).

Une autre étude menée sur des parcelles viticoles du sud-ouest avec différentes modalités d'enherbement sous le rang et sur différents types de sol (argilo-siliceux, argilo-calcaire et limoneux) est arrivée aux mêmes conclusions pour le dactyle.

Dactylis hispanica a limité le développement de la flore spontanée à moins de 10% en moyenne sur l'ensemble des modalités, au bout d'une période de 6 ans (Gontier, Gaviglio, et Dufourcq, s. d.)

Cependant, l'installation de ces espèces pérennes est lente et pour éviter la germination d'adventices juste après le semis, il est important d'inclure une part d'espèces à implantation rapide telles que le ray-grass hybride (Deraedt et al 2017).

L'étude menée par C. Lavigne *et al* sur les choix d'espèces de couverture dans les bananeraies de Martinique apporte des compléments. Elle montre qu'il est important d'associer plusieurs espèces ; les associations légumineuses-graminées sont particulièrement efficaces pour combiner un bon taux de recouvrement du sol et des capacités d'accueil et de fourniture de ressources pour les auxiliaires (Lavigne et al. 2010).

Enfin, il est important de préciser que lors du choix de ces espèces de couverture en agroforesterie, les agriculteurs recherchent souvent un compromis entre couverture optimale du sol et concurrence limitée vis-à-vis de la croissance des arbres. Des travaux sur cette thématique menés dans le Puy-de-Dôme à Charensat sur une population de hêtres ont montré que le recouvrement en graminées pouvait diminuer de façon importante (jusqu'à 50%) la croissance en diamètres de ces arbres (Provendier et Balandier 2004).

c) Importance du mode d'implantation de la bande enherbée

De nombreuses fiches culturales sont réalisées par les chambres d'agriculture et les instituts techniques, notamment concernant l'implantation de prairies et ces informations sont applicables aux BH de systèmes agroforestiers. Plusieurs bonnes pratiques en ressortent :

Pour obtenir une levée rapide de la prairie, il est impératif d'avoir un sol fin en surface et rappuyé. Les opérations de roulage après semis sont conseillées pour que les particules de terre soient bien en contact avec les graines (Battegay 2016).

Pour implanter des espèces à installation longue, ce qui est le cas des espèces pérennes, les techniques de semis classiques avec labour puis préparation du lit de semences sont les mieux adaptées. Cependant, le labour peut occasionner des remontées de pierre dans le cas de sols peu profonds. Il est alors préférable de réaliser un travail superficiel du sol avant le semis (Chambre d'Agriculture du Limousin 2009).

3. Gestion de la croissance végétale

a) Désherbage

Une fois la végétation en place sous la rangée d'arbres, son développement et sa richesse spécifique peuvent être gérés par action chimique, de la même manière que pour une prairie temporaire. Pour limiter le développement de certaines adventices problématiques, notamment les vivaces telles que le rumex et le chardon, certains herbicides sélectifs se révèlent efficaces tels que le metsulfuron-méthyl, sur prairies sans légumineuses ou encore le thifensulfuronméthyl sur prairies avec légumineuses. Cependant, ces molécules freinent aussi le développement de nombreuses graminées, mais aussi des arbres dans leurs premières années de croissance (Stilmant et al. 2007).

b) Broyage, fauchage

Les opérations de fauche ou de broyage sont importantes car elles peuvent retarder l'évolution de la flore et donc maintenir les espèces implantées plus longtemps ou limiter le développement d'adventices problématiques dans le cas d'une végétation spontanée. (Stéphane Cordeau 2010).

La fauche, tout comme le broyage, sectionne la partie aérienne des adventices et favorise le développement des espèces géophytes pour lesquelles les organes de survie sont souterrains et donc protégés. A l'inverse, les espèces thérophytes et hémicryptophytes, qui ont des organes reproductifs aériens, sont défavorisées (Stéphane Cordeau 2010).

Par ailleurs, parmi les espèces thérophytes et hémicryptophytes, la fauche favorise le développement de celles ayant un cycle de développement court et pouvant produire des semences viables avant la fauche (par exemple le vulpin).

On peut aussi faire une distinction entre les monocotylédones et les dicotylédones. En effet, il a été montré que les espèces monocotylédones résistent mieux à une perte de biomasse aérienne du fait de la position plus basse de leur méristème de croissance (Popay et Field 1996).

Plusieurs leviers liés à la fauche existent pour faire évoluer la flore adventice :

(1) Période et fréquence de fauche

Pour les espèces hautes, le mois de mai est une période idéale pour la fauche car la majorité de ces espèces est en montaison et la décapitation des jeunes inflorescences empêche la fructification (Chicouène 2006). Par ailleurs, retarder la date de première fauche permet de favoriser les espèces annuelles à maturation des graines précoce telles que *Sonchus asper*, *Veronica herderifolia* et *Poa annua* (Stéphane Cordeau 2010).

La fréquence de fauche à adopter pour éviter le développement d'adventices dépend de leur typologie. Les espèces annuelles telles que *Bromus sp* seront très bien contrôlées par une fauche avant fructification. En revanche, certaines espèces pérennes remontantes telles que *Rumex crispus*, nécessitent une fauche par mois pour éviter la production de graines (Chicouène 2006). S. Cordeau précise toutefois qu'une fréquence de fauche élevée favorise au final le développement de ces espèces pérennes en rosette telles que *Taraxacum officinale* en favorisant la propagation végétative. Les graminées du genre *Poa* (les pâturins) sont également favorisées (Stéphane Cordeau 2010).

(2) Hauteur de fauche

La concurrence pour la lumière provoque un effet d'étouffement des petites espèces par les plus grandes. Ainsi, une coupe rase est utile pour atténuer cet effet d'étouffement et maintenir une biodiversité élevée (Chicouène 2006). On peut aussi déterminer la hauteur de fauche de façon à privilégier les espèces à feuillage et inflorescence bas. Une hauteur de fauche assez haute (>7cm) va par exemple favoriser les espèces thérophytes de petite taille telles que *Veronica persica* ou *Anagallis arvensis* (Stéphane Cordeau 2010).

(3) Enlèvement des résidus de fauche

L'exportation des foin après une fauche ou un broyage diminue de près de 50% la production semencière de l'année arrivant sur le sol. Ainsi, elle réduit le potentiel de maintien des espèces annuelles dans les bandes enherbées. Cependant, même si les foin ne sont pas enlevés, la capacité des espèces annuelles à reconstituer le stock semencier reste faible. (Stéphane Cordeau 2010).

D. Leviers de gestion des adventices sur la bande cultivée

Les pratiques agricoles dans la BC sont aussi susceptibles d'influencer de manière positive ou négative la dispersion et le développement des adventices dans la BC. Il existe de nombreuses références concernant l'efficacité des leviers agronomiques sur le contrôle des adventices. Un résumé non exhaustif des principaux leviers de gestion des adventices est présent ci-dessous.

1. Leviers de gestion généraux

La diversification de la rotation est tout d'abord l'un des leviers majeurs de gestion des adventices : l'augmentation du nombre de cultures permet de réduire de façon significative le nombre d'adventices, à hauteur de 50% en passant de trois à quatre cultures et jusqu'à 70% en passant de 3 à 6 cultures (David 1998).

L'introduction d'une prairie temporaire pour une durée d'au moins 2 ans dans la rotation peut aussi permettre de diminuer la densité d'espèces typiques de systèmes céréaliers telles que *Avena fatua*, *Brassica kabe*, *Cirsium arvense* ou *Galium aparine* (Ominski et al in Munier-Jolain et al. 2012).

Enfin, le désherbage chimique est une méthode couramment employée en grandes cultures pour ralentir la croissance de tout type d'adventices ou les neutraliser. L'utilisation d'herbicides permet dans la majorité des cas d'obtenir des parcelles propres avec un taux de recouvrement d'adventices très faible, de l'ordre de 2% selon une étude menée en Suisse sur un réseau de 9 exploitations conventionnelles (Honegger et al., s. d.). Cette étude montre aussi que le recouvrement d'adventices est plus important en agriculture biologique (où les herbicides de synthèse sont interdits) que ce soit sur une culture d'hiver ou de printemps avec un pourcentage de recouvrement moyen de 15%. Ceci dit, la variabilité est très importante entre ces exploitations biologiques avec un taux de couverture variant de 4 à 73% (Honegger et al., s. d.). On peut toutefois supposer que le type d'agriculture (biologique vs conventionnel) est susceptible d'expliquer une grande partie des différences d'adventices observées entre les parcelles agroforestières.

2. Graminées annuelles

Les graminées annuelles ont pour la plupart un taux annuel de décroissance (TAD) assez élevé, compris entre 70 et 100%. Ainsi, le labour est un levier efficace pour contrôler ce type d'adventices. C'est le cas de *Bromus sterilis*, *Avena fatua*, *Lolium multiflorum*, et *Alopecurus myosuroides* (« Infloweb » 2017). Concernant le désherbage mécanique, la herse étrille et la houe rotative ont une efficacité très limitée sur ce type d'adventices, mis à part pour *Alopecurus myosuroides* et *Poa annua*. En revanche, la bineuse permet un bon contrôle (Sicard et Fontaine 2012).

3. Dicotylédones annuelles

Pour les dicotylédones, le TAD est en général faible (proche de 50%), sauf pour *Centaurea cyanus*, *Galium aparine*, *Sonchus asper* et *Anagallis arvensis* (« Infloweb » 2017), (Rodriguez, Prieur, et Laffont 2012). Le labour fréquent est donc à éviter pour contrôler ce type d'adventices, ou à associer avec d'autres pratiques.

Les outils de désherbage mécanique (herse étrille, houe rotative et bineuse) sont relativement efficaces sur ce type d'adventices, lorsqu'ils sont utilisés au stade plantule. Une étude de Lecat a répertorié les adventices efficacement détruites par la herse étrille. On retrouve *Chenopodium album*, *Fumaria officinalis*, *Capsella bursa pastoris*, *Matricaria recutita*, *Sinapis arvensis*, *Solanum nigra*, et *Fallopia convolvus* avec une destruction d'au moins 80% (Lecat 2007 in QUILLET 2010).

4. Adventices vivaces

Les adventices vivaces possèdent des systèmes végétatifs souterrains développés (racines pivot, drageons, rhizomes) et ne peuvent être neutralisées efficacement que par des opérations de travail du sol profond. L'interculture est donc la période idéale pour limiter la pression des vivaces.

L'essai mené à Villarceaux en 2010, sur des sols argilo-limoneux battants, et focalisé sur les deux espèces *Cirsium arvense* et *Elytrigia repens* a permis de démontrer l'efficacité de plusieurs méthodes dont l'une d'entre elles est assez couramment utilisée par les agriculteurs :

L'utilisation d'outils à dents incurvées vers l'avant de type chisel ou vibroculteur permettant d'extraire du sol les organes souterrains pour ensuite, soit les exporter de la parcelle, soit les laisser en surface pour qu'ils meurent sous l'effet de la sécheresse.

Les déchaumages successifs, séparés d'une dizaine de jours peuvent aussi être efficaces. Ils génèrent un épuisement des réserves contenues dans les organes souterrains par destruction répétée des parties aériennes (Le Quemener et Bouttet 2011).

D'autres études viennent compléter ces résultats en montrant les effets négatifs des outils à disques sur la gestion des vivaces (Rodriguez et Gasquez 2008). Ces disques sectionnent les organes souterrains de ces vivaces mais les fragments sont assez gros pour bourgeonner par la suite et reformer une plante entière, ce qui génère une multiplication de l'espèce dans la parcelle.

Des études ont aussi montré que les techniques culturales simplifiées (TCS) favorisent le développement des espèces bisannuelles et pérennes, composées d'organes de réserves (rhizomes, bulbes, drageons) (Buhler et al in Chauvel, Tschudy, et Munier-Jolain 2011).

E. Intérêts de l'étude

On voit donc ici que les adventices, par la concurrence qu'elles exercent face aux cultures principales, peuvent pénaliser la production de biomasse de ces cultures.

D'autre part, les systèmes agroforestiers intègrent des aménagements utiles à la préservation de la biodiversité, ainsi qu'à la protection des cultures : les rangées d'arbres. Mais ces espaces sont susceptibles d'être le refuge de communautés adventices spécifiques, problématiques pour les BC.

Des leviers de gestion des adventices sur le LSA sont possibles et leur influence sur la diversité floristique a été démontrée sur les BH de bordures de parcelles agricoles, mais à notre connaissance, il n'existe pas d'études similaires sur les BH d'agroforesterie. Or la présence des arbres peut-être un frein à l'intervention sur les BH agroforestières et l'ombrage apporté par les arbres peut modifier la composition floristique de ces bandes.

Enfin, les pratiques agronomiques sur la BC sont susceptibles d'influencer de façon positive ou négative la dispersion et le développement d'adventices sur cette zone cultivée et là aussi les références sont peu nombreuses. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude sur la gestion des adventices en systèmes agroforestiers de grandes cultures.

En Poitou-Charentes, il existe un réseau assez important d'agroforestiers de grandes cultures puisqu'on en recense aujourd'hui 36 (données personnelles). Les itinéraires techniques adoptés sur les parcelles agroforestières diffèrent d'un agroforestier à l'autre et leurs objectifs sont aussi variés. De même ces agriculteurs ont pu expérimenter différentes possibilités de gestion du LSA. Ce réseau d'agroforestiers constitue donc une source de connaissances importante qui pourrait permettre l'identification de pratiques favorables au contrôle des adventices sur les parcelles agroforestières.

F. Objectifs de l'étude

L'étude porte tout d'abord sur la BC avec un objectif principal :

- Vérifier si les leviers de gestion des adventices, efficaces en parcelles agricoles classiques le sont toujours en parcelles agroforestières et proposer des adaptations spécifiques aux systèmes agroforestiers. Cette étude se basera sur des indicateurs qualifiant l'aptitude des pratiques culturales à limiter le développement des différents types d'adventices.

Le LSA sera aussi étudié, avec trois objectifs :

- Comparer et identifier les types de couverture du LSA permettant de limiter la densité d'adventices problématiques (paillis, travail du sol, végétation spontanée, bande semée).
- Identifier des méthodes d'entretien de la BH facilement réalisables et permettant de limiter son invasion par les adventices problématiques.
- Identifier les itinéraires techniques à adopter pour obtenir un taux de recouvrement important dans le cas de bandes semées sur le LSA (choix des espèces, conditions de semis).

Pour répondre à ces objectifs, l'étude s'organise sous la forme d'une enquête scientifique et sociologique auprès des agroforestiers en systèmes de grandes cultures de l'ancienne région Poitou-Charentes. Cette étude sera menée en deux temps. Tout d'abord les témoignages des agriculteurs seront recueillis pour connaître l'organisation de leur système agroforestier et tous les éléments de l'itinéraire technique pouvant amener à modifier la composition floristique présente sur ces parcelles. Dans un second temps, une étude sera effectuée sur des parcelles appartenant à ces agriculteurs et choisies préalablement en fonction de leurs caractéristiques. Le but sera ici de qualifier l'abondance et la richesse spécifique des adventices à la fois sur la BH et sur la BC. La confrontation des résultats obtenus à l'issue de ces deux études permettra de faire émerger des combinaisons de pratiques efficaces pour réguler les populations adventices.

II. Matériel et méthodes

A. Enquête auprès des agroforestiers

La densité d'agroforestiers en France métropolitaine est assez faible et c'est également le cas en Charente-Maritime. Cela implique d'élargir les limites de l'étude jusqu'aux frontières de l'ancienne région Poitou-Charentes pour obtenir un nombre de parcelles adapté à l'analyse qui en sera faite par la suite.

1. Construction du questionnaire

Pour réaliser l'enquête auprès des agroforestiers, un questionnaire a été construit dans le but de recueillir toutes les informations liées aux adventices dans les parcelles agroforestières. Le questionnaire est composé majoritairement de questions fermées pour faciliter le traitement des données, mais il comprend aussi quelques questions ouvertes pour permettre une meilleure qualification des profils d'agriculteurs. Il est organisé en trois parties :

- La première partie comporte des questions générales sur l'exploitation, pour recueillir des données descriptives. Les questions portent par exemple sur le type d'agriculture pratiquée (conventionnelle, biologique, à faibles intrants), sur les types de sols des parcelles agroforestières ou sur les motivations liées à l'implantation de systèmes agroforestiers.
- La seconde partie est liée à la rangée d'arbres, avec des questions relatives au type de couverture sous les arbres, aux paramètres de semis dans le cas d'une BH semée et à l'entretien qui y est réalisé.

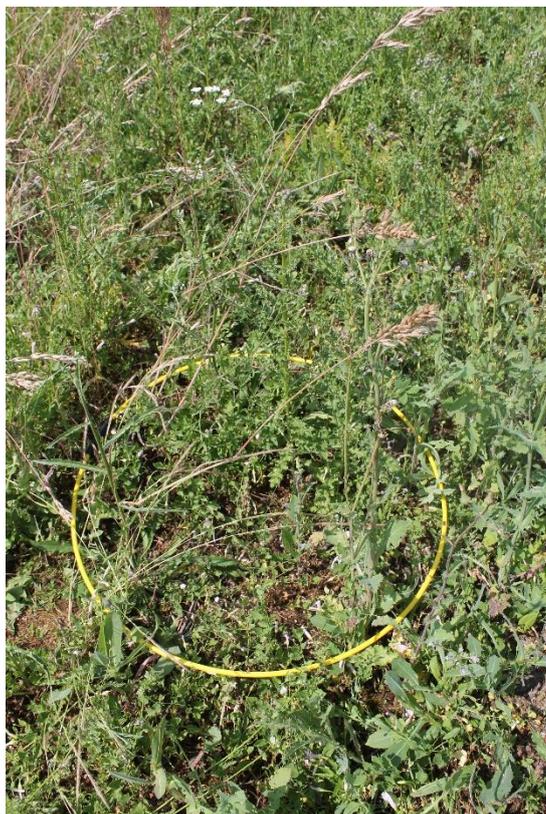


Figure 4 : Exemple de relevé sur une bande enherbée avec un cercle de densité de 0.25m²

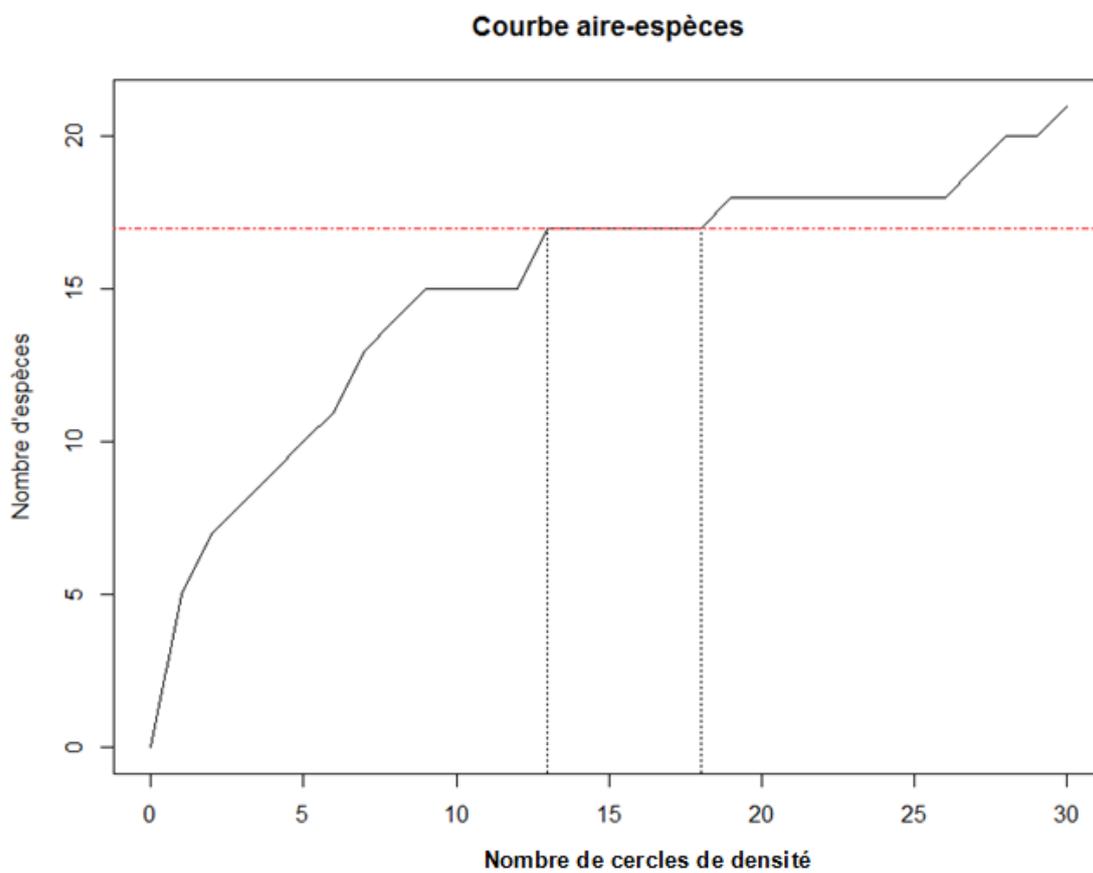


Figure 5 : Courbe aire-espèces obtenue à l'aide du package Vegan du logiciel R

- La troisième partie est liée à la BC et les questions portent sur la diversité et l'abondance d'adventices présentes, la rotation mise en place, le travail du sol (outils utilisés, profondeur, fréquence de passages) et le désherbage (mécanique ou chimique, outils utilisés, fréquence de passages)

Le choix des questions s'est fait en s'appuyant sur les références citées en introduction et ces questions étaient très précises dans le but de recueillir toute la diversité existant entre les différents agroforestiers. Le questionnaire complet est visible en [annexes 2 et 3](#).

2. Recensement des agroforestiers et prise de contact

Etant donné le nombre restreint d'agroforestiers en Poitou-Charentes, l'objectif était d'en interroger le plus grand nombre. Le recensement de ces agroforestiers s'est fait par deux moyens.

- Une grande partie d'entre eux ont fait appel à des financements publics (région, département) et sont donc répertoriés dans la base de données de la Chambre d'agriculture.
- Les agroforestiers ayant autofinancé leur projet de plantation ont fait appel à des organismes de conseil sur l'arbre champêtre tels que Prom'Haies ou le CRPF.

Il a ainsi été possible de contacter 35 agroforestiers localisés sur la carte en [annexe 4](#). Pour être sûr d'obtenir la totalité des informations, les agroforestiers ont été rencontrés personnellement sur leur site d'exploitation, ce qui a permis par la même occasion de localiser les parcelles.

B. Relevé d'adventices dans les parcelles

Le relevé d'adventices a été réalisé en deux temps, en fonction des cultures présentes dans les parcelles. En effet, au printemps, les adventices ont un stade plus avancé dans les cultures d'hiver que dans les cultures de printemps. Ainsi, pour faciliter le travail d'identification, les cultures d'hiver ont été étudiées en premier, du 17 mai au 22 juin. Les cultures de printemps ont été étudiées dans un second temps, du 27 juin au 7 juillet. Les parcelles en prairie n'ont pas été étudiées du fait de la difficulté de distinction des adventices avec certaines espèces prairiales (par exemple le Ray-grass d'Italie et le Ray-grass anglais). Le travail d'identification des adventices s'est fait à l'aide de différents ouvrages (Mamarot et Rodriguez 2014) (Fitter et Fitter 2009).

1. Plans d'échantillonnage

Les méthodes de relevé d'adventices ont été choisies de manière à représenter au mieux l'hétérogénéité des parcelles, chaque parcelle étant considérée comme un individu statistique. Le nombre important de parcelles a aussi été pris en compte dans le choix des méthodes pour permettre la réalisation des relevés dans un temps restreint. Les méthodes choisies pour le linéaire sous arboré et la bande cultivée diffèrent, du fait de leur composition et de leur forme spécifique.

a) Linéaire sous arboré

Les LSA de 36 parcelles ont été étudiés, ce qui représente 29 agroforestiers parmi les 35 enquêtés. Des cercles de densité de 0.25m² ([figure 4](#)) ont été utilisés comme unité de relevé, en raison de la faible largeur des bandes. Un test de relevé a été effectué au préalable sur une parcelle étudiée l'année précédente pour déterminer le nombre de cercles de densité nécessaires. Cette parcelle était celle comportant la plus grande richesse spécifique et a donc servi de référence pour cette étude. Les espèces supplémentaires identifiées à chaque cercle de densité successif ont été relevées, puis une courbe aire-espèces a été construite à l'aide du package Vegan du logiciel R, d'après le dispositif de Barro Colorado Island (Marcon 2015) [figure 5](#).



Figure 6 : Exemple d'une zone de relevé de 36m² située à 2m de la bande enherbée

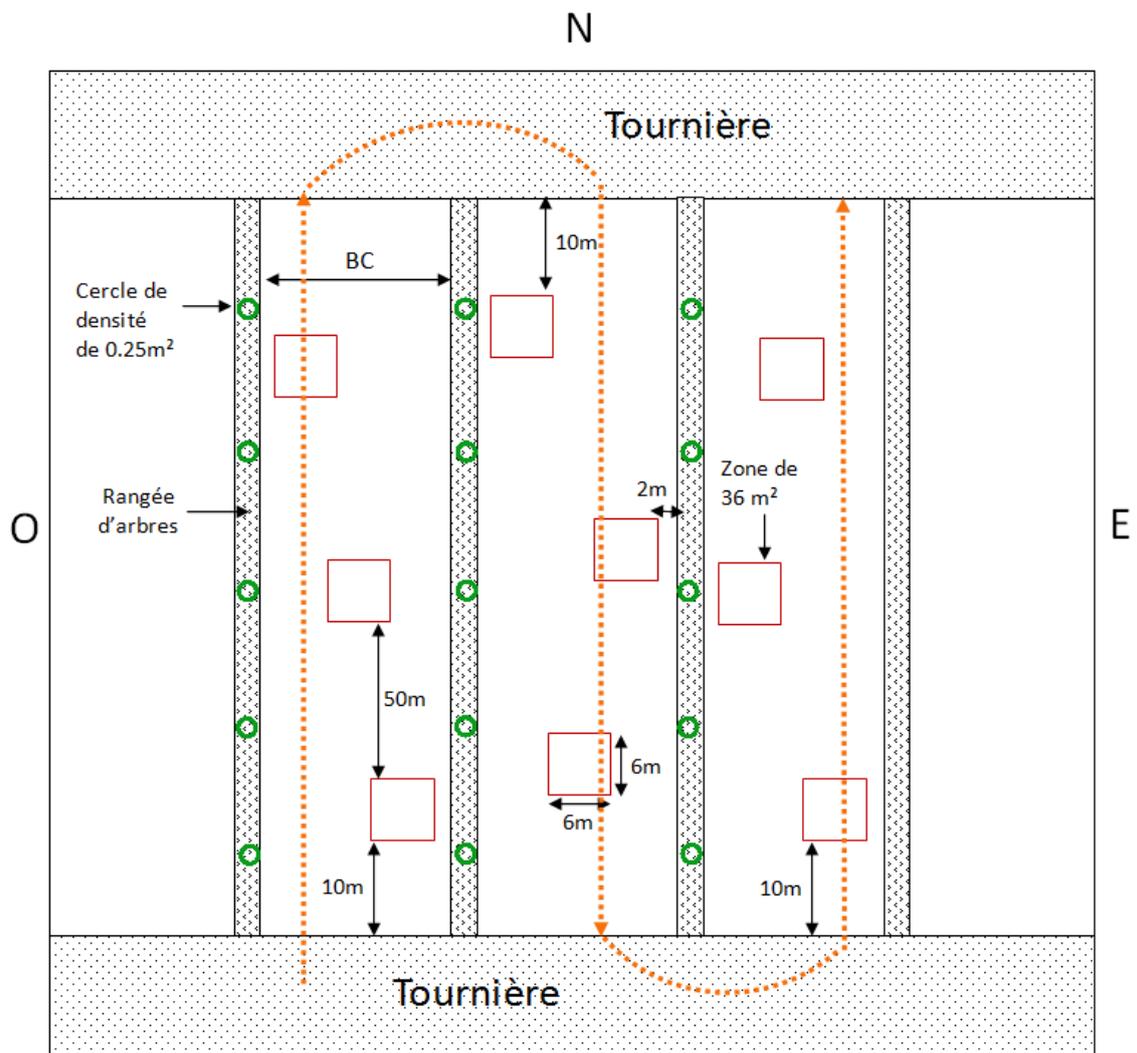


Figure 7 : Plan d'échantillonnage dans les parcelles agroforestières. La flèche orange indique le sens de relevé pour la BC. La première zone de chaque BC est placée à 10m de la tournière et les zones proches des LSA sont placées à 2m de ceux-ci.

Pour la détermination du seuil de l'aire de relevé minimale, 3 méthodes existent : elles se basent soit sur un pourcentage minimum d'espèces (Archibald 1949), soit sur l'apparition d'un plateau sur la courbe (Braun-Blanquet 1922), ou sur une pente spécifique (Cain 1943). La méthode du pourcentage minimum, généralement 80% du total d'espèces identifiées, a été choisie car la courbe ne présentait pas de plateau distinct. Dans notre cas, cela représente 17 espèces sur 21 et le nombre de cercles de densité sur les rangées d'arbres a été fixé à 15 pour chaque parcelle.

b) Bande cultivée

Les bandes cultivées de 27 parcelles ont été étudiées, ce qui représente 24 agroforestiers parmi les 35 enquêtés.

Le choix s'est porté sur des zones de relevé de surface plus importante, pour avoir une meilleure représentativité de l'ensemble des BC d'une parcelle. Pour cela, le protocole utilisé par Petit *et al* pour caractériser la biodiversité adventice sur un ensemble de 125 parcelles agricoles en Poitou-Charentes a été repris (Petit et al. 2016). Le protocole a cependant été adapté pour prendre en compte une éventuelle influence du LSA sur la population adventice de la BC, constatée par P. Donnet (Donnet 2016).

Ainsi, les relevés sont réalisés sur 3 BC, avec sur chacune 3 zones de 6m_6m, distantes de 50m et placées à différentes distances des LSA (à 2m d'un LSA ou au centre) (figure 6). Les 3 BC étudiées sont celles situées à l'Est des LSA étudiés pour prendre en compte l'effet des vents d'ouest sur la propagation des adventices. Pour chaque BC, les zones sont placées hors des zones de tournière (figure 7).

2. Variables mesurées

Sur les LSA, plusieurs variables ont été mesurées pour répondre aux objectifs de l'étude. Les adventices ont d'abord été identifiées à l'échelle de l'espèce et dénombrées sur chaque cercle de densité de 0.25m². Sur les LSA avec un mélange d'espèces semées, le taux de recouvrement des espèces implantées a aussi été estimé, à l'aide de l'échelle de Braun Blanquet (1=<1%, 2=1-5%, 3=5-15%, 4=15-25%, 5=25-50%, 6=50-75%, 7=75-100%) (H Sicard, Gainche, et Fontaine 2013).

Sur les BC, les adventices ont été identifiées à l'échelle de l'espèce et leur taux d'abondance a été estimé, du fait de la surface d'échantillonnage importante. Pour cela, une échelle de Barralis adaptée a été utilisée (1=0 plante, 2=1-2 plantes, 3=3-10 plantes, 4=11-20 plantes, 5=21-50 plantes, 6=51-100 plantes, 7=101-200 plantes, 8=201-500 plantes, 9=+500 plantes) (Donnet 2016). Elle possède plus de classes et permet de mieux distinguer les parcelles avec des densités d'adventices élevées. La richesse spécifique d'adventices (le nombre d'espèces identifiées dans toutes les zones d'échantillonnage des BC) et l'abondance d'adventices (La somme de tous les individus des 6 zones de relevé) ont ensuite été mesurées pour chaque parcelle. La conversion des notes d'abondance en densité s'est faite en calculant le centre des classes.

C. Analyse des données

1. Construction d'indicateurs d'évaluation de l'efficacité de gestion des adventices sur les bandes cultivées

Pour éviter les confusions d'effets liées au nombre important de leviers de gestion des adventices sur la BC, le choix s'est porté sur des indicateurs plus globaux. L'outil OdERA-Systèmes, fréquemment utilisé par les agriculteurs et conseillers donne des résultats spécifiques à chaque adventice. Il est donc peu adapté à l'évaluation de communautés plurispécifiques. Ainsi, 3 indicateurs ont été construits avec une évaluation par groupes d'adventices et sous forme de classes. Ces indicateurs évaluent l'efficacité de gestion (1) des vivaces (indicateur Effviv), (2) des dicotylédones annuelles (indicateur Effdico) et (3) des graminées annuelles (indicateur Effgram). Ils seront mentionnés par ces dénominations abrégées dans la suite de l'étude.

Chaque indicateur intègre trois composantes liées à la rotation (nombre de cultures, présence de prairies...), aux actions de travail du sol avant semis (outil de déchaumage, profondeur et nombre de passages d'outils, fréquence de labour...) et aux actions de désherbage après semis (désherbage chimique, mécanique, outils de désherbage mécanique). Les schémas de construction des 3 indicateurs sont visibles en [annexe 5, 6 et 7](#). Pour chaque critère, une note a été attribuée pour qualifier l'efficacité du levier en question pour gérer la flore.

Ces indicateurs ont été construits à l'aide des références bibliographiques citées en introduction, de l'outil d'évaluation du risque adventices OdERA-Systèmes (Pernel et Munier-Jolain 2011) et des connaissances expertes d'Olivier Guérin (CA17).

L'outil DEXI a ensuite été utilisé pour agréger les notes associées aux différents critères ainsi que pour normer l'attribution des notes d'efficacité (Faible, Moyenne, Importante, Très importante). Les agrégations des paramètres pour la composante actions de travail du sol avant semis sont visibles en [annexe 8, 9 et 10](#).

Pour prendre en compte l'efficacité supérieure du désherbage chimique par rapport au désherbage mécanique, une modification de l'évaluation finale de gestion des adventices a été effectuée. Les agroforestiers ayant la note Faible pour la rotation et les actions de travail du sol avant semis, et pratiquant un désherbage chimique efficace ont vu leur note augmenter d'une classe (de Faible à Moyenne) pour les différents indicateurs.

2. Identification des profils d'agroforestiers

Une première étude a été effectuée avec les données d'enquête pour avoir une vision générale des différents profils d'agroforestiers présents dans la population interrogée. L'objectif est ici de repérer des relations entre les itinéraires techniques et systèmes de production, et les difficultés de gestion des adventices. Les informations sociologiques issues de l'enquête ont aussi été utilisées pour apporter des éléments utiles à la compréhension des différences entre groupes.

Pour cela, les variables liées à la gestion des adventices (difficultés de gestion, types d'adventices présentes, évolution de la nuisibilité, itinéraires techniques) ainsi que les indicateurs d'évaluation de la gestion des différents types d'adventices Effviv, Effgram et Effdico (cf II.C.1) ont été utilisés. Les variables sociologiques (motivations, vision du LSA) ont aussi été sélectionnées pour cette étude après avoir été normées ([annexe11](#)).

Une analyse en composante multiple (ACM) a ensuite été réalisée avec la fonction MCA du package FactomineR (logiciel R version 3.3.2), ainsi qu'une classification ascendante hiérarchique à l'aide de la fonction HCPC. Les données de densité d'adventices n'ont pas été intégrées à cette analyse car les relevés n'ont pas été effectués chez tous les agroforestiers enquêtés. Le nombre de classes d'agroforestiers a été défini à l'aide du diagramme des pertes d'inertie, obtenu avec la fonction HCPC.

Pour une ACM, il est préférable d'interpréter les dimensions ayant un pourcentage d'inertie supérieur à $1/Nb$ de variables. Avec 16 variables pour cette étude, les interprétations ont été faites à partir des deux premières dimensions.

Les groupes d'agroforestiers ont ensuite été caractérisés avec les modalités qu'ils prennent pour les variables participant le plus à la formation des deux premières dimensions.

Tableau 1 : Infestation potentielle des espèces selon l'expertise d'Olivier Guérin pour la région Poitou-Charentes (Type adventice : V : Vivace, G : graminée annuelle, D : dicotylédone annuelle)

Code EPPO	Nom adventice (français)	Nom adventice (latin)	Type adventice	Infestation potentielle
AGRRE	Chiendent rampant	<i>Elytrigia repens</i>	V	Très problématique
ALOMY	Vulpin des champs	<i>Alopecurus myosuroides</i>	G	
CIRAR	Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>	V	
CYNDA	Chiendent pied de poule	<i>Cynodon dactylon</i>	V	
LOLMU	Ray-grass d'Italie	<i>Lolium multiflorum</i>	G	
RUBFR	Ronce commune	<i>Rubus fruticosus</i>	V	
VLPMY	Vulpie queue de rat	<i>Vulpia myuros</i>	G	
AMBEL	Ambrosie à feuilles d'armoise	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	V	Problématique
ARREB	Avoine à chapelets	<i>Arrhenatherum elatius subsp. Bulbosum</i>	G	
ARTVU	Armoise vulgaire	<i>Artemisia vulgaris</i>	V	
AVEFA	Avoine folle	<i>Avena fatua</i>	G	
BROAV	Brome des champs	<i>Bromus arvensis L.</i>	G	
BROCO	Brome variable	<i>Bromus commutatus</i>	G	
BROER	Brome dressé	<i>Bromus erectus</i>	G	
BROMO	Brome mou	<i>Bromus mollis</i>	G	
BROST	Brome stérile	<i>Bromus sterilis</i>	G	
CIRVU	Chardon commun	<i>Cirsium vulgare</i>	V	
CONAR	Liseron des champs	<i>Convolvulus arvensis</i>	V	
CAGSE	Liseron des haies	<i>Calystegia sepium</i>	V	
CRUCR	Chardon crépu	<i>Carduus crispus</i>	V	
GALAP	Gaillet gratteron	<i>Galium aparine</i>	D	
RUMAA	Rumex petite oseille	<i>Rumex acetosella</i>	V	
RUMAC	Rumex oseille	<i>Rumex acetosa</i>	V	
RUMCR	Rumex crépu	<i>Rumex crispus</i>	V	
RUMOB	Rumex à feuilles obtuses	<i>Rumex obtusifolius</i>	V	

Tableau 2 : Description des 2 modèles d'analyse de variances utilisés pour l'étude sur les bandes cultivées

Modèle 1	$Var1a = \mu + Effgram + \epsilon$
Modèle 2	$Var1b = \mu + Effviv + \epsilon$

Pour cela, le graphique des individus et des modalités (cf [figure 12](#)) et la fonction desc.var du package FactomineR ont été utilisés.

Les modalités avec une valeur test supérieure à 2 en valeur absolue ont été considérées en priorité pour caractériser les différents groupes d'agroforestiers. Ces modalités ont une coordonnée significativement différente de 0 sur le graphique des individus et des modalités ([figure 12](#)).

3. Effet des itinéraires techniques sur les communautés adventices

Pour les analyses de cette étude, deux variables à expliquer ont été utilisées : La densité d'adventices problématiques (Var1) et le pourcentage de recouvrement des espèces semées sur le LSA (Var2). La communauté d'adventices problématiques utilisée pour Var1 a été définie suivant un classement de nuisibilité établi avec l'aide d'Olivier Guérin (CA17). Les adventices appartenant aux deux premières classes (problématiques et très problématiques) ont été sélectionnées pour former cette population ([tableau 1](#)). Les adventices ayant une capacité de dispersion importante mises en évidence par Cordeau (2010) et Donnet (2016) sont présentes en grande partie dans cette population.

a) Etude sur les bandes cultivées

L'objectif de cette étude est de vérifier si les leviers de gestion des adventices, efficaces en parcelles agricoles classiques le sont toujours en parcelles agroforestières.

Pour cela, les indicateurs d'évaluation de la gestion des adventices réalisés avec l'outil DEXi ont été repris (cf II.C.1). Ils ont été confrontés aux résultats des relevés d'adventices réalisés dans les parcelles appartenant aux agroforestiers enquêtés. La variable de densité d'adventices problématiques (Var1) a été utilisée pour cette étude et décomposée en deux sous-variables : la première comprend seulement les graminées annuelles (Var1a) et la deuxième comprend seulement les adventices vivaces, bisannuelles et pluriannuelles (Var1b). L'indicateur Effdico n'a pas été testé ici sur le groupe des dicotylédones annuelles car ce groupe ne comportait qu'une seule espèce.

Les deux variables de comptage Var1a et Var1b ont ensuite été transformées à l'aide de la fonction logarithme pour répondre aux hypothèses de l'ANOVA.

Deux modèles d'analyse de variance (ANOVA de type III) ont été construits pour tester l'effet de l'efficacité de gestion des graminées annuelles (Effgram) sur la densité des graminées annuelles (Modèle 1) et l'effet de l'efficacité de gestion des vivaces (Effviv) sur la densité des vivaces (Modèle 2) ([tableau 2](#)).

Lorsque les facteurs étaient significatifs, un test de comparaison de moyennes a été effectué à l'aide du test de Tukey HSD avec $\alpha=0.05$.

b) Etude sur les linéaires sous arborés

L'objectif de cette étude est d'identifier des itinéraires techniques permettant de limiter le nombre d'adventices problématiques présentes sur le LSA pour limiter par la suite le risque de dispersion vers la BC.

Pour cela, les ITK des LSA recueillis lors de l'enquête ont été repris et confrontés aux résultats des relevés d'adventices réalisés dans les parcelles appartenant aux agroforestiers enquêtés. Les variables Var1 et Var2 ont été utilisées en tant que variables à expliquer et différents facteurs ont été testés (type de couverture du LSA et type de gestion du LSA avec Var1 et conditions de semis et type de semis avec Var2).

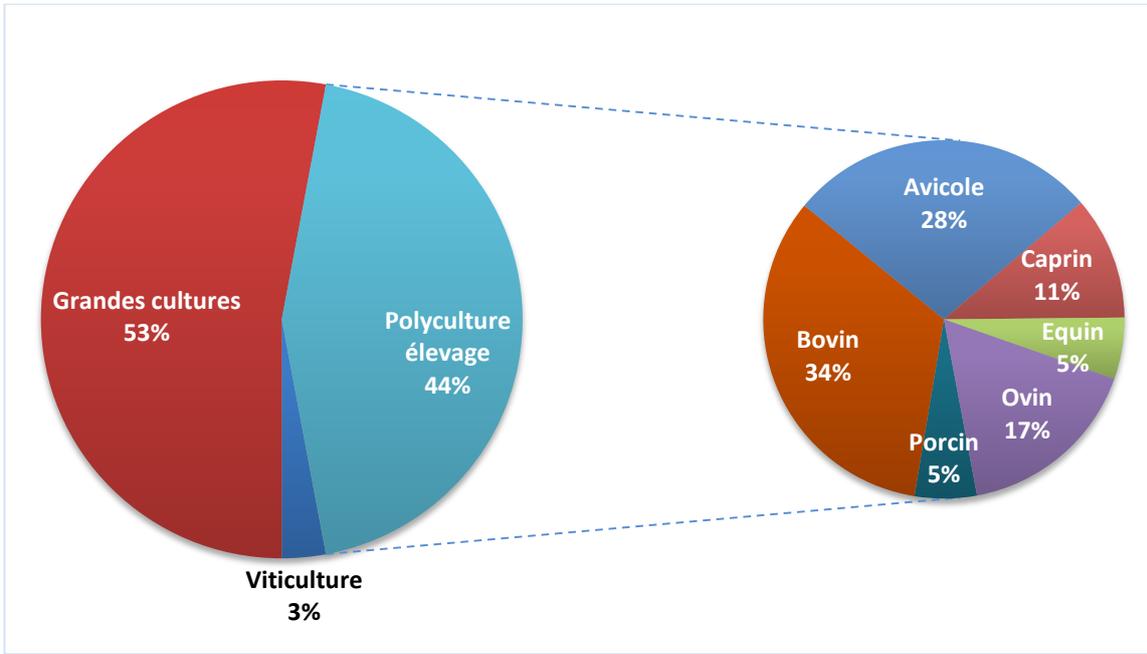


Figure 8 : Types de productions pratiqués par les agroforestiers de Poitou-Charentes

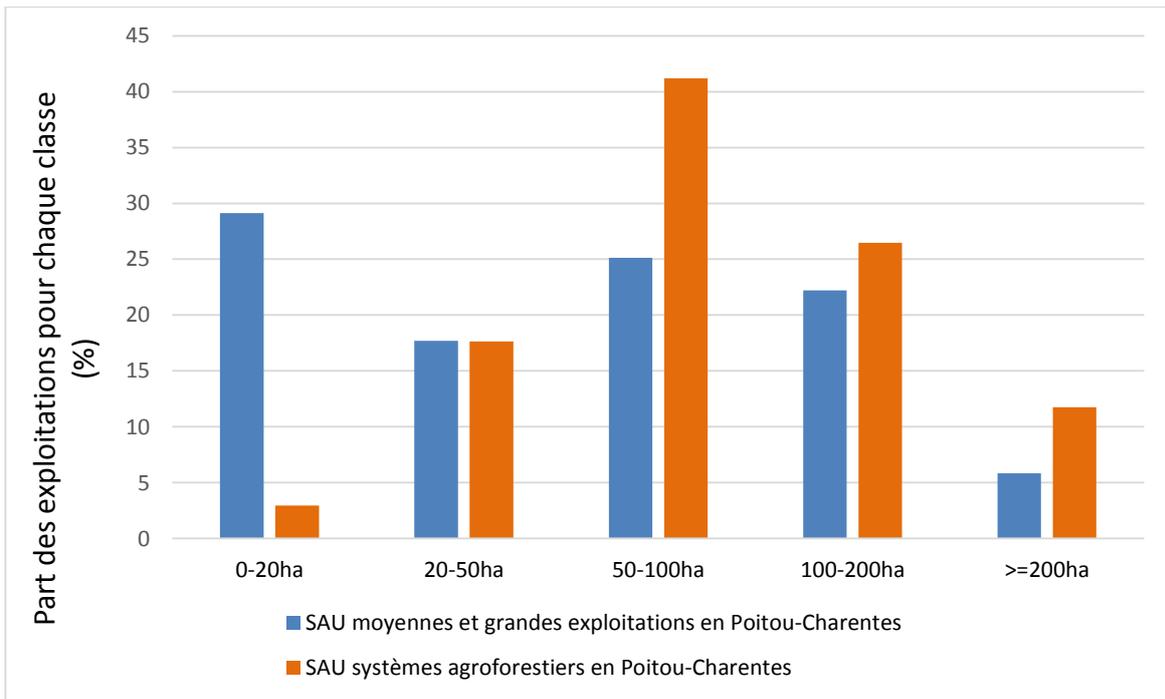


Figure 9 : Comparaison de la SAU des exploitations en agroforesterie de grandes cultures par rapport à la moyenne régionale

Ces deux variables ne suivant pas de loi de poisson, des tests non paramétriques ont été effectués : Le test de Mann-Whitney pour des populations ayant deux échantillons, et le test de Kruskal-Wallis pour des populations ayant plus de deux échantillons, suivi d'un test de comparaison multiple de moyennes en utilisant une correction de Bonferroni.

L'étude sur le travail du sol comme type de gestion du LSA, comportait un deuxième objectif : comparer les communautés adventices d'une part entre le LSA et la BC et d'autre part entre deux LSA avec une gestion différente (travail du sol et végétation spontanée). Pour cela différents indicateurs de similarité ont été utilisés :

- L'indice de Jaccard qui qualifie la distance entre deux communautés du point de vue de leur diversité totale et du nombre d'espèces communes entre les deux échantillons
- L'indice de Bray Curtis qui évalue la dissimilarité entre deux communautés en termes d'abondance d'espèces

III. Résultats

A. Description générale de la population d'agroforestiers

Parmi les 35 agroforestiers enquêtés en Poitou-Charentes, on constate une forte proportion d'agriculteurs en AB (50%) et en agriculture de conservation (18%). En effet, au niveau régional la proportion d'exploitations en AB n'est que d'environ 4% (Agreste 2015). Les agriculteurs conventionnels représentent 32% de la population enquêtée.

Concernant les types de productions, la polyculture élevage et les grandes cultures sont majoritairement représentées avec respectivement 44% et 53% (figure 8) des agroforestiers. En Poitou-Charentes, la part d'exploitations en élevage et polyculture élevage est identique (44%) et les exploitations en grandes cultures sont moins nombreuses (36%), compensées par une part importante d'exploitations viticoles (17%) (Agreste 2015, données de 2010).

La SAU moyenne des exploitations est de 104ha. Ces exploitations agroforestières sont majoritairement des moyennes et grandes exploitations avec notamment 41% d'entre elles qui sont comprises dans la classe 50-100ha (figure 9). En revanche, les petites exploitations sont minoritaires en agroforesterie et leur part est beaucoup plus faible que celle de la moyenne régionale (3% contre 29% au niveau régional (Agreste 2015).

B. Détermination et analyse des profils d'agroforestiers

Le jeu de données utilisé pour l'analyse en composantes multiples comprend 16 variables actives et 52 modalités.

Etant donné la perte d'inertie importante lors du regroupement de 4 classes en 3 classes (0.12), 4 classes ont été conservées pour étudier la population d'agroforestiers.

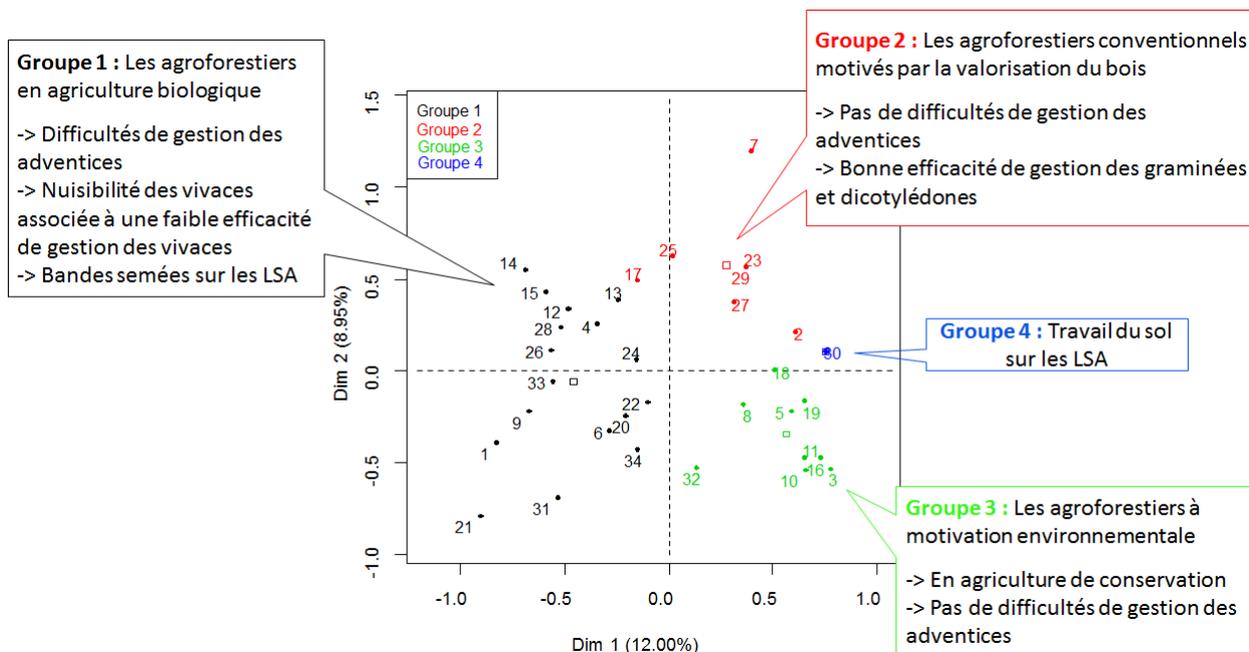


Figure 10 : Graphique des individus répartis en 4 classes (fonction HCPC du logiciel R)

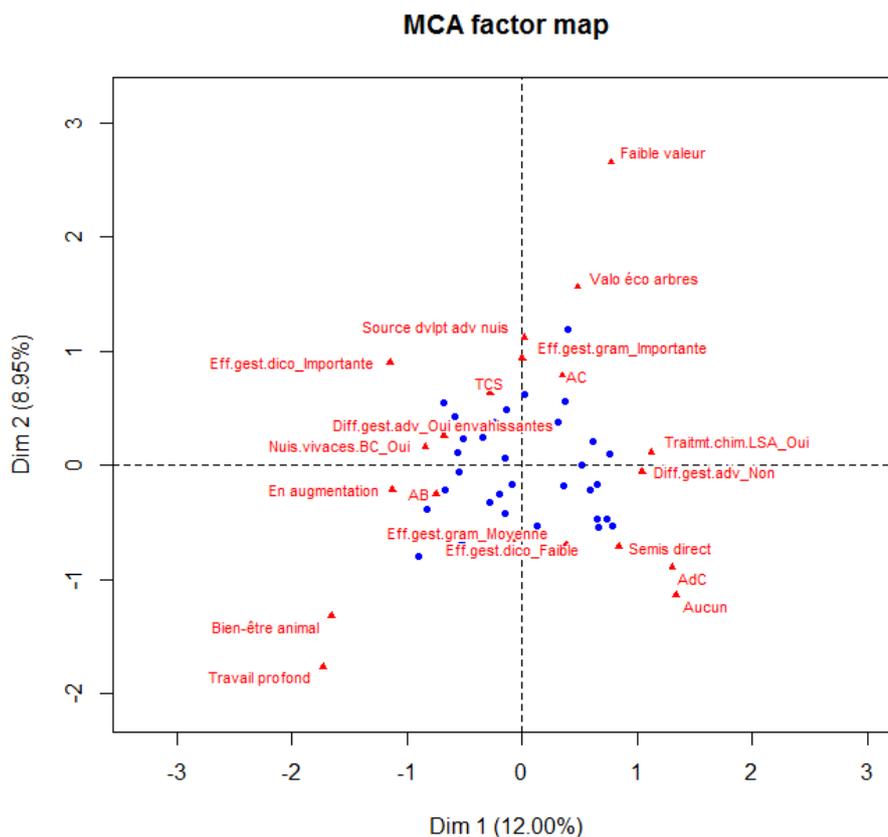


Figure 11 : Graphique des individus (points bleus) et des modalités (libellés rouges) (fonction MCA du logiciel R). Seules les 20 modalités contribuant le plus à la construction des axes sont représentées. Les modalités caractérisant le plus les individus sont situées dans le même axe et à des distances éloignées de l'origine

La répartition des individus dans les groupes, obtenue à partir de la classification, est visible dans le graphique des individus ([figure 10](#)) et leur association avec les différentes modalités est visible dans la [figure 11](#).

Le pourcentage d'inertie associé aux deux premières dimensions de l'ACM est respectivement de 12% et 8.95%. Les deux premières dimensions expliquent près de 21% des variations observées dans l'échantillon.

Le groupe 1 (individus en noir sur le graphique) comprend 17 individus. Il s'agit majoritairement d'agroforestiers en AB (82% du groupe). 88% d'entre eux rencontrent des difficultés de gestion des adventices dans les BC. Par ailleurs, la nuisibilité des vivaces est importante pour 58% d'entre eux et une partie significative du groupe (47%) déclare avoir une pression adventice en augmentation dans les parcelles agroforestières. Parallèlement à ce ressenti des agroforestiers, la majeure partie d'entre eux ont un indicateur Effviv avec la modalité faible (65%), ce qui signifie qu'ils ont des pratiques culturales induisant une faible efficacité de gestion des vivaces. Enfin, 83% des individus de ce groupe ont installé des bandes semées sous les arbres.

Le groupe 2 (individus en rouge sur le graphique) comprend 7 individus qui se ressemblent par leur motivation pour l'implantation de systèmes agroforestiers : la valorisation économique des arbres. Ce sont des agroforestiers en agriculture conventionnelle (85% du groupe) qui ont un indicateur Effgram et Effdico avec la modalité importante, ce qui signifie qu'ils ont une bonne efficacité de gestion des graminées et dicotylédones. Cependant, pour eux, le LSA peut être une source de développement d'adventices.

Le groupe 3 (individus en vert sur le graphique) comprend 9 individus. Ces agroforestiers se caractérisent par leur volonté de respect de l'environnement. C'est en effet pour 100% d'entre eux la principale motivation pour l'implantation de systèmes agroforestiers. De même, 67% d'entre eux sont en agriculture de conservation. Autre caractéristique marquante de ce groupe : d'après leurs déclarations, la gestion des adventices n'est pas un problème majeur pour eux : 78% n'ont pas de difficulté de gestion des adventices. La totalité du groupe constate une stabilité de cette nuisibilité et n'a pas observé de nuisibilité liée aux vivaces. Par ailleurs, la majeure partie de ces agroforestiers ont un indicateur Effgram avec la modalité moyenne.

Le groupe 4 comprend 1 individu (en bleu sur le graphique) qui se distingue par sa gestion du LSA avec un travail du sol perpendiculaire aux BC.

Ces premiers résultats permettent de formuler des hypothèses :

- Il existe une forte relation entre les systèmes de production et la nuisibilité adventice. Les agroforestiers en agriculture conventionnelle (AC) et agriculture de conservation (AdC) ne semblent pas avoir plus de problèmes de gestion des adventices qu'en parcelles agricoles classiques, à la différence des agroforestiers en AB.
- L'efficacité de gestion des différents types d'adventices par les agroforestiers semble bien corrélée à la pression adventice qu'ils constatent dans leurs parcelles
- L'efficacité des bandes semées pour la gestion des adventices problématiques semble limitée d'après les résultats issus du groupe 1.

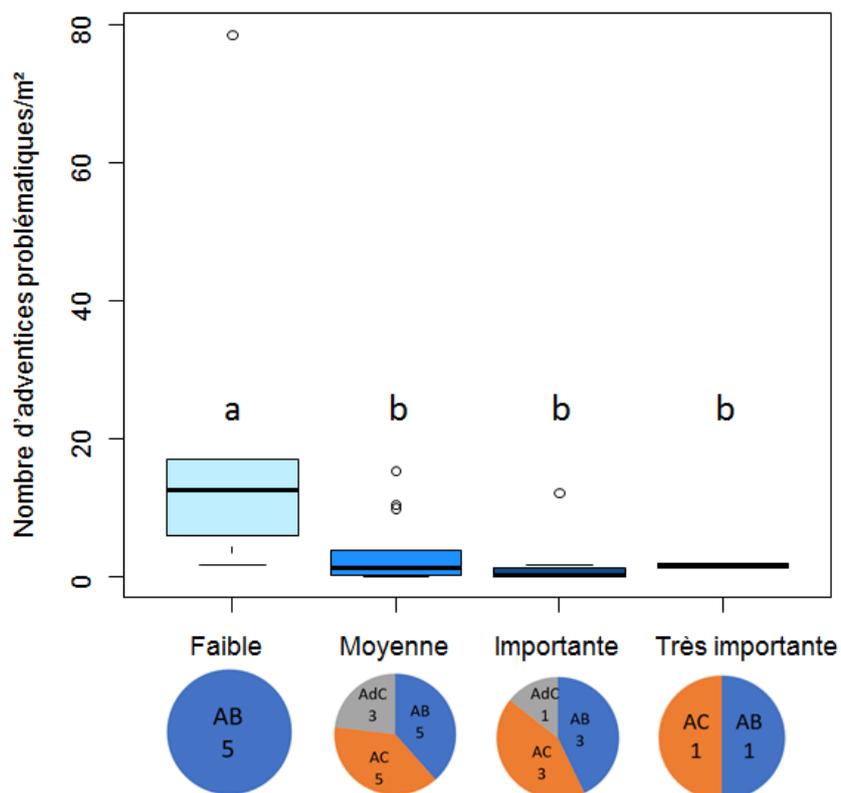


Figure 12 : Efficacité de gestion des graminées annuelles problématiques (les lettres différentes indiquent les différences significatives entre modalités, d'après le test de Tukey HSD avec $\alpha=0.05$). Les diagrammes en secteurs indiquent le nombre d'agroforestiers appartenant à chaque modalité en fonction du type d'agriculture pratiquée

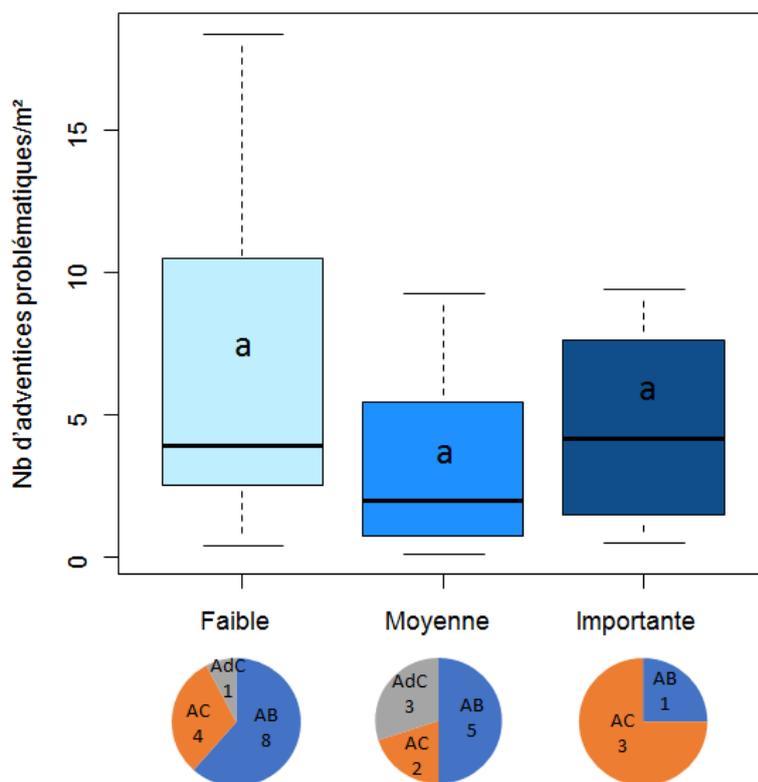


Figure 13 : Efficacité de gestion des vivaces problématiques (les lettres différentes indiquent les différences significatives entre modalités, d'après le test de Tukey HSD avec $\alpha=0.05$). Les diagrammes en secteurs indiquent le nombre d'agroforestiers appartenant à chaque modalité en fonction du type d'agriculture pratiquée

C. Etude de l'efficacité des leviers de gestion des adventices sur les bandes cultivées

Les résultats des relevés d'adventices problématiques pour chaque agroforestier sur la bande cultivée sont visibles en [annexe 12](#).

1. Efficacité de gestion des graminées annuelles

Le test associé au modèle 1 montre que l'indicateur Effgram a un effet significatif sur la densité de graminées annuelles (p -value=0.027). La comparaison deux à deux des modalités d'efficacité montre que les systèmes agroforestiers dont l'efficacité de gestion est moyenne, importante ou très importante présentent significativement moins de graminées annuelles que les systèmes à efficacité de gestion faible ([figure 12](#)). La réduction moyenne du nombre d'adventices est de 90%. Ce résultat est aussi valable pour les agroforestiers en AB puisqu'ils sont présents en proportion importante dans toutes les classes ([figure 12](#)), et la moyenne d'adventice des agroforestiers en AB avec les classes Importante et Très Importante est faible ($3.9/m^2$). Les postulats de l'ANOVA ont été vérifiés et sont visibles en [annexe 13](#).

2. Efficacité de gestion des vivaces

Le test associé au modèle 2 montre que l'indicateur Effviv n'a pas d'effet significatif sur la densité de vivaces (p -value=0.168), bien qu'une diminution assez importante de la densité d'adventices problématiques soit constatée entre la classe Faible et le classe Moyenne ([figure 13](#)). Les postulats de l'ANOVA sont visibles en [annexe 14](#).

Ainsi, les leviers de gestion des graminées annuelles restent efficaces en systèmes agroforestiers de grandes cultures. Cependant, cette étude n'a pas permis d'obtenir la même conclusion pour les vivaces. Ce type d'adventices peut donc être potentiellement plus difficile à gérer en systèmes agroforestiers.

D. Etude de l'efficacité des leviers de gestion des adventices problématiques sur les linéaires sous arborés

Les résultats des relevés d'adventices problématiques pour chaque agroforestier sur les linéaires sous arborés sont visibles en [annexe 15](#).

Cette partie porte sur l'élément potentiel de variation de la pression adventice en systèmes agroforestiers : Le LSA. L'effet des 4 types de gestion du LSA (la végétation spontanée, les bandes semées, le travail du sol et le paillis), sur les communautés adventices a été étudié.

La variable Var1 correspondant à la population d'adventices problématiques a aussi été utilisée ici. P. Donnet et S. Cordeau ont montré un effet de dispersion important pour une grande partie de ces adventices. Cependant quelques espèces telles que les véroniques, le myosotis des champs ou les laiternons n'ont pas été retenues malgré leur fort pouvoir de dispersion. En effet, il est possible de les contrôler efficacement sur les BC.

1. Influence de la gestion du LSA sur les communautés adventices

a) Type de couverture du LSA

(1) Comparaison Végétation spontanée/Bande semée

Un test de Kruskal Wallis a été effectué pour comparer le nombre d'adventices problématiques (Var1) correspondant aux trois échantillons : Végétation spontanée, Bande semée avec un recouvrement de 0 à 20%, bande semée avec un recouvrement de plus de 20%. La p -value est de 0.0024, inférieure à 0.05, il y a donc une différence significative entre les médianes des 3 groupes.

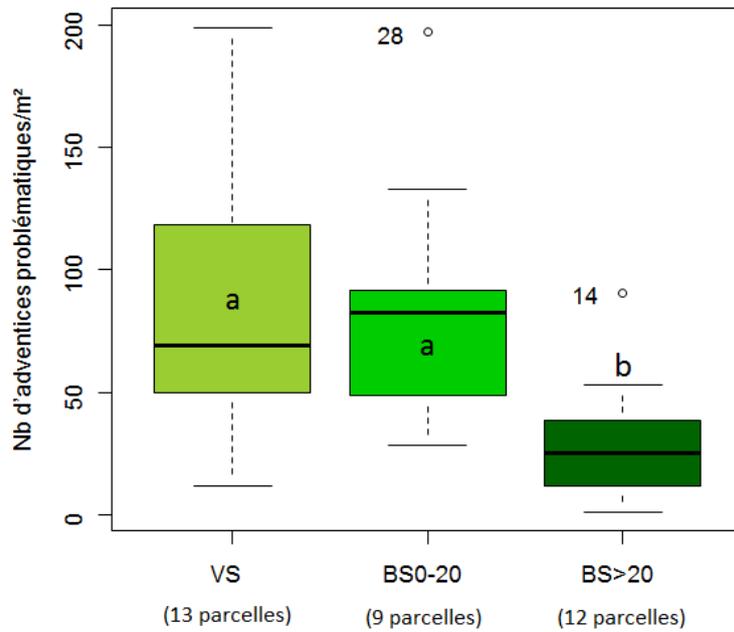


Figure 14 : Effet du type de végétation (VS : végétation spontanée, BS0-20 : Bande semée avec un recouvrement inférieur à 20%, BS>20 : Bande semée avec un recouvrement supérieur à 20%), sur le nombre d'adventices problématiques/m² dénombrées sur le LSA. Les lettres différentes indiquent les différences significatives entre modalités, d'après le test de Kruskal Wallis. Les effectifs correspondant à chaque modalité sont indiqués sur la figure.

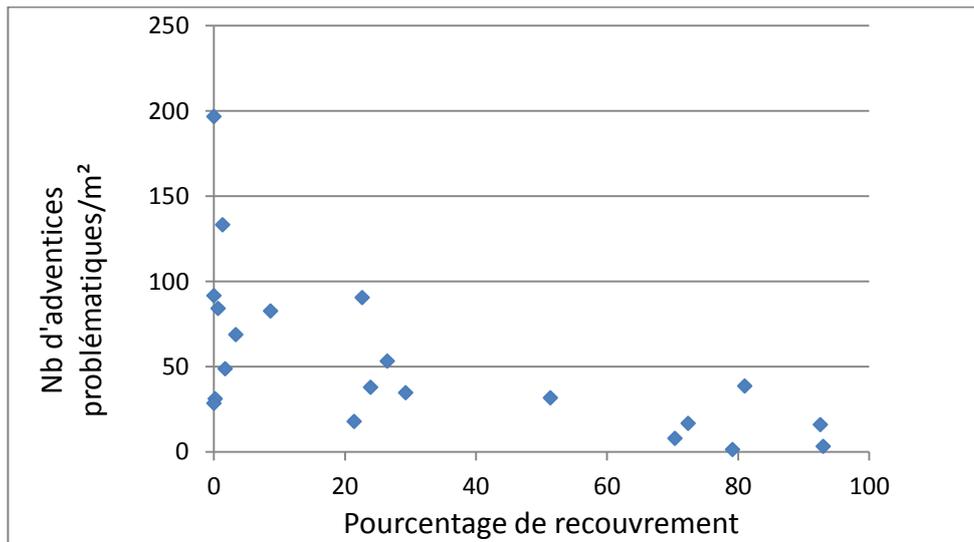


Figure 15 : Relation entre la densité d'adventices problématiques dénombrées sur le LSA et le pourcentage de recouvrement d'espèces semées

Tableau 3 : Itinéraires techniques réalisés sur les deux parcelles

	Type de gestion du LSA	Traitement mécanique LSA	Traitement chimique LSA	Travail du sol BC	Traitement chimique BC	Type de sol	Rotation
Parcelle 1	Végétation spontanée	1 fauche par an en juillet (10cm)	Glyphosate +débroussaillant si besoin	1 passage de covercrop (15cm) 1 passage de chisel (30cm)	Anti dicotylédones et anti graminées (Adengo)	Argilo-siliceux	Maïs Maïs Maïs Maïs
Parcelle 2	Travail du sol (1 passage de covercrop à 15cm)	Aucun	Glyphosate +débroussaillant si besoin	1 passage de covercrop (15cm) 1 passage de chisel (30cm)	Anti dicotylédones et anti graminées (Adengo)	Argilo-limoneux (terres d'alluvions)	Maïs Orge prts Tournesol Maïs

Le nombre d'adventices problématiques par mètre carré est significativement moins important pour une bande semée avec un recouvrement de plus de 20% que pour une bande semée avec un faible recouvrement ou une végétation spontanée (p-values respectives de 0.0218 et 0.0023 avec le test de comparaison de moyennes) (figure 14).

Ces résultats semblent montrer une corrélation entre le nombre d'adventices problématiques (Var1) et le taux de recouvrement (Var2). Une régression linéaire entre ces deux variables a donc été effectuée pour vérifier cette hypothèse (figure 15). Le test est significatif avec une p-value de 0.0025, le pourcentage de recouvrement explique près de 36% de la variation du nombre d'adventices (R^2 ajusté=35.67%). Le modèle montre que chaque unité de recouvrement gagnée permet de perdre 0.86 adventice. Le modèle est le suivant :

$$Var1 = 80.91 - 0.86 * Var2$$

(2) Efficacité du travail du sol sur le LSA

Parmi les agroforestiers enquêtés, une personne utilise le travail du sol comme moyen de gestion des adventices sur le linéaire sous arboré (Annexe 16). Sur cette parcelle (parcelle 2), il réalise un passage de cover-crop perpendiculairement aux rangées d'arbres. Une étude a été faite sur cette parcelle en comparaison avec une parcelle agroforestière voisine (parcelle 1) avec une végétation spontanée sur les LSA (annexe 17). Les itinéraires techniques réalisés sur ces deux parcelles sont décrits dans le tableau 3.

Pour la parcelle 2, l'indice de Jaccard est proche de 0 (0.29) ce qui signifie que les communautés adventices en BH sont plutôt similaires aux communautés observées en BC. On retrouve par exemple *Cynodon dactylon*, *Veronica persica*, ou *Calystegia sepium* sur les deux milieux.

Pour la parcelle 1, cet indice est proche de 1 (0.90) ce qui signifie que les communautés adventices diffèrent sur les LSA et sur les BC, en termes d'espèces.

Par exemple, *Agrostis canina*, *Holcus mollis* et *Vulpia myuros* sont présentes seulement sur les LSA et *Setaria pumila*, *Datura stramonium* et *Panicum miliaceum* sont présentes seulement sur les BC.

En présence de travail du sol, la population d'adventices est donc proche de celle rencontrée sur les BC, ce qui n'est pas vrai en végétation spontanée. Par ailleurs, sur la parcelle 1, la similarité entre BH et BC est beaucoup moins importante en termes de densité d'adventices (indice de Bray Curtis=0.67) ; les LSA en concentrent plus que les BC (155 adventices/m² contre 36/m² sur les BC).

Le nombre d'adventices problématiques sur les LSA a enfin été comparé entre les 2 parcelles (Var1). Il semble être plus important en présence du travail du sol avec 70 adventices/m² contre 40 sur la parcelle en végétation spontanée. Cette différence est significative avec un risque alpha de 6% (Test de Kruskal Wallis, p-value=0.056).

(3) Efficacité du paillis sur le LSA

Pour contrôler le développement des adventices, un agroforestier expérimente plusieurs gestions du LSA dont le paillis (Annexe 18). Une analyse a été effectuée sur deux de ses parcelles pour comparer l'effet du paillis par rapport à la végétation spontanée sur le développement des adventices, la localisation des parcelles est visible en annexe 19.

Pour cette étude, les deux variables à expliquer étaient le nombre total de dicotylédones et graminées annuelles (Var3) et le nombre total de vivaces (Var4).

Tableau 4 : Itinéraires techniques réalisés sur les Linéaires sous arborés des deux parcelles

	Type de gestion du LSA	Traitement mécanique
Parcelle 1	Végétation spontanée	1 fauche par an en interculture (7-10cm)
Parcelle 2	Paillis (paille de céréales) Densité : 7-8kg/m ² Apporté en juillet 2016	Aucun

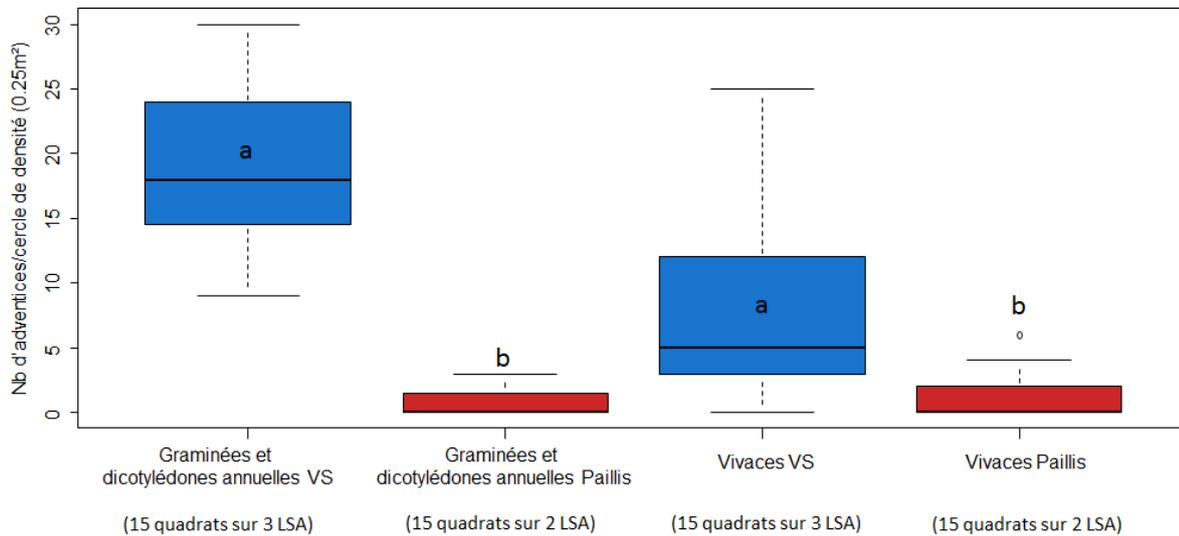


Figure 16 : Effet du type de couverture du sol sur le nombre d'adventices annuelles et vivaces. Les lettres différentes indiquent les différences significatives entre modalités, d'après le test de Mann-Whitney. Les effectifs correspondant à chaque modalité sont indiqués sur la figure.

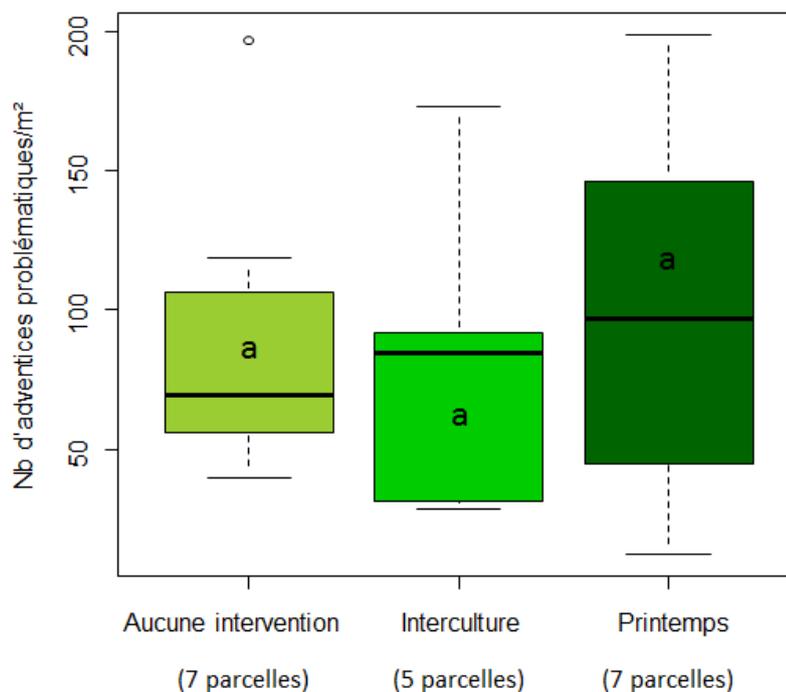


Figure 17 : Effet de la période de fauche ou de broyage sur le nombre d'adventices problématiques/m². Les lettres différentes indiquent les différences significatives entre modalités, d'après le test de Kruskal Wallis. Les effectifs correspondant à chaque modalité sont indiqués sur la figure.

L'objectif était de voir si le paillis était aussi efficace sur ces deux types d'adventices. Les itinéraires techniques réalisés sur les bandes arborées de ces deux parcelles sont décrits dans le [tableau 4](#).

Le test de Mann-Whitney montre qu'il y a significativement moins de dicotylédones et de graminées pour la modalité paillis (0.87 adventices/m²) que pour la modalité végétation spontanée (19 adventices/m²) ($p\text{-value}=1.34.10^{-6}$). Ce résultat s'applique aussi pour les vivaces ($p\text{value}=0.00151$) avec 1.2 adventices/m² pour la modalité paillis contre en 8.33 en végétation spontanée ([figure 16](#)).

b) Entretien du LSA

La majeure partie des agroforestiers enquêtés pratiquent une fauche annuelle en interculture pour contrôler le développement des adventices (47%). Cependant certains réalisent cette fauche au printemps (20%), d'autres en réalisent deux (au printemps et en interculture) (12%) et d'autres enfin n'effectuent aucun entretien (20%). Les modalités fauche en interculture, fauche au printemps et aucun entretien ont été testées et seules les parcelles avec des bandes enherbées en végétation spontanée ont été sélectionnées pour ce test. Cela permet de s'affranchir d'un effet de confusion avec le taux de recouvrement des espèces semées dans le cas de BH implantées.

Les résultats du test de Kruskal-Wallis montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les différentes modalités de fauche en termes de densité d'adventices problématiques (Var1) ($p\text{-value}=0.802$). En particulier, la fauche effectuée au printemps avant montée à graines des principales adventices, ne permet pas de diminuer leur nombre ([figure 17](#)).

2. Influence des paramètres de semis des linéaires sous arborés sur le pourcentage de recouvrement des espèces implantées

a) Conditions de semis

Pour cette étude, les conditions de semis ont été évaluées à partir des données récoltées lors de l'enquête. Cette évaluation globale du semis a été construite à partir de 5 composantes :

- Le travail du sol effectué avant semis (grossier, moteux, très fin)
- La date de semis, évaluée en suivant les préconisations du gnis (Gnis 2017) et en tenant compte des espèces présentes
- Le type de semis (à la main, semoir à céréales, semoir de type vigne)
- La mise en contact des graines avec le sol (roulage après semis ou non)
- L'humidité du sol au moment du semis à partir de données climatologiques de la Chambre d'agriculture

En agrégeant les notes de ces 5 composantes, une évaluation finale composée de quatre classes (mauvaises, moyennes, bonnes, très bonnes) a été construite.

Le test de Kruskal-Wallis a aussi été utilisé pour tester l'effet des conditions de semis sur le pourcentage de recouvrement (Var2).

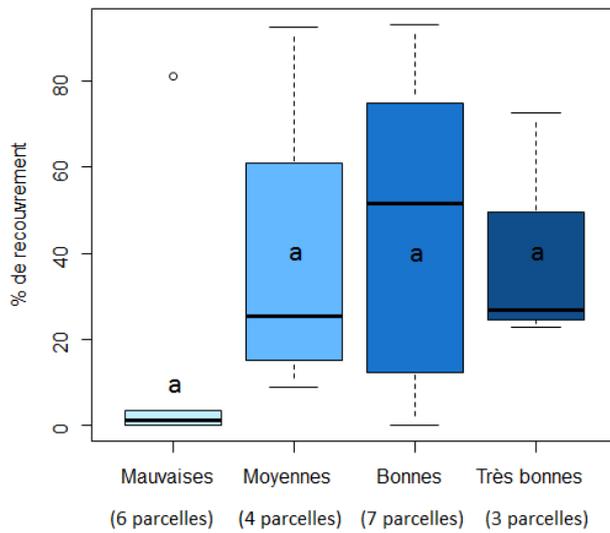


Figure 18 : Effet des conditions de semis sur le pourcentage de recouvrement moyen. Les lettres différentes indiquent les différences significatives entre modalités, d'après le test de Kruskal Wallis. Les effectifs correspondant à chaque modalité sont indiqués sur la figure.

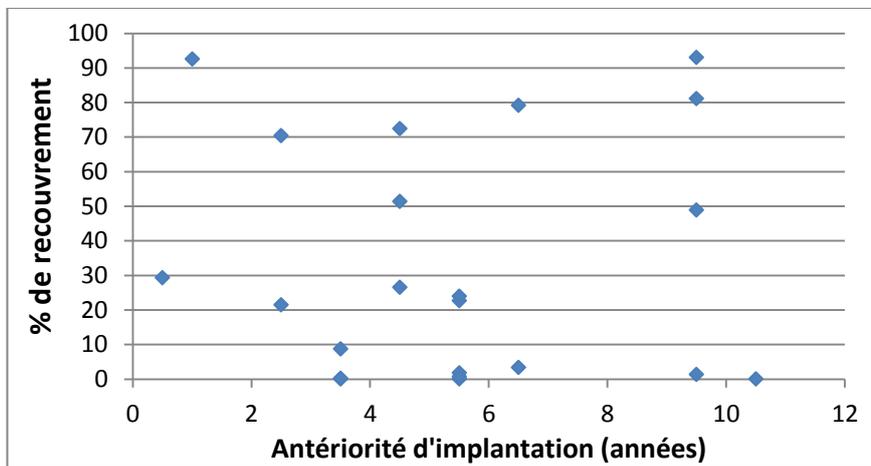


Figure 19 : Relation entre le pourcentage de recouvrement et l'âge du semis

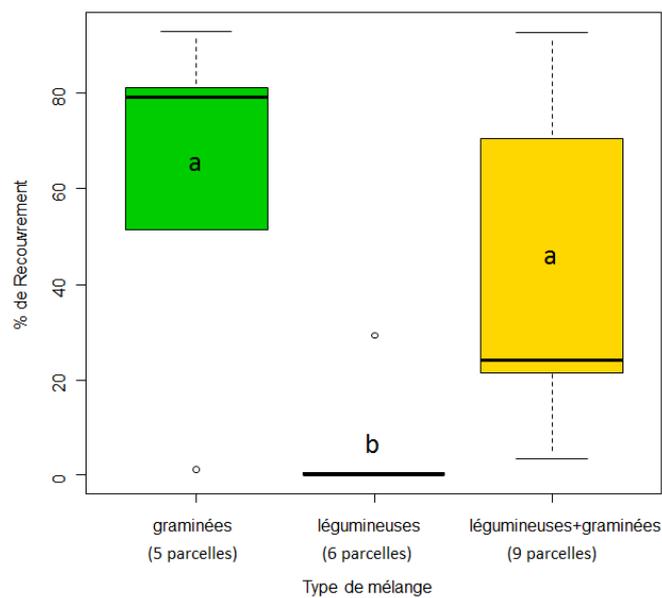


Figure 10 : Effet du type de mélange semé sur le pourcentage de recouvrement moyen (les lettres différentes indiquent les différences significatives entre modalités, d'après le test de Kruskal Wallis). Les effectifs correspondant à chaque modalité sont indiqués sur la figure.

D'après la [figure 18](#), on constate une tendance d'amélioration du pourcentage de recouvrement avec la qualité du semis, mais ces différences ne sont pas significatives ($p\text{-value}=0.2781$).

b) Antériorité d'implantation

Les différents mélanges d'espèces ont une longévité plus ou moins importante. Le nuage de points construit avec les deux variables pourcentage de recouvrement et antériorité d'implantation montre qu'il n'y a pas de corrélation entre ces deux variables ([figure 19](#)). L'importance du pourcentage de recouvrement semble s'expliquer par d'autres facteurs.

c) Type de mélange semé

Un test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour tester l'effet du type de mélange sur le pourcentage de recouvrement (Var2). Les échantillons correspondant aux 3 types de mélange : graminées, légumineuses, graminées+légumineuses ont été comparés. L'échantillon jachère fleurie a été retiré de l'analyse car il ne comprenait que deux individus.

La $p\text{-value}$ est de 0.0098, inférieure à 0.05, il y a donc une différence significative entre les médianes des 3 groupes comparés.

Le pourcentage de recouvrement est significativement plus important pour un semis de graminées que pour un semis de légumineuses ($p\text{-value}=0.039$) ([figure 20](#)). De même l'association des graminées et des légumineuses permet d'obtenir un recouvrement plus important que pour un semis de légumineuses ($p\text{-value}=0.046$).

IV. Discussion

Les relevés d'adventices n'ont pas pu être effectués dans toutes les parcelles de chacun des 35 agroforestiers enquêtés, par manque de temps. Cela aurait cependant permis d'intégrer la variable de densité d'adventices problématiques dans l'ACM et d'attribuer une valeur moyenne de densité d'adventices pour chaque groupe d'agroforestiers.

Par ailleurs, les relevés d'adventices ont été effectués sur un grand nombre de parcelles dans cette étude et certaines possédaient une diversité plus importante (jusqu'à 35 espèces) que les parcelles analysées par P. Donnet. Ainsi, le nombre de cercles de densité déterminé pour les LSA n'était probablement pas assez élevé pour faire des relevés exhaustifs sur toutes les parcelles. Néanmoins la biodiversité recueillie était suffisante pour quantifier les populations d'adventices problématiques et les mettre en relation avec les itinéraires techniques des agroforestiers.

A. En zone cultivée, des leviers de gestion efficaces sur les graminées annuelles, mais plus aléatoires sur les vivaces

Les résultats de cette étude montrent que les leviers de gestion des graminées annuelles restent efficaces en parcelles agroforestières, avec une réduction importante de la densité d'adventices dans les BC à partir d'une efficacité de gestion moyenne (indicateur Effgram). On constate alors une réduction d'environ 90% du nombre d'adventices problématiques.

Cet écart important de densité adventice peut s'expliquer par la diversité importante d'itinéraires techniques influençant la gestion des graminées adoptés par les agroforestiers enquêtés. Certains agroforestiers labourent systématiquement et d'autres ne travaillent qu'en TCS. De même, certains ne pratiquent aucune action de désherbage après semis tandis que d'autres combinent différents outils de désherbage mécanique (houe rotative, herse étrille et bineuse) avec une fréquence de passage élevée.

Les différentes références citées en introduction confirment l'efficacité du labour et des actions de désherbage mécanique (la bineuse et la herse étrille à l'aveugle en particulier) sur la gestion des graminées annuelles (cf I.D.2.).

En revanche, l'efficacité des leviers de gestion des vivaces n'a pas été démontrée en parcelles agroforestières. Les densités d'adventices en BC sont assez élevées même avec une efficacité de gestion importante. Deux raisons peuvent expliquer ce résultat.

Premièrement, il est possible que l'indicateur Effviv ne soit pas assez strict et que les classes Moyenne et Importante aient été attribuées à un trop grand nombre d'agroforestiers. En effet, contrairement à la situation pour les graminées, les agroforestiers enquêtés n'adoptent pas une grande diversité d'ITK influençant la gestion des vivaces :

Peu d'agriculteurs travaillent le sol à plus de 15cm, ce qui peut s'expliquer par leurs sols, de type terres de groies superficielles pour une grande partie d'entre eux. La fréquence des passages d'outils à dents en interculture est aussi relativement faible en moyenne. Ce sont pourtant ces leviers qui sont les plus efficaces pour la gestion des vivaces (cf I.D.4).

L'explication peut aussi être biologique avec une influence significative des LSA sur la densité de vivaces présentes à proximité de ceux-ci. En effet, même si les relevés d'adventices ont été faits à une distance d'au moins 2 mètres des LSA, les adventices vivaces se propagent par tache sur des distances de plusieurs mètres pour certaines. P. Donnet a notamment montré que *Rumex crispus*, *Cynodon dactylon*, *Convolvulus arvensis* ou encore *Cirsium arvense* pouvaient se disperser sur plus de 5m (cf I.B.4.b). Ces densités plus importantes de vivaces à proximité des LSA peuvent masquer une bonne efficacité de gestion au centre des BH.

La comparaison des relevés situés au centre des allées et de ceux situés sur les côtés montre une légère augmentation de la densité de vivaces sur les côtés avec 5.58 adventices par m² contre 4.62 pour les relevés au centre, mais cette différence n'est pas significative (Test de Kruskal Wallis p-value=0.25).

Les résultats issus de l'ACM indiquent que parmi les 4 groupes identifiés, le groupe 1 correspondant aux agroforestiers en AB est le plus sensible à la nuisibilité des adventices et plus particulièrement des vivaces, avec une densité en augmentation exprimée par les agroforestiers et une efficacité de gestion faible établie d'après l'indicateur Effviv. Les autres groupes semblent gérer cette nuisibilité mais admettent toutefois que les LSA augmentent le risque d'infestation des BC par les adventices et qu'il faut y prêter une attention particulière.

B. Sur les linéaires sous arborés, une diversité importante de gestions de la végétation possibles, et une efficacité variable

1. Type de couverture et entretien du linéaire sous arboré

La comparaison des LSA en végétation spontanée aux LSA avec des espèces semées a permis de montrer une bonne efficacité de gestion de ces adventices pour les couverts semés, à la différence des résultats d'enquête traités par l'ACM. Les LSA avec couverts semés permettent de réduire de façon importante la densité d'adventices problématiques dès lors que le pourcentage de recouvrement du mélange est assez important (réduction de 67% avec un pourcentage de recouvrement supérieur à 20%, par rapport à une végétation spontanée). Une corrélation entre le pourcentage de recouvrement du mélange et le nombre d'adventices problématiques a aussi pu être établie. Ces résultats sont en accord avec les études de de Tourdonnet *et al* sur les couverts végétaux implantés sous les cultures : l'espace occupé par les espèces semées exerce une concurrence pour la lumière, l'eau et les nutriments et freine la germination du stock semencier présent dans le sol.

Les résultats associés au travail du sol sur le LSA montrent une efficacité limitée de cette méthode avec une augmentation de 43% du nombre d'adventices par rapport à une végétation spontanée. Cela peut s'expliquer par l'itinéraire technique utilisé. En effet un seul passage de cover-crop a été effectué. Utiliser un outil à dent à une fréquence plus élevée permettrait de déstocker plus d'adventices. Cependant, il est compliqué de renouveler les passages d'outils de travail du sol après la levée de la culture sur les BC.

De plus, les adventices mises en conditions de germination sur le LSA disposent d'une longue période (celle de la culture sur les BC) pour se développer et produire des graines. Ainsi, cette méthode semble peu appropriée comme moyen de gestion des adventices sur le LSA.

Le paillis de paille de céréales s'est révélé être très efficace pour la gestion des adventices. Apporté à une dose de 7-8kg/m², celui-ci permet au bout d'un an de réduire la densité de graminées et dicotylédones de 95% et la densité de vivaces de près de 86%. Ces résultats sont en accord avec ceux des travaux de Ozores-Hampton *et al* (cf I.B.1).

Concernant l'entretien du LSA, cette étude n'a pas permis de mettre en évidence des itinéraires techniques limitant la densité d'adventices problématiques. La fauche, même réalisée au printemps avant fructification de nombreuses adventices, ne permet pas de diminuer cette densité. Ces résultats sont en accord avec les références concernant la gestion des adventices et notamment des vivaces. Pour les espèces remontantes telles que le chardon des champs et le rumex, une fauche ou un broyage au printemps avant montée à graines n'est pas efficace. Seules des fauches régulières (1 fois par mois) peuvent permettre un contrôle satisfaisant (Chicouène 2006). Cela permet alors un épuisement des réserves contenues dans les organes souterrains (Chicouène 2006 cf I.C.3.b). Un test similaire a été effectué à partir du jeu de données, seulement sur les différentes espèces de bromes, et là encore la fauche printanière ne permet pas de réduire leur nombre, ce qui est en contradiction avec les travaux de Chicouène.

L'effet de la fréquence de fauche n'a pas pu être testé en raison du manque de représentativité des fréquences élevées parmi la population enquêtée.

La hauteur de fauche n'a pas été testée non plus du fait de l'approximation trop importante lors de la collecte des données par l'enquête. De même, aucun agriculteur n'exporte les résidus de fauche du LSA ce qui ne nous a pas permis de vérifier les résultats des travaux cités en introduction.

Enfin, certains agroforestiers en polyculture-élevage ont fait part de l'intérêt du pâturage pour limiter le développement d'adventices problématiques sur les rangées d'arbres, mais cette méthode n'a pas été testée dans cette étude. Il existe quelques références à ce sujet qui font part de l'action des animaux sur les adventices. Ils peuvent détruire certaines plantes par action de leur sabot et peuvent aussi en ingérer une grande partie (Popay et Field 1996), notamment le rumex (Stilmant et al. 2007). Cependant, ces études montrent aussi que le type d'animal joue un rôle important dans cette gestion, à la faveur des caprins (Popay et Field 1996).

2. Influence des paramètres de semis des linéaires sous arborés sur le pourcentage de recouvrement des espèces implantées

Les conditions de semis sont un paramètre clé de la réussite d'un couvert. Cependant, cette étude n'a pas permis de montrer l'effet de ce facteur sur le pourcentage de recouvrement, même si ce pourcentage est plus élevé à partir de conditions de semis moyennes.

Par ailleurs, cette étude a permis de montrer la forte influence des espèces semées sur la durabilité du couvert. En effet, les pourcentages de recouvrement des différents LSA sont très variables et notamment pour des antériorités d'implantation proches.

Les résultats montrent un meilleur recouvrement des mélanges de graminées et des mélanges graminées-légumineuses (respectivement 61% et 38%) par rapport aux mélanges de légumineuses purs (5%). Les mélanges comportant seulement des graminées semblent donc être à privilégier pour limiter le développement d'adventices.

Cependant, des travaux ont montré que les graminées en trop forte densité pouvaient limiter fortement la croissance des arbres les premières années (Provendier et Balandier 2004) (cf I.C.2.b). Ainsi, il semble que les mélanges graminées-légumineuses soient les mieux adaptés pour les linéaires sous arborés. Ils permettent une bonne couverture sur la durée et les légumineuses qu'ils comprennent attireront une biodiversité auxiliaire les premières années (Lavigne et al. 2010).

Pour ce qui est du choix des espèces, les résultats semblent montrer que le dactyle ([annexe 20](#)) et les fétuques (élevée, des prés et ovine) ([annexe 21](#)) sont les plus couvrantes et pérennes parmi les graminées. En effet tous les LSA ayant un taux de recouvrement supérieur à 70% sont composés d'au moins une de ces espèces. En revanche, aucune espèce ne montre un taux de couverture important chez les légumineuses.

Ces résultats viennent conforter ceux de Gontier *et al* pour le dactyle (cf I.C.2.b.) ainsi que les données de l'association française pour la production fourragère sur la pérennité des espèces ([figure 4](#)).

Au final, du point de vue de la gestion des adventices problématiques, il semble pertinent de s'orienter vers un paillis ou une bande semée avec des espèces adaptées. Cependant d'autres critères sont importants pour les agroforestiers :

- L'impact de la biodiversité faunistique des LSA sur les cultures. Dans cette étude, certains agroforestiers enquêtés ont constaté une augmentation du nombre de limaces sur les LSA, dans les premières années après la plantation. De ce point de vue, le paillis utilisé comme couverture du LSA peut augmenter le risque de nuisibilité des ravageurs sur les cultures.
- La contrainte de temps associée à l'entretien des LSA. 35% des agroforestiers enquêtés ont évoqué cette contrainte, nécessaire pour limiter le développement d'adventices problématiques. Les bandes semées avec un taux de recouvrement élevé nécessitent peu d'entretien les premières années et permettent de répondre à cette préoccupation.

C. Préconisations issues de ces résultats

Cette étude a montré que la gestion des adventices vivaces pouvait être complexe en systèmes agroforestiers, particulièrement pour les agroforestiers en AB. Pour contenir ce risque lié aux LSA, il peut être intéressant d'augmenter la fréquence de passages d'outils à dents profonds en interculture, en priorité à proximité des rangées d'arbres. Ces passages permettent aussi de détruire les racines superficielles des arbres et de limiter la concurrence entre arbres et culture. Les agriculteurs conventionnels peuvent aussi adopter ces pratiques, ce qui leur permettra de réduire leur IFT herbicide pour les parcelles agroforestières. Pour contrôler les communautés de graminées, il est important pour les agroforestiers en AB de combiner les différents leviers agronomiques (diversité des dates de semis, faux semis, désherbage mécanique dès les premiers jours après le semis).

Concernant la couverture du LSA, ainsi que son entretien, cette étude permet d'orienter le choix des agroforestiers. Les résultats et conseils aux agroforestiers ont été synthétisés sous forme de fiche technique ([annexe 22](#)).

V. Conclusion

En mêlant un travail d'enquête à un travail d'acquisition de données de terrain avec les relevés d'adventices, cette étude a permis de faire ressortir de nombreux résultats concernant la gestion des adventices en systèmes agroforestiers de grandes cultures.

Tout d'abord, on constate qu'il existe une diversité assez importante de motivations (économiques, environnementales, paysagères) et de types d'agriculture (AB, agriculture conventionnelle et agriculture de conservation) parmi les agroforestiers interrogés.

Par ailleurs, sur les BC agroforestières, il ne semble pas y avoir plus de problèmes de gestion des graminées annuelles puisque les leviers de gestion utilisés en parcelles agricoles classiques restent efficaces.

Cependant la gestion des vivaces nécessite un suivi plus attentif notamment pour les agroforestiers en AB n'ayant pas recours aux herbicides. En effet, les densités de vivaces problématiques restent élevées même pour les agroforestiers ayant adopté des pratiques efficaces pour leur contrôle.

Concernant la gestion des LSA, les résultats obtenus permettent de recommander certains itinéraires techniques et d'en déconseiller d'autres.

L'utilisation de paillis de paille de céréale est très efficace pour gérer aussi bien les graminées et dicotylédones annuelles que les vivaces. Les bandes semées sont aussi très efficaces dès lors que leur recouvrement est important (supérieur à 20%). Pour cela, les mélanges de graminées (dactyle, fétuques) et les mélanges graminées/légumineuses se sont révélés être efficaces. Ils limitent l'installation d'adventices problématiques, contrairement aux mélanges de légumineuses seules, peu pérennes et couvrant peu le sol. En revanche les LSA en végétation spontanée contenaient des densités assez importantes d'adventices. De même, le travail du sol sur le LSA ne semble pas être un mode de gestion pertinent car il entraîne une germination importante du stock semencier.

Par ailleurs, aucune période de fauche ou de broyage particulièrement efficace n'a été identifiée.

Cette étude a permis d'étudier les principaux leviers de gestion des adventices en systèmes agroforestiers mais certains n'ont pas pu être testés, notamment sur le LSA, en raison d'une représentativité trop faible parmi les agroforestiers enquêtés. C'est le cas de la fréquence de fauche ou de broyage, de l'exportation des résidus de fauche ou de broyage, et du pâturage. Par ailleurs, la variabilité des types de sols n'a pas été prise en compte dans cette étude, or la région Poitou-Charentes présente une diversité pédologique assez importante ([annexe 23](#)).

Pour pouvoir tester avec plus de précision ces leviers de gestion des adventices, il serait intéressant d'inclure les agroforestiers volontaires dans des projets d'expérimentation. Cela permettrait de contrôler les facteurs aléatoires tels que le type de sol ou l'historique de la parcelle et d'avoir plus de répétitions pour chaque modalité.

VI. Bibliographie

- Agreste. 2015. « Mémento de la statistique agricole ». <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/R5415C01.pdf>.
- Archibald, E. E. A. 1949. « The specific character of plant communities: II. A quantitative approach ». *The Journal of Ecology*, 274-88.
- Balandier, P., et C. Dupraz. 1998. « Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France ». *Agroforestry Systems* 43 (1-3): 151.
- Battegay, Sabine. 2016. « Prairies : Soigner l'implantation pour une installation rapide ». <https://www.arvalis-infos.fr/view-16601-arvarticle.html>.
- Boinot, Sébastien. 2015. « Caractérisation des communautés adventices en agroforesterie tempérée intra-parcellaire ».

- Braun-Blanquet, Josias. 1922. « Une reconnaissance phytosociologique dans le Briançonnais ». *Bulletin de la société botanique de France* 69 (6): 77-103.
- Cain, Stanley A. 1943. « Sample-plot technique applied to alpine vegetation in Wyoming ». *American Journal of Botany*, 240-47.
- Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes. s. d. « Les Pedopaysages en Poitou-Charentes ». http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/fileadmin/publication/CRA/18_Connaissance_Sols/Images/region_mxd.jpg.
- Chambre d'Agriculture du Limousin. 2009. « L'implantation des prairies d'été ». [http://limousin.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/08495/\\$File/Fiche-Implantation-Prairie%20Aout%202009%20VF.pdf?OpenElement](http://limousin.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/08495/$File/Fiche-Implantation-Prairie%20Aout%202009%20VF.pdf?OpenElement).
- Chauvel, Bruno, Clément Tschudy, et Nicolas Munier-Jolain. 2011. « Gestion intégrée de la flore adventice dans les systèmes de culture sans labour ». *Cahiers Agricultures* 20 (3): 194-203 (1).
- Chicouène, Daniel. 2006. « La gestion par la fauche et le pâturage des milieux herbacés tempérés Comment raisonner la description biologique de la flore? » *Ingénieries*, n° 46: 51-66.
- Cirou, Eric. 2014. « Initial Stakeholder Meeting Report Agroforestry for Arable Farmers in Western France ».
- Cordeau, S., F. Dessaint, C. Denieul, L. Bonin, F. Vuillemin, M. Delattre, A. Rodriguez, JP Guillemain, et B. Chauvel. 2016. « AFPP-23e Conférence du Coloma journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. La nuisibilité directe des adventices en grandes cultures : Quelles réponses nous apportent les essais de désherbage ? », décembre.
- Cordeau, Stéphane. 2010. « Conséquences de la mise en place des bandes enherbées sur l'évolution de la flore adventice ». Université de Bourgogne.
- Cordeau, Stéphane, Sandrine Petit, Xavier Reboud, et Bruno Chauvel. 2012. « The impact of sown grass strips on the spatial distribution of weed species in adjacent boundaries and arable fields ». *Agriculture, ecosystems & environment* 155: 35-40.
- David, C. 1998. « Research in arable farming system in Europe ». *Research Methodologies in Organic Farming*.
- Deraedt, Michel, Olivier Estrade, François Gastal, et Christian Huyghe. 2017. « Mélanges de semences pour prairies de longue durée en France (3 ans et plus) ». <http://www.afpf-asso.fr/files/Melanges-prairies-longue-duree-AFPF-2017.pdf>.
- Donnet, Pierre. 2016. « Agroforesterie en grandes cultures : évaluer l'effet des bandes enherbées sur le développement des adventices de la culture intercalaire. » Mémoire de fin d'étude.
- Dupraz, Christian, et Fabien Liagre. 2008. *Agroforesterie: des arbres et des cultures*. France Agricole Editions.
- Fitter, Richard, et Alastair Fitter. 2009. *Guide des graminées, carex, joncs et fougères toutes les herbes d'Europe*. Neuchâtel, Suisse: Delachaux et Niestlé.
- Gnis. 2017. « L'implantation des prairies ». Consulté le août 4. <http://www.prairies-gnis.org/pages/implantation.htm>.
- Gontier, Laure, Christophe Gaviglio, et Thierry Dufourcq. s. d. « Enherbement maîtrisé sous le rang: intérêt technique pour différentes productions de vin du Sud-Ouest ».
- Honegger, Adrian, Raphaël Wittwer, Django Hegglin, Hans-Rudolf Oberholzer, Anne de Ferron, Philippe Jeanneret, et Marcel van der Heijden. s. d. « Effets à long terme d'une conversion à l'agriculture biologique ».
- « Infloweb ». 2017. Consulté le avril 11. <http://www.infloweb.fr/>.
- Lavigne, Christian, Raphaël Achard, Philippe Tixier, et Magalie Lesueur Jannoyer. 2010. « How to integrate cover crops to enhance sustainability in banana and citrus cropping systems ». In *VI International Symposium on Banana: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People* 928, 351-57.
- Le Quemener, Anthony, et Delphine Bouttet. 2011. « Lutte contre le chardon des champs et le chiendent rampant en ab. Cas du dispositif de la Motte ». *Alter Agri*, n° 106 (avril): 11-14.
- Mamarot, Jean, et Alain Rodriguez. 2014. *Mauvaises herbes des cultures*. Paris: Acta.
- Marcon, Eric. 2015. « Mesures de la biodiversité ». AgroParisTech.

- Mézière, Delphine, et Marie Gosme. 2016. « System Report: Weed Survey in Mediterranean Silvoarable Group in France ».
- Munier-Jolain, Nicolas, Violaine Deytieux, Jean-Philippe Guillemin, Sylvie Granger, et Sabrina Gaba. 2008. « Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la Protection Intégrée contre la flore adventice en grandes cultures ». *Innovations agronomiques* 3: 75-88.
- Munier-Jolain, Nicolas, Safia Médiène, Helmut Meiss, François Boissinot, W. Rainer, C. Jacques, et Vincent Bretagnolle. 2012. « Rôle des prairies temporaires pour la gestion de la flore adventice dans les systèmes céréaliers ». *Innovations Agronomiques* 22: 71-84.
- Muratet, Audrey, et Quiterie Duron. 2012. « La clé des champs : Flore des bordures herbacées des milieux agricoles ». http://www.audreymuratet.com/pdf/cle_champs.pdf.
- Oerke, E.-C. 2006. « Crop Losses to Pests ». *The Journal of Agricultural Science* 144 (01): 31. doi:10.1017/S0021859605005708.
- Ozores-Hampton, Monica, Thomas A. Obreza, et Peter J. Stoffella. 2001. « Mulching with composted MSW for biological control of weeds in vegetable crops ». *Compost science & utilization* 9 (4): 352-60.
- Pernel, Jérôme, et Nicolas Munier-Jolain. 2011. « OdERA-Systèmes : un outil de gestion des adventices ». <http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2016/02/004-Colloque-SCI-N-Munier-Jolain-et-J-Pernel.pdf>.
- Petit, Sandrine, Sabrina Gaba, Anne-Laure Grison, Helmut Meiss, Baptiste Simmoneau, Nicolas Munier-Jolain, et Vincent Bretagnolle. 2016. « Landscape scale management affects weed richness but not weed abundance in winter wheat fields ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 223: 41-47.
- Pierre, Jacqueline. 2009. « Vers des relations durables entre insectes auxiliaires, cultures et protection intégrée ». *Oléagineux, Corps gras, Lipides* 16 (3): 164-68.
- Popay, Ian, et Roger Field. 1996. « Grazing animals as weed control agents ». *Weed Technology*, 217-31.
- Provendier, Damien, et Philippe Balandier. 2004. « Contrôler la végétation en plantation forestière: premiers résultats sur les modifications micro-environnementales engendrées par l'utilisation de plantes de couverture ». *Ingénieries-EAT*, n° 40: 61-70.
- Quillet, Marion. 2010. « Maitriser la flore adventive : Etude des stratégies de désherbage mécanique auprès des agriculteurs biologiques ». ITAB.
- Rodriguez, Alain, et Jacques Gasquez. 2008. « RMT «Gestion de la flore adventice en grandes cultures» ». *Innovations agronomiques* 3: p107-120.
- Rodriguez, Alain, Loïc Prieur, et Laurent Laffont. 2012. « Comparaison de deux stratégies de préparation du sol avant semis ». *Alter Agri*, n° 114 (août): 18-20.
- Sicard, H, J Gainche, et L Fontaine. 2013. « Notice du module adventices de la BAO RotAB ». <http://www.itab.asso.fr/downloads/rotab/bao-adventices.pdf>.
- Sicard, Hélène, et Laurence Fontaine. 2012. « Désherber mécaniquement les grandes cultures, CASDAR 2009/2011 ».
- Stilmant, Didier, D. Knoden, Bernard Bodson, J. Herman, Carine Vrancken, et C. Losseau. 2007. « Le rumex à feuilles obtuses dans les systèmes herbagers: importance de la problématique, lutte chimique et méthodes alternatives ». *Fourrages*, n° 192: 477-93.
- Tailliez, Romain. 2013. « Contrôle des adventices dans les vergers de Martinique: évaluation des effets de deux plantes de couverture : *Neonotonia wightii* et *Paspalum wettsteinii* ».
- Tosser, Véronique. 2017. « Des habitats favorables aux sphécides », n° 446 (juillet): 30, 31, 32.
- Van Lerberghe, Ph, et E Le Boulengé. 2009. « AFPP–2ème conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles », octobre.
- Wartelle, Régis. 2014. « Initial Stakeholder Meeting Report Agroforestry for Arable Farmers in Northern France ».
- Wartelle, Régis, Delphine Mézière, Marie Gosme, et Lise la-Laurent. 2016. « System report: Weed Survey in Northern Silvoarable Group in France ».

Annexes :

Annexe 1 : tableau des adventices relevées lors de l'étude (code EPPO, nom français et nom latin) ainsi que leur difficulté de gestion

Code EPPO	Nom adventice (français)	Nom adventice (latin)	Difficulté de gestion
AGRRE	Chiendent rampant	<i>Elytrigia repens</i>	Très problématique
ALOMY	Vulpin des champs	<i>Alopecurus myosuroides</i>	
CIRAR	Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>	
CYNDA	Chiendent pied de poule	<i>Cynodon dactylon</i>	
LOLMU	Ray-grass d'Italie	<i>Lolium multiflorum</i>	
RUBFR	Ronce commune	<i>Rubus fruticosus</i>	
VLPMY	Vulpie queue de rat	<i>Vulpia myuros</i>	
AMBEL	Ambrosie à feuilles d'armoise	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Problématique
ARREB	Avoine à chapelets	<i>Arrhenatherum elatius subsp. Bulbosum</i>	
ARTVU	Armoise vulgaire	<i>Artemisia vulgaris</i>	
AVEFA	Avoine folle	<i>Avena fatua</i>	
BROAV	Brome des champs	<i>Bromus arvensis L.</i>	
BROCO	Brome variable	<i>Bromus commutatus</i>	
BROER	Brome dressé	<i>Bromus erectus</i>	
BROMO	Brome mou	<i>Bromus mollis</i>	
BROST	Brome stérile	<i>Bromus sterilis</i>	
CIRVU	Chardon commun	<i>Cirsium vulgare</i>	
CONAR	Liseron des champs	<i>Convolvulus arvensis</i>	
CAGSE	Liseron des haies	<i>Calystegia sepium</i>	
CRUCR	Chardon crépu	<i>Carduus crispus</i>	
GALAP	Gaillet gratteron	<i>Galium aparine</i>	
RUMAA	Rumex petite oseille	<i>Rumex acetosella</i>	
RUMAC	Rumex oseille	<i>Rumex acetosa</i>	
RUMCR	Rumex crépu	<i>Rumex crispus</i>	
RUMOB	Rumex à feuilles obtuses	<i>Rumex obtusifolius</i>	
AMIMA	Ammi élevé	<i>Ammi majus</i>	Peu problématique
ANGAR	Mouron des champs	<i>Anagallis arvensis</i>	
ANTAR	Anthémis des champs	<i>Anthemis arvensis</i>	
ANTCO	Anthémis cotule	<i>Anthemis cotula</i>	
ARISE	Sablina à feuilles de serpolet	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	
ARREL	Avoine élevée	<i>Arrhenatherum elatius</i>	
ATXHA	Arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>	
ATXPA	Arroche étalée	<i>Atriplex patula</i>	
BRZME	Amourette commune	<i>Briza media</i>	
CAPBP	Capselle bourse-à-pasteur	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	
CERGL	Céraiste aggloméré	<i>Cerastium glomeratum</i>	
CHEAL	Chénopode blanc	<i>Chenopodium album</i>	
CHEHY	Chénopode hybride	<i>Chenopodium hybridum</i>	
CHEPO	Chénopode polysperme	<i>Lipandra polyspermum</i>	
CLVVT	Clématite vigne-blanche	<i>Clematis vitalba</i>	
CVPFO	Cépis fétide	<i>Crepis foetida</i>	
CVPSA	Crépis de Nîmes	<i>Crepis sancta</i>	
CVPSE	Crépis hérissé	<i>Crepis setosa</i>	
DACGL	Dactyle aggloméré	<i>Dactylis glomerata</i>	
DAUCA	Carotte sauvage	<i>Daucus carota</i>	
ECHGC	Panic pied de coq	<i>Echinochloa crus-galli</i>	
EPHEX	Euphorbe exigue	<i>Euphorbia exigua</i>	
EPHHE	Euphorbe réveil-matin	<i>Euphorbia helioscopia</i>	
EPHPE	Euphorbe des jardins	<i>Euphorbia peplus</i>	
EPIAD	Epilobe à 4 angles	<i>Epilobium tetragonum</i>	
ERIFL	Vergette de sumatra	<i>Eriqeron floribundus</i>	
ERISU	Vergette blanchâtre	<i>Eriqeron sumatrensis</i>	
FESAR	Fétuque élevée	<i>Festuca arundinacea</i>	
FESOV	Fétuque ovine	<i>Festuca ovina</i>	
FESPR	Fétuque des prés	<i>Schedonorus pratensis</i>	
FOEVU	Fenouil commun	<i>Foeniculum vulgare</i>	
GCTTO	Galactiteès cotonneux	<i>Galactites tomentosus</i>	
GERDI	Géranium disséqué	<i>Geranium dissectum</i>	

Code EPPO	Nom adventice (français)	Nom adventice (latin)	Difficulté de gestion
GERDI	Géranium disséqué	<i>Geranium dissectum</i>	Peu problématique
GERRT	Géranium à feuilles rondes	<i>Geranium rotundifolium</i>	
HEQHI	Herniaire hirsuta	<i>Herniaria hirsuta</i>	
HOLLA	Houlque laineuse	<i>Holcus lanatus</i>	
HOLMO	Houlque molle	<i>Holcus mollis</i>	
KICSP	Linahre bâtarde	<i>Kickxia spuria</i>	
LACSE	Laitue scarole	<i>Lactuca seriola</i>	
LAPCO	Lampsane commune	<i>Lapsana communis</i>	
LOLRI	Ivraie raide	<i>Lolium rigidum</i>	
LOTCO	Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	
LOLPE	Ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	
LTHAP	Gesse sans feuilles	<i>Lathyrus aphaca</i>	
MATIN	Matricaire inodore	<i>Tripleurospermum inorodum</i>	
MEDLU	Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	
MEDSA	Luzerne cultivée	<i>Medicago sativa</i>	
MENSU	Menthe à feuilles rondes	<i>Mentha suaveolens</i>	
MERAN	Mercuriale annuelle	<i>Mercurialis annua</i>	
MYOAR	Myosotis des champs	<i>Myosotis arvensis</i>	
ONBVI	Sainfoin cultivé	<i>Onobrychis viciifolia</i>	
PANMI	Panic faux-millet	<i>Panicum miliaceum</i>	
PAPRH	Pavot coquelicot	<i>Papaver rhoeas</i>	
PHLPR	Fléole des prés	<i>Phleum pratense</i>	
PICEC	Helminthie fausse-vipérine	<i>Picris echioides</i>	
PICHI	Picris fausse-épervière	<i>Picris hieracioides</i>	
PLALA	Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	
POANN	Pâturin annuel	<i>Poa annua</i>	
POATR	Pâturin commun	<i>Poa trivialis</i>	
POLAV	Renouée des oiseaux	<i>Polygonum aviculare</i>	
POLCO	Renouée liseron	<i>Fallopia convolvulus</i>	
POLPE	Renouée persicaire	<i>Persicaria maculosa</i>	
PTLRE	Potentille rampante	<i>potentilla reptans</i>	
RANAR	Renoncule des champs	<i>Ranunculus arvensis</i>	
RAPRA	Ravenelle	<i>Raphanus raphanistrum</i>	
SENJA	Seneçon de Jacob	<i>Jacobaea vulgaris</i>	
SENVU	Seneçon vulgaire	<i>Senecio vulgaris</i>	
SETPF	Sétaire glauque	<i>Setaria pumila</i>	
SETVE	Sétaire verticillée	<i>Setaria verticillata</i>	
SETVI	Sétaire verte	<i>Setaria italica subsp. Viridis</i>	
SHRAR	Sherardie des champs	<i>Sherardia arvensis</i>	
SINAR	Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i>	
SIYAN	Isicyos anguleux	<i>Sicyos angulatus</i>	
SONAS	Laiteron rude	<i>Sonchus asper</i>	
SONOL	Laiteron maraîcher	<i>Sonchus oleraceus</i>	
STEME	Stellaire intermédiaire	<i>Stellaria media</i>	
TAROF	Pissenlit officinal	<i>Traxacum officinale</i>	
TOIAR	Torilis des champs	<i>Torilis arvensis</i>	
TRFAN	Trèfle à feuilles étroites	<i>Trifolium angustifolium</i>	
TRFPR	Trèfle des prés	<i>Trifolium pratense</i>	
TRFRE	Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	
TROPR	Salsifis des prés	<i>Tragopogon pratensis</i>	
VERHE	Véronique à feuilles de lierre	<i>Veronica hederifolia</i>	
VERPE	Véronique de perse	<i>Veronica persica</i>	
VICBI	Vesce de bithynie	<i>Vicia bithynica</i>	
VICHI	Vesce hérissée	<i>Vicia hirsuta</i>	
VICHY	Vesce bâtarde	<i>Vicia hybrida</i>	
VICSA	vesce cultivée	<i>Vicia sativa</i>	
VIOAR	Pensée des champs	<i>Viola arvensis</i>	

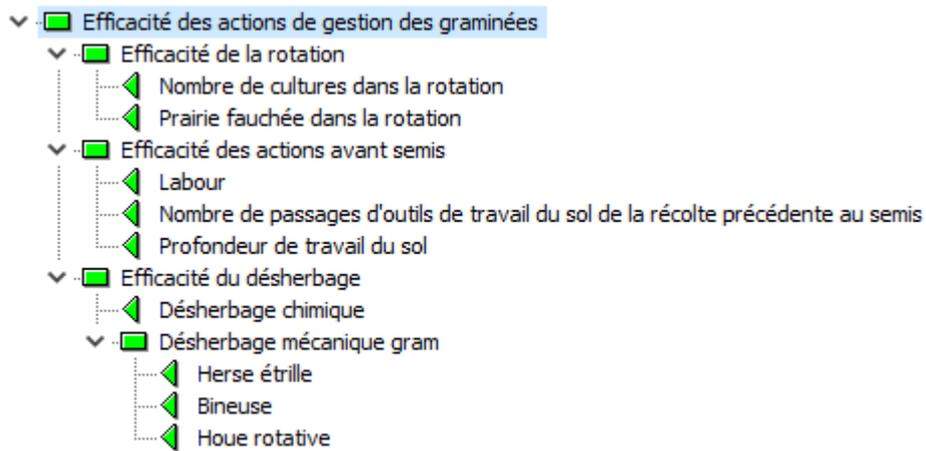
Annexe 2 : questionnaire d'enquête (partie1). Les propositions de réponse sont indiquées entre parenthèses.

Caractéristiques générales de l'exploitation	LSA (pour chaque parcelle)	Fertilisation ? (oui/non)
SAU	Espèces implantées sous la rangée d'arbres ? (oui/non)	Quel type ? (N minéral, N, P, K minéral, organique non composté, organique composté)
Atelier d'élevage ? (oui/non)	Si non, comment est géré l'espace au sol entre les arbres ? (végétation spontanée, paillis, BRF, travail du sol, autre)	Quelle quantité ?
Si oui : bovin, ovin, caprin, porcin, avicole...?	Si oui, valorisation de cette bande végétale (Plantes médicinales, plantes aromatiques, plantes mellifères, petits fruitiers, autre, aucune)	Période d'intervention ?
Cheptel	Si oui, implantation avant ou après les arbres ?	Comment procédez-vous entre les arbres ?
Nombre de parcelles agroforestières	Largeur du LSA (m)	Envisagez-vous de modifier votre gestion de la rangée d'arbre ? (oui/non)
Quelles ont été vos motivations pour l'implantation de parcelles agroforestières ? (objectifs initiaux ?)	Qualité de préparation du sol ? (Grossier, moteur, très fin)	Si oui quels changements ? (semer de nouvelles espèces, détruire la bande herbacée pour mettre paillis...) ?
Ces objectifs ont-ils été atteints ? (oui, oui en partie, non)	Mélange commercial ? (oui/non)	Comment voyez-vous la bande herbacée ? (réponse libre)
Quelles évolutions avez-vous constaté sur vos parcelles agroforestières (améliorations, dégradations) ?	Nombre d'espèces implantées ?	Bande cultivée
Données générales (pour chaque parcelle)	Liste des espèces implantées et proportion de chaque espèce	Gestion des adventices
Nom (ou code cadastral)	Pourquoi ce choix ?	Comment jugez-vous votre conduite vis-à-vis du salissement des parcelles (sécuritaire, ajustée, souple) ?
Surface (ha)	Date de semis	Rencontrez-vous des difficultés de gestion des adventices dans la bande cultivée ? (oui/non)
Type(s) de système(s) agricole(s) :	Technique de semis (épandeur centrifuge, semoir à céréales, semis à la main, semoir spécifique, autre)	Si oui, quelles espèces en particulier ?
Mode de conduite agricole : (agriculture conventionnelle, raisonnée, de précision, de conservation, biologique, biodynamique)	Densité de semis ?	Si oui, quel pourcentage de surface ?
Utilisation des arbres : fruitiers, bois d'œuvre, bois énergie	Roulage après semis ? (oui/non)	Quelle évolution ? (Croissante, stable, décroissante)
Date d'implantation	Traitement mécanique ? (oui/non)	Comment expliquez-vous cette évolution ?
Sur quels critères a été choisie la parcelle ?	Type de gestion (broyage, fauchage, autre) ?	Testez-vous des solutions pour y remédier ? (oui/non)
Densité d'arbres par ha	Si fauche ou broyage, quelle hauteur de passage ? (cm)	Si oui, lesquelles ?
La croissance des arbres s'est-elle déroulée comme prévu ? (oui/non)	Quelle fréquence ?	Apport de matière organique d'origine externe ? (oui/non)
Sinon quelles en sont à votre avis les raisons ?	Période d'intervention ?	Si oui, est-elle compostée avant apport ? (oui/non)
Soil (pour chaque parcelle)	Quel règle de décision ?	Rotation
Texture	Enlèvement des résidus de fauche ? (oui/non)	Détail de la rotation
Pierrosité (%)	Traitement chimique ? (oui/non)	La rotation est-elle différente de celles de vos autres parcelles ? (oui/non)
Profondeur travaillée (cm)	Quel nom commercial ?	Si oui quels changements ?
Profondeur d'enracinement	Quelle dose ?	Concernant la bande cultivée, vos itinéraires techniques sont-ils différents par rapport aux parcelles classiques ? (oui/non)
RU (mm) (si connue)	Période d'intervention ?	Si oui quels changements ? (date de semis, densité de semis, choix des variétés, autre)

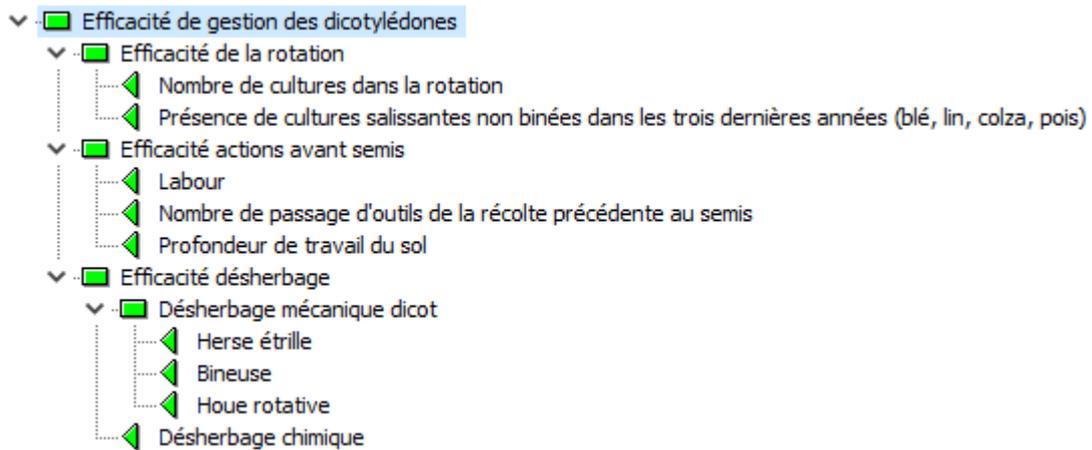
Annexe 3 : questionnaire d'enquête (partie 2)

Rotation (suite)	Technique de travail du sol	Questions d'ouverture
Alternance cultures d'hiver, cultures de printemps ? (oui/non)	Technique de travail du sol employée ? Labour, TCS, semis direct sous couvert végétal mort, semis direct sous couvert végétal vivant, strip till	Si vous deviez réimplanter une parcelle agroforestière, procédez-vous de la même manière ? (oui/non)
La rotation choisie est-elle un frein pour l'entretien de la rangée d'arbres (fauche, broyage) ? (oui/non)	Si labour :	Dans le cas contraire quels changements apporteriez-vous ?
Quelle culture est en place cette saison ?	Quelle fréquence : 1, 1/2, 1/3..?	Sur quelles problématiques agroforestières souhaiteriez-vous demain être épaulé ?
Comment est gérée l'interculture ? (désherbage chimique, couvert végétal, désherbage chimique+couvert végétal, autre)	Quelle profondeur (cm) ?	
Si couvert végétal, quelles espèces ?	Inversion du sens de labour d'une fois sur l'autre ? (oui/non)	
Si couvert végétal quel mode de destruction ? (Chimique, broyage, labour, gel, roulage sur sol gelé, déchaumage)	Si non labour :	
Travail du sol	Quels outils utilisés ?	
Avant l'implantation de la culture	Quelle profondeur ?	
Déchaumage effectué ? (oui/non)	Passage supplémentaire le long des rangées d'arbres ? (oui/non)	
Quel outil utilisé ? (covercrop, déchaumeur à disques indépendants, déchaumeur à dents, bèches roulantes, autre)	Décalage date de semis sur blé d'hiver ? (oui/non)	
Si déchaumeur à dent, quel type de dents ? (à ailettes, incurvées vers l'avant...)	Après implantation de la culture	
Si dents à ailettes, recouvrement des ailettes ? (oui/non)	Désherbage chimique ? (oui/non)	
Si disques déchaumeurs, quel sens d'orientation ?	Si oui, nom des produits commerciaux ?	
Date d'utilisation ?	Par rapport aux parcelles classiques quelle quantité d'herbicide utilisez-vous pour les parcelles agroforestières ? (égale, moins importante, plus importante)	
Profondeur de travail ?	Si plus importante, pour quelle grande famille d'adventices ? (Graminées, dicotylédones)	
Passage supplémentaire le long des bandes ? (oui/non)	Par rapport aux parcelles classiques quelle quantité d'insecticide utilisez-vous pour les parcelles agroforestières ? (égale, moins importante, plus importante)	
Apport de matière organique d'origine externe ? (oui/non)	Par rapport aux parcelles classiques quelle quantité d'anti-limace utilisez-vous pour les parcelles agroforestières ? (égale, moins importante, plus importante)	
Si oui, est-elle compostée avant apport ? (oui/non)	IFT herbicide des parcelles agroforestières ?	
Passage d'outils spécifiques à la maîtrise des adventices ? (Cultivateur avec barre désherbeuse, CMN couch grass killer, Glypho-mulch, autre)	Désherbage mécanique ? (oui/non)	
Faux semis ? (oui/non)	Si oui quels outils ? (Herse étrille, houe rotative, bineuse, autre)	
Si oui, combien de temps avant semis ?	Quelle période d'utilisation ?	
Quel outil utilisé ?	Avez-vous recours à une écimeuse ?	
Profondeur de passage ? (cm)	Récolte	
Fréquence de passages ?	Précautions particulières à la récolte ? (récupérateur de menues-pailles..)	

Annexe 6 : schéma de construction de l'indicateur Effgram



Annexe 7 : schéma de construction de l'indicateur Effdico



Annexe 8 : agrégations des paramètres pour la composante actions de travail du sol avant semis de l'indicateur Effviv

Profondeur travail du sol (valeur moyenne)	Labour	Outil de déchaumage	Nombre de passages d'outils à dents	Efficacité actions avant semis
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	0	Faible
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	1-2	Faible
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	>=3	Faible
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	0	Faible
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	1-2	Faible
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	>=3	Moyenne
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	Déchaumeur à dents à ailettes	0	Faible
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	Déchaumeur à dents à ailettes	1-2	Faible
<15cm	<=1/3 ou pas de labour	Déchaumeur à dents à ailettes	>=3	Moyenne
<15cm	>=1/2	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	0	Faible
<15cm	>=1/2	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	1-2	Faible
<15cm	>=1/2	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	>=3	Faible
<15cm	>=1/2	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	0	Faible
<15cm	>=1/2	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	1-2	Moyenne
<15cm	>=1/2	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	>=3	Moyenne
<15cm	>=1/2	Déchaumeur à dents à ailettes	0	Faible
<15cm	>=1/2	Déchaumeur à dents à ailettes	1-2	Moyenne
<15cm	>=1/2	Déchaumeur à dents à ailettes	>=3	Importante
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	0	Faible
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	1-2	Faible
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	>=3	Moyenne
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	0	Faible
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	1-2	Moyenne
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	>=3	Importante
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	Déchaumeur à dents à ailettes	0	Faible
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	Déchaumeur à dents à ailettes	1-2	Moyenne
>=15cm	<=1/3 ou pas de labour	Déchaumeur à dents à ailettes	>=3	Importante
>=15cm	>=1/2	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	0	Faible
>=15cm	>=1/2	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	1-2	Faible
>=15cm	>=1/2	Covercrop, déchaumeur à disques indépendants	>=3	Moyenne
>=15cm	>=1/2	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	0	Moyenne
>=15cm	>=1/2	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	1-2	Importante
>=15cm	>=1/2	déchaumeur mixte type smarag ou deux outils (dents et disques)	>=3	Très importante
>=15cm	>=1/2	Déchaumeur à dents à ailettes	0	Importante
>=15cm	>=1/2	Déchaumeur à dents à ailettes	1-2	Importante
>=15cm	>=1/2	Déchaumeur à dents à ailettes	>=3	Très importante

Annexe 9 : agrégations des paramètres pour la composante actions de travail du sol avant semis de l'indicateur Effgram

Labour	Nombre de passages d'outils de travail du sol de la récolte précédente au semis	Profondeur de travail du sol	Efficacité des actions avant semis
Aucun	1 à 2	>15cm	Faible
Aucun	1 à 2	8-15cm	Faible
Aucun	1 à 2	2-7cm	Moyenne
Aucun	3 ou plus	>15cm	Faible
Aucun	3 ou plus	8-15cm	Moyenne
Aucun	3 ou plus	2-7cm	Importante
Tous les ans	1 à 2	>15cm	Faible
Tous les ans	1 à 2	8-15cm	Moyenne
Tous les ans	1 à 2	2-7cm	Importante
Tous les ans	3 ou plus	>15cm	Moyenne
Tous les ans	3 ou plus	8-15cm	Importante
Tous les ans	3 ou plus	2-7cm	Importante
Tous les 2 ans ou moins	1 à 2	>15cm	Moyenne
Tous les 2 ans ou moins	1 à 2	8-15cm	Moyenne
Tous les 2 ans ou moins	1 à 2	2-7cm	Importante
Tous les 2 ans ou moins	3 ou plus	>15cm	Moyenne
Tous les 2 ans ou moins	3 ou plus	8-15cm	Très importante
Tous les 2 ans ou moins	3 ou plus	2-7cm	Très importante

Annexe 10 : agrégations des paramètres pour la composante actions de travail du sol avant semis, de l'indicateur Effdico

Labour	Nombre de passage d'outils de la récolte précédente au semis	Profondeur de travail du sol	Efficacité actions avant semis
Tous les ans	1-2	>15cm	Faible
Tous les ans	1-2	8-15cm	Faible
Tous les ans	1-2	2-7cm	Faible
Tous les ans	3 ou plus	>15cm	Faible
Tous les ans	3 ou plus	8-15cm	Faible
Tous les ans	3 ou plus	2-7cm	Moyenne
Aucun	1-2	>15cm	Faible
Aucun	1-2	8-15cm	Faible
Aucun	1-2	2-7cm	Faible
Aucun	3 ou plus	>15cm	Faible
Aucun	3 ou plus	8-15cm	Faible
Aucun	3 ou plus	2-7cm	Moyenne
Tous les 2 ans ou moins	1-2	>15cm	Faible
Tous les 2 ans ou moins	1-2	8-15cm	Moyenne
Tous les 2 ans ou moins	1-2	2-7cm	Moyenne
Tous les 2 ans ou moins	3 ou plus	>15cm	Faible
Tous les 2 ans ou moins	3 ou plus	8-15cm	Importante
Tous les 2 ans ou moins	3 ou plus	2-7cm	Importante

Annexe 11 : réponses normées correspondant aux 3 questions ouvertes du questionnaire d'enquête

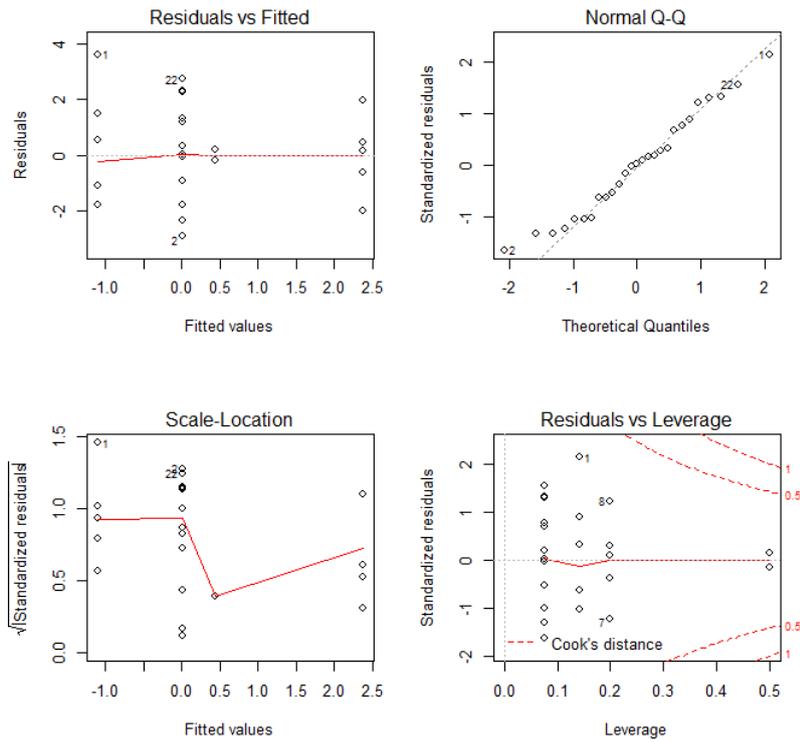
Motivation pour l'implantation d'agroforesterie	Bien-être animal
	Préservation de l'environnement
	Recherche d'innovation
	Valorisation économique des arbres
	Aides financières à la plantation
Facteurs de choix des parcelles pour l'agroforesterie	Forme et orientation
	Parcelle en propriété
	Proximité de la ferme
	Sols favorables
	Faible valeur de la parcelle
	Amélioration du potentiel agronomique de la parcelle
Vision du linéaire sous arboré	Refuge pour la biodiversité
	Source de développement d'adventices problématiques
	Contraintes d'entretien

Annexe 12 : densité d'adventices problématiques/m² par espèce pour chaque agroforestier sur les bandes cultivées

	Nb adventices/m ²	Chiendent rampant	Chiendent pied de poule	Chardon des champs	Ray-grass d'Italie	Ronce commune	Vulpie queue de rat	Ambroisie à feuilles d'armoise	Avoine à feuilles d'armoise	Armoise à chapellets	Brome des champs	Brome folle	Brome variable	Brome dressé	Brome mou	Brome stérile	Chardon commun	Liseron des champs	Liseron des haies	Chardon crépu	Gaillet-gratteron	Rumex petite oseille	Rumex oseille	Rumex crepu	Rumex à feuilles obtuses	Laïteron rude	Laïteron maraîcher	Total
Boulerne 1	0	0	1	0	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	17
Marchand 1 (siège)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Marchand 2 (ciré)	2	1	3	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Négrier 1 (Preguillac)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	8	0	18
Négrier 2 (Berneuil)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Petit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Sevaux	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	16
Biteau	0	0	0	0	58	0	16	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
Pillet	3	0	3	0	12	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	31
Manicot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Viaud	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18
Baron	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15
Fichet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gourdon	0	0	1	0	10	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	0	0	1	2	0	32
Fougeret	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
Jouannet	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Coiffard	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Grandin	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Loïc Rochard	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Boissinot	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Gire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Brunet	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17
Bossuet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Michaud VS	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12
Landes 1 (Haut)	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Landes 2 (ferme)	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Bernard	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Echelle de Barralis	Densité de plantes/m ²
0	0
2	1 - 2
3	3 - 10
4	11 - 20
5	21 - 50
6	51 - 100
7	>101

Annexe 13 : postulats de l'ANOVA associée au modèle 1

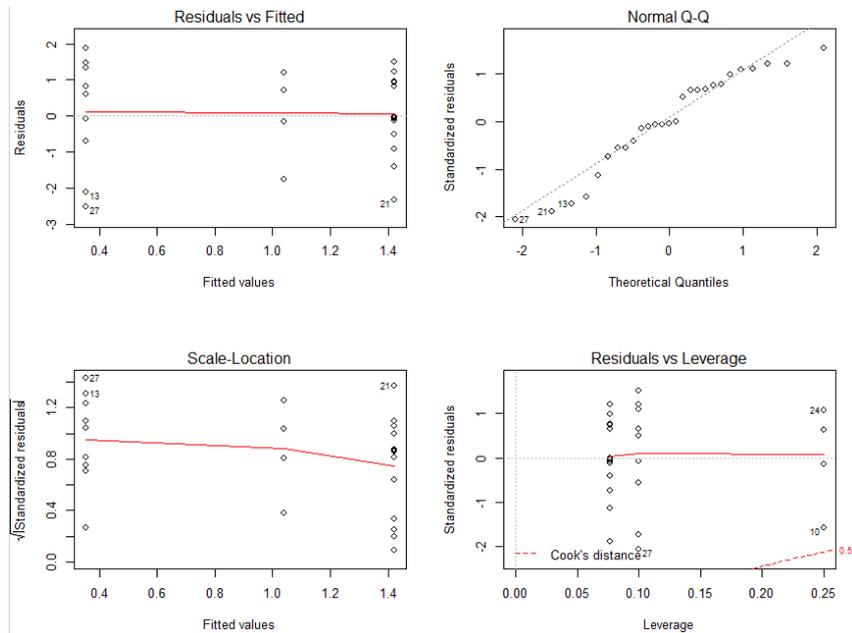


Bartlett test of homogeneity of variances

data: res1\$res by Eff.gestion

Bartlett's K-squared = 2.8374, df = 3, **p-value = 0.4174**

Annexe 14 : postulats de l'ANOVA associée au modèle 2



Bartlett test of homogeneity of variances

data: res1\$res by Eff.gestion

Bartlett's K-squared = 0.90439, df = 2, **p-value = 0.6362**

Annexe 15 : densité d'adventices problématiques/m² par espèce pour chaque agroforestier sur les linéaires sous arborés

No d'adventices/m ²	Chiendent rampant	Vulpin des champs	Chardon des champs	Chiendent pied de poule	Raygras d'Italie	Ronce commune	Vulpie queue de rat	Ambroisie à feuilles d'armoise	Avoine à chapeteaux	Armoise vulgaire	Avoine folle	Brome des champs	Brome variable	Brome dressé	Brome mou	Brome stérile	Chardon commun	Liéron des champs	Liéron des haies	Chardon crépu	Gaillet gratteron	Rumex petite oseille	Rumex oseille	Rumex à feuilles obtuses	Rumex crépu	Total
Boulerne 1	0	4	8	0	17	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	78	0	52	0	0	32	0	0	0	0	197
Boulerne 2 (pommiers)	5	0	2	0	6	0	109	0	0	0	0	0	0	0	12	20	0	45	0	0	0	0	0	0	0	199
Marchand 1 (siège)	0	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	1	0	0	0	0	29
Marchand 2 (ciré)	17	8	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	33	0	0	0	0	0	0	0	84
Négrier 1 (Preguillac)	21	5	7	15	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	94	0	22	0	0	2	0	0	0	0	173
Négrier 2 (Berneuil)	0	22	9	0	0	0	0	0	0	0	1	29	0	0	0	55	1	11	0	0	6	0	0	0	0	133
Petit	0	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	18
Veillat	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Gardot	0	22	9	0	6	0	36	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	8	0	0	33	0	0	0	0	158
Dalle	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sevaux	0	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	2	0	0	8	0	51
Biteau	0	0	3	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	53
Pillet	12	0	13	0	32	0	15	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	1	0	4	0	91
Manicot	7	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	4	0	6	8	0	9	0	0	0	0	69
Viaud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	12	0	0	2	0	0	0	0	17
Baron	0	0	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1	10	0	1	7	0	0	3	0	38
Fichet	0	0	0	0	1	0	12	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	2	5	0	0	0	4	32
Gourdon	0	0	9	0	20	0	44	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	2	83
Fougeret	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	30	0	0	1	0	0	0	0	39
Jouannet	0	0	3	0	3	0	0	0	0	1	10	5	10	0	0	20	0	13	0	0	29	0	0	0	0	94
Coiffard	0	0	2	0	18	0	27	0	0	0	0	31	6	0	0	7	0	4	0	0	2	0	0	0	0	97
Grandin	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	8
Huon	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Courau haut	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	1	13	0	0	0	59	0	40	0	0	0	0	0	0	0	118
Courau bas	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	11	0	0	0	26	0	6	0	0	2	0	0	1	0	69
Loïc Rochard	0	0	13	0	2	0	27	0	3	0	2	0	0	0	0	5	2	0	0	1	1	0	0	3	0	61
Boissinot	4	0	2	0	0	0	13	0	4	0	1	0	0	0	0	1	0	4	0	0	1	0	0	0	1	31
Gire	28	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16	0	0	3	0	0	0	0	49
Brunet	0	1	5	0	33	0	1	0	0	0	6	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	50
Bossuet	0	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	11	0	0	2	0	0	0	0	39
Michaud 1 (VS)	0	0	3	0	45	0	0	0	0	5	3	11	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	92
Michaud 2 (LSA semé)	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	35
Landes 1 (haut)	0	0	0	9	3	2	11	0	2	0	2	0	0	0	1	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0	40
Landes 2 (bas)	0	0	1	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	1	0	70
Bernard	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Bernard Novaflore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6

Echelle de Barralis	Densité de plantes/m ²
0	0
2	1 - 2
3	3 - 10
4	11 - 20
5	21 - 50
6	51 - 100
7	>101

Annexe 16 : LSA avec un travail du sol (passage de covercrop)



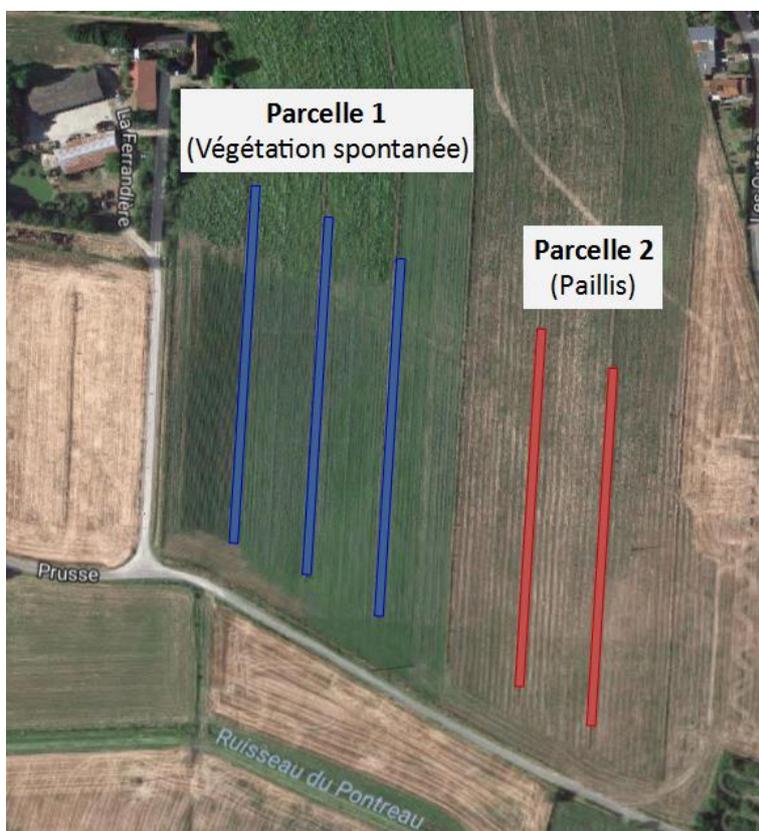
Annexe 17 : localisation des parcelles agroforestières avec des LSA en végétation spontanée et travail du sol (google maps)



Annexe 18 : LSA avec une couverture de paillis de paille de céréales



Annexe 19 : localisation des parcelles agroforestières avec des LSA en végétation spontanée et paillis de paille de céréales (google maps)



Annexe 20 : LSA occupé par du Dactyle aggloméré seul



Annexe 21 : LSA occupé par un mélange de fétuque ovine et de pâturin des prés



Annexe 22 : fiche de préconisation sur la gestion du linéaire sous-arboré

1 Contexte des systèmes agroforestiers de grandes cultures

Les systèmes agroforestiers de grandes cultures intégrant des alignements d'arbres au sein des parcelles agricoles sont assez rares en France mais en constante augmentation notamment grâce à des programmes de plantations plus nombreux depuis 2010.

Dans le cadre du projet européen AGFORWARD (AGroFORestry that Will Advance Rural Development), des groupes de travail composés d'agroforestiers, de conseillers de Chambres d'agriculture et d'environnementalistes ont été mis en place pour échanger autour des problématiques agroforestières.

Les principales préoccupations issues de ces groupes d'échange concernaient notamment la mécanisation pour l'entretien des linéaires sous arborés et la gestion des adventices.

Les différentes études effectuées sur les bandes enherbées et sur les linéaires sous arborés (LSA) montrent que le risque d'infestation des zones cultivées par les adventices est assez limité : Le nombre d'adventices se dispersant dans les zones cultivées est assez faible, tout comme la distance de dispersion (inférieure à 2m pour la plupart des espèces).

Cependant, parmi les quelques espèces concernées par cette propagation, on retrouve des graminées annuelles (vulpin des champs, vulpie queue de rat, ray-grass d'Italie) ainsi qu'une part importante de vivaces et pluriannuelles (chardon des champs, chiendent pied-de-poule, rumex crépu), difficiles à contrôler.

L'objectif de cette fiche technique est d'apporter des éléments de réponse aux agroforestiers et agriculteurs intéressés par l'agroforesterie, sur la gestion du linéaire sous arboré pour limiter le développement d'adventices problématiques.



Figure 1 : Relevés d'adventices dans une parcelle agroforestière en Poitou-Charentes (Cirou 2017)

2 Etudes des systèmes agroforestiers de grandes cultures en Poitou-Charentes

L'enquête réalisée auprès de 35 agroforestiers de Poitou-Charentes a permis d'étudier 4 types de gestion du LSA (végétation spontanée, paillis, travail du sol et bandes semées). Des relevés d'adventices ont ensuite été effectués dans 36 parcelles appartenant à ces agroforestiers. Les adventices problématiques telles que les vivaces (Chardon des champs, Rumex, Liserons, Chiendents) et certaines graminées annuelles (vulpin des champs, ray-grass d'Italie, avoine folle) ont été sélectionnées et les résultats d'efficacité de ces 4 types de gestion sont présentés ici :

Végétation spontanée

13 parcelles	90 adv/m ²	Vivaces	Graminées	Dicotylédones
--------------	-----------------------	---------	-----------	---------------

- + Apport de biodiversité floristique et faunistique important au sein des parcelles
- Densité d'adventices problématiques assez importante (90/m² en moyenne)



Paillis

1 parcelle	2 adv/m ²	Vivaces	Graminées	Dicotylédones
------------	----------------------	---------	-----------	---------------

- + Forte diminution de la densité d'adventices (95% pour les graminées et 86% pour les vivaces) par rapport à une végétation spontanée au bout d'un an. Quantité apportée : 7kg/m².
- ~ Apport de biodiversité intra parcellaire utile (carabes) mais aussi potentiellement nuisible (rongeurs, limaces)
- Dégradation rapide du paillis



Travail du sol

1 parcelle	70 adv/m ²	Vivaces	Graminées	Dicotylédones
------------	-----------------------	---------	-----------	---------------

Communautés adventices proches de celles observées en zones cultivées

- + Facilité d'intervention (travail en perpendiculaire) si la configuration de plantation le permet
- Germination du stock semencier du sol favorisée (augmentation de 43% de la densité d'adventices problématiques par rapport à une parcelle voisine en végétation spontanée)
- Difficulté d'action sur les LSA après implantation de la culture



Bandes semées

Recouvrement <20%	9 parcelles	85 adv/m ²	Vivaces	Graminées	Dicotylédones
Recouvrement >20%	12 parcelles	29 adv/m ²	Vivaces	Graminées	Dicotylédones



- +** Réduction importante de la densité d'adventices problématiques dès lors que le taux de recouvrement est assez important (réduction de 67% par rapport à une végétation spontanée pour les bandes avec un pourcentage de recouvrement supérieur à 20%)
- +** Introduction de biodiversité potentiellement importante (insectes pollinisateurs, arthropodes) en fonction des espèces choisies

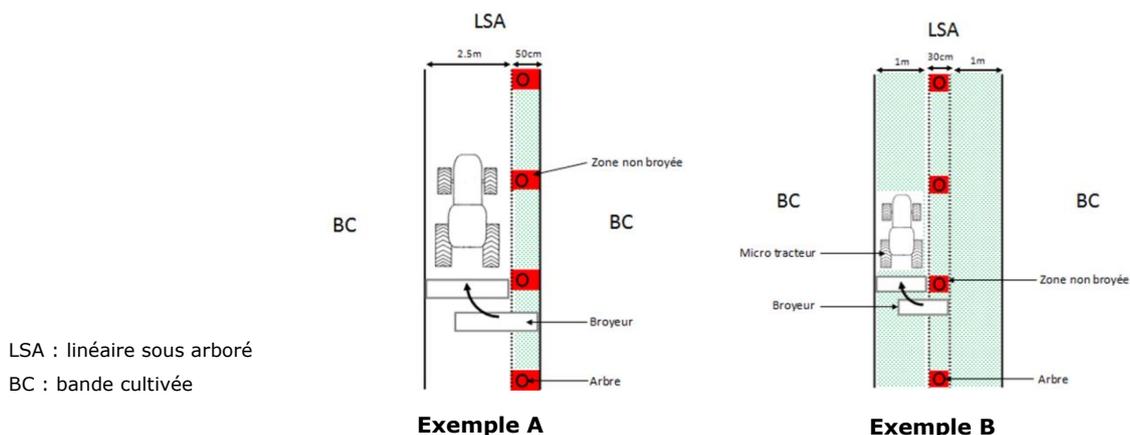
3 Préconisations

a. Choix de la gestion du linéaire sous arboré

Gestion du LSA recommandée en fonction du système agricole et de la pression adventice initiale				
	Végétation spontanée	Paillis	Travail du sol	Bandes semées
Système en agriculture biologique avec pression adventice initiale élevée	-	+ +	-	+
Système en agriculture biologique avec pression adventice initiale faible	~	+	-	+ +
Système en agriculture conventionnelle	+ +	+	-	+

b. Entretien du linéaire sous arboré :

- ➔ Concevoir l'organisation des rangées d'arbres de manière à pouvoir intervenir lorsque les cultures sont implantées.
- ➔ Les arbres peuvent être placés à l'extrémité de la largeur de la bande pour permettre le passage d'un tracteur agricole sans affecter les cultures (cf. exemple A).
- ➔ Du matériel de taille réduite (microtracteur, tondeuse débroussailluse) peut être utilisé pour faciliter cet entretien en limitant la largeur de la bande (cf. exemple B).
- ➔ Utiliser un broyeur à axe horizontal déporté ou une tondeuse intercepts pour entretenir facilement la zone entre les arbres.



c. Préconisations spécifiques aux trois gestions du LSA retenues

Végétation spontanée :

Main d'œuvre installation du LSA	Coût d'installation du LSA	Temps d'entretien du LSA
----------------------------------	----------------------------	--------------------------

- ➔ Entretien régulièrement le linéaire sous arboré par fauche ou broyage, notamment au printemps pour limiter le développement d'adventices problématiques.
- ➔ Pour les agroforestiers en agriculture conventionnelle, des applications localisées d'herbicides (débroussaillant, 2.4-d) peuvent être effectuées en présence de vivaces.

Paillis :

Main d'œuvre installation du LSA	Coût d'installation du LSA	Temps d'entretien du LSA
----------------------------------	----------------------------	--------------------------

- ➔ Apporter les pailles de céréales sur le LSA 1 an sur 3 à l'aide d'un andaineur. Compenser le manque de restitution de MO sur les zones cultivées par l'ajout d'une culture à forte quantité de biomasse (maïs, colza, féverole) dans la rotation.
- ➔ L'apport de plaquettes bois (10-15cm d'épaisseur) peut aussi être envisagé. C'est une option coûteuse mais plus pérenne.

Bandes semées :

Main d'œuvre installation du LSA	Coût d'installation du LSA	Temps d'entretien du LSA
----------------------------------	----------------------------	--------------------------

- ➔ Effectuer le semis avant la plantation des arbres (l'année précédente si possible) et dans des conditions optimales pour avoir une bonne germination (semis après une pluie ou après irrigation, lit de semences non moteux, sol rappuyé).
- ➔ Pour combiner un taux de recouvrement élevé et une biodiversité importante sur les LSA, choisir un mélange avec une base de graminées (fétuques et ou dactyle semés à 15-20 kg/ha en pur) et compléter avec des légumineuses (luzerne associée : 10kg/ha, trèfle blanc associé : 2-3kg/ha, lotier associé : 6kg/ha).
- ➔ Exemples de mélanges ayant des compositions adaptées : M-Performance et M-Pâture de Jouffray Drillaud, CS STOCK LI45, ESTIV'HERB et CS BIO MIXTE L245 (AB) de CAUSSADE, Melios PERFORMANCE LABEL 100 de Semences de France.
- ➔ Entretien le linéaire sous arboré par fauche ou broyage en cas d'apparition d'adventices problématiques.

Références :

Chevalier, Clément. 2017 « Etude de la gestion des adventices en systèmes agroforestiers de grandes cultures : Effet du mode de gestion du linéaire sous arboré et de la zone cultivée sur les communautés adventices. » Mémoire de fin d'études. Agrocampus Ouest

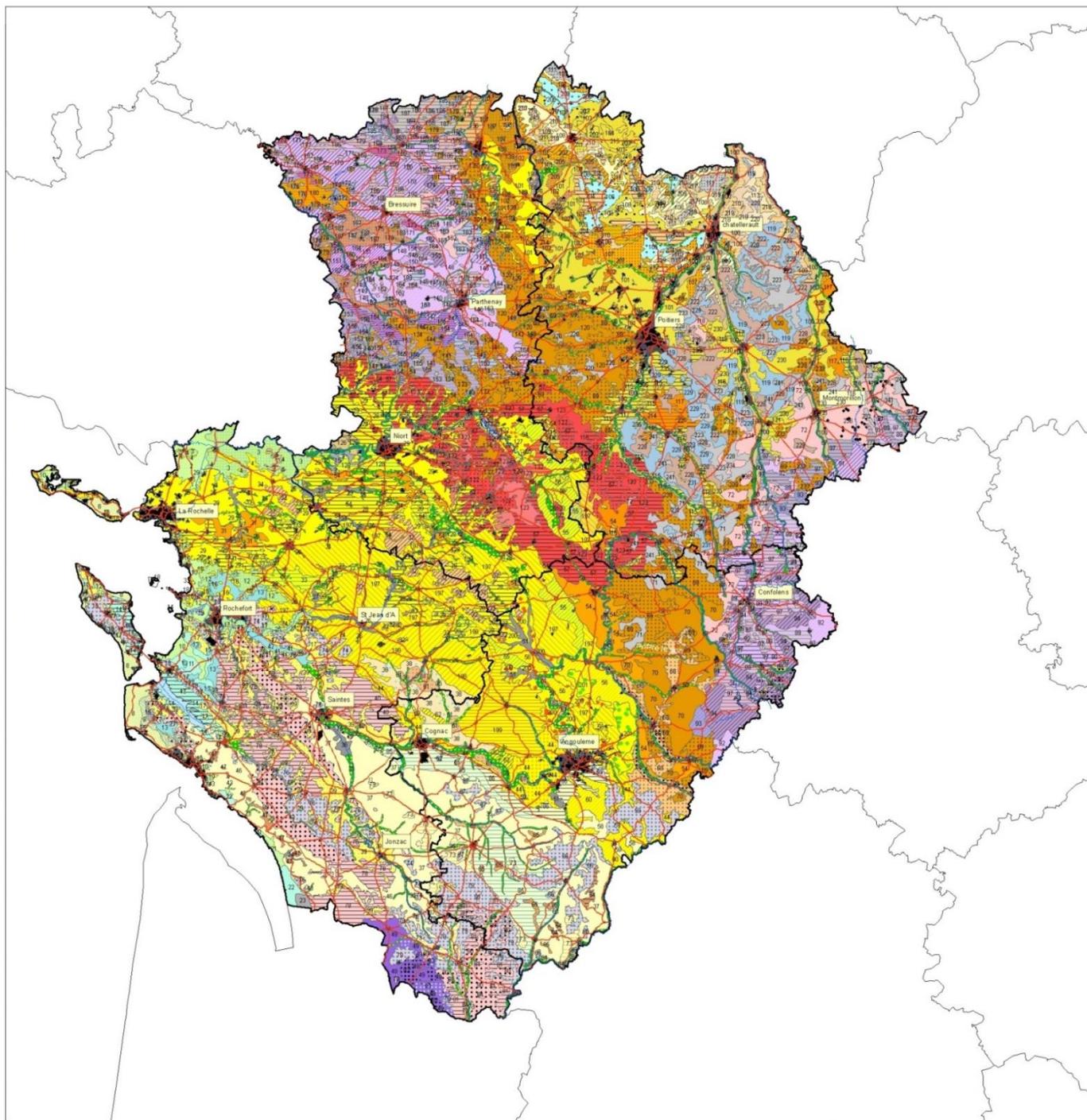
Cirou, Eric. 2014. « Initial Stakeholder Meeting Report Agroforestry for Arable Farmers in Western France ».

Cordeau, Stéphane. 2010. « Conséquences de la mise en place des bandes enherbées sur l'évolution de la flore adventice ». Université de Bourgogne.

Donnet, Pierre. 2016. « Agroforesterie en grandes cultures : évaluer l'effet des bandes enherbées sur le développement des adventices de la culture intercalaire. » Mémoire de fin d'études. Bordeaux Sciences Agro

Marshall, E. J. P. 2009. « The impact of landscape structure and sown grass margin strips on weed assemblages in arable crops and their boundaries ». *Weed Research* 49 (1) : 107-15.

Annexe 23 : les pédopaysages en Poitou-Charentes (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, s. d.)



<p>Marais et deltas littoraux</p> <ul style="list-style-type: none"> UC 1, 7, 20 - Estuaires UC 2, 10, 21, 41 - Marais riverains calcaires UC 3, 12, 25 - Marais anciens calcaires UC 5 - Cordons littoraux UC 9 - Dunes littorales UC 11, 12 - Marais riverains non calcaires UC 13, 42 - Marais anciens non calcaires UC 14 - Marais de cième UC 15, 22 - Marais herbiers 	<p>Plaines calcaires</p> <ul style="list-style-type: none"> UC 20, 105, 106, 107, 107 - Ornières superficielles UC 4, 48, 29, 101 - Ornières moyennement profondes UC 30 - Ornières superficielles de Landais UC 31, 54, 102, 117 - Ornières profondes UC 22 - Plaines herbivores UC 33, 114, 120 - Ornières hydrosculptées UC 38 - Terres bordées du Pays Bas UC 39, 38, 36, 43, 50, 110 - Vallées calcaires UC 10, 24, 27, 28, 51, 52 - Vallées UC 60 - Vallées herbivores UC 48, 63 - Vallées des affluents de la Dordogne UC 5 - Terrasses de la Sèvre UC 51, 108 - Terrasses calcaires de la Charente UC 67, 145, 109 - Vallées denses et encadrées UC 94 - Terrasses de la Dronne UC 88 - Terrasses arides de la Charente 	<p>Terres de Dordogne et Landes de la bordure Aquitaine</p> <ul style="list-style-type: none"> UC 27, 28, 102 - Argiles calcaires de crues et grès calcaires UC 49, 50, 50, 74, 76, 75, 87 - Dunes hydrosculptées UC 34, 40, 70, 81 - Dunes littorales UC 47 - Dunes argiles UC 46 - Sables de l'océan UC 45 - Sols de transition les sols champagnes UC 48 - Sols de transition grès-champagne UC 70, 77, 80 - Dunes à sables calcaires UC 52 - Sols calcaires vifs UC 51 - Sols calcaires secs 	<p>Terres des terres rouges</p> <ul style="list-style-type: none"> UC 57 - Terres rouges moyennement profondes UC 122 - Terres rouges peu profondes UC 123 - Terres rouges profondes UC 122 - Terres rouges sur calcaires 	<p>Collines et dépressions des bordures du Bassin Parisien</p> <ul style="list-style-type: none"> UC 107 - Argiles calcaires à sables UC 108 - Tuffeaux jaunes 	<p>Plaines de Saône du Poitou</p> <ul style="list-style-type: none"> UC 89, 120, 108, 141 - Argiles à sables peu profondes UC 70, 134, 140 - Argiles à sables profondes UC 72, 138 - Terres de bandes UC 228 - Terres de bandes gréseuses UC 71, 110, 220, 222, 223, 224, 224, 241 - Brousses UC 112, 116, 120, 229 - Terres fortes UC 120 - Sols moyens UC 120 - Collines sur calcaires 	<p>Collines et plateaux des massifs anciens</p> <ul style="list-style-type: none"> UC 90, 146, 100 - Sols sur dolérite UC 90, 124, 100 - Sols sur granites roses UC 91, 147, 120 - Sols sur granites à deux cristaux UC 92, 146, 171 - Sols sur leucogranite UC 93 - Sols sur micacités UC 94, 162, 174 - Sols sur granites et conglomérats UC 95 - Sols sur granites peu érodés UC 96 - Sols sur quartzites UC 97 - Sols limoneux sur albâtre UC 140 - Sols sur granites porphyroïdes UC 95 - Sols sur granites porphyroïdes roses UC 151 - Sols sur granites de Moncontour UC 93 - Sols sur schistes verts UC 94 - Sols sur schistes porphyroïdes UC 95, 177 - Sols sur schistes et grès verts UC 95, 175 - Sols sur schistes à schistes UC 97, 175 - Sols sur schistes à grès verts
---	--	---	--	---	---	--





Diplôme : Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, horticoles et du Paysage
Spécialité : Ingénieur Agronome
Spécialisation : Sciences des Productions Végétales
Option : Ingénierie des agrosystèmes
Responsable d'option : Matthieu Carof

Auteur(s) : Clément Chevalier

Date de naissance* : 06/07/1994

Nb pages : 25

Annexe(s) : 23

Année de soutenance : 2017

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 : Eric Cirou et Olivier Guérin

Titre français : Etude de la gestion des adventices en systèmes agroforestiers de grandes cultures : Effet du mode de gestion de la zone cultivée et du linéaire sous arboré sur les communautés adventices.

Titre anglais : Study of weed control in arable agroforestry systems : Impact of arable area management and understorey management on weed communities.

Résumé (1600 caractères maximum) :

L'implantation de parcelles agroforestières implique l'introduction d'un espace à la gestion complexe : le linéaire sous arboré (LSA), source potentielle d'adventices problématiques pour la partie cultivée. Un travail d'enquête et de relevés de terrain a été mené dans l'ancienne région Poitou-Charentes pour apporter des éléments de réponse à cette préoccupation. 35 agroforestiers ont été interrogés et des relevés d'adventices ont été effectués sur 36 parcelles, à la fois sur les linéaires sous arborés et sur les bandes cultivées.

Concernant les bandes cultivées, la confrontation de ces relevés aux itinéraires techniques utilisés par les agroforestiers montre que les leviers de gestion des graminées annuelles efficaces en parcelles agricoles, le sont aussi en parcelles agroforestières. En revanche la gestion des vivaces semble être plus complexe en agroforesterie.

Concernant les LSA, cette étude a permis de comparer différents types de gestion. Le paillis de paille de céréales et l'implantation de mélanges semés présentent la meilleure efficacité de gestion des adventices problématiques. Par ailleurs, pour les mélanges semés, il est préférable d'utiliser des graminées pérennes (dactyles, fétuques), pouvant être associées à des légumineuses. En revanche le travail du sol ne semble pas adapté car il favorise la germination du stock semencier.

L'étude des conditions d'implantation des couverts sur le LSA et des périodes de broyage n'a pas permis d'obtenir de résultats marquants.

Des études complémentaires restent à mener pour étudier l'impact de la fréquence et de la hauteur de broyage, deux paramètres importants pour l'évolution des communautés adventices.

Abstract (1600 caractères maximum) :

In arable agroforestry fields, understorey can increase the development of problematic weeds in the arable area and this is a main farmer concern. A survey and a fieldwork were carried out in the former region Poitou-Charentes to bring some answers to this concern. 35 agroforestry farmers were interviewed and weed assessments were conducted in 36 agroforestry fields, about the management of understorey and arable area.

Concerning arable area, the confrontation between these assessments and the crop management sequences of the farmers showed that efficient management levers of annual grasses in pure crop fields are still efficient in agroforestry fields. However perennial weed management seems to be more difficult.

Concerning understorey, different management options were compared. Cereal straw mulch and seed plant cover were the most efficient ways to reduce problematic weeds. Furthermore, for seed plant cover it was found best to use perennial grasses (orchard grass, fescues), possibly with legumes. In contrast, tillage on the understorey was not found efficient compared with spontaneous vegetation.

In this study, the two parameters sowing conditions and mowing periods were not efficient to have respectively a better cover and a better weed control.

Mots-clés : bande cultivée, linéaire sous arboré, adventices problématiques, itinéraires techniques, végétation spontanée, semis, paillis, travail du sol, broyage

Key Words: arable area, understorey, problematic weeds, crop management sequences, spontaneous vegetation, seed plant cover, mulch, tillage, mowing

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