



HAL
open science

AgroSem, utiliser les leviers de l'agroécologie pour produire des semences de qualité

Laura Brun, Laurent Boissiere, Serge Bouet, Lionel Gazzola, Vincent Odeau, Maël Quemar, Fernand Roques, Vincent Simon

► **To cite this version:**

Laura Brun, Laurent Boissiere, Serge Bouet, Lionel Gazzola, Vincent Odeau, et al.. AgroSem, utiliser les leviers de l'agroécologie pour produire des semences de qualité. Innovations Agronomiques, 2024, 98, pp.21-34. 10.17180/ciag-2024-vol98-art03 . hal-04830037

HAL Id: hal-04830037

<https://hal.inrae.fr/hal-04830037v1>

Submitted on 10 Dec 2024

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

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



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



AgroSem, utiliser les leviers de l'agroécologie pour produire des semences de qualité

Laura BRUN¹, Laurent BOISSIERE¹, Serge BOUET², Lionel GAZZOLA³, Vincent ODEAU², Maël QUEMAR², Fernand ROQUES³, Vincent SIMON²

¹ FNAMS, 670 av du Docteur Guilhem, 11400 Castelnaudary, France

² FNAMS, Impasse du verger, Brain-sur-l'Authion, 49800 Loire-Authion, France

³ FNAMS, La sablière, Route de Lectoure, 32100 Condom, France

Correspondance : laura.brun@fnams.fr

Résumé

En production de semences, des usages orphelins apparaissent progressivement. Ainsi, l'expérimentation système AgroSem vise à produire des semences de qualité sans utiliser de produit phytosanitaire de synthèse. De 2018 à 2023, trois systèmes de cultures similaires ont été mis en place sur trois sites avec une rotation de 8 ans sur 8 parcelles. Les cultures choisies étaient principalement des productions de semences de blé, pois, luzerne, betterave, carotte, haricot et oignon. Les IFT ont été drastiquement réduits. Cependant, le temps de travail a souvent été supérieur aux références en raison de certains choix d'implantation, de l'utilisation du désherbage mécanique et du recours ponctuel au désherbage manuel. De ce fait, les charges de production sont souvent supérieures aux références. Sur 105 cultures, 61 ont un rendement inférieur à la référence, 18 sont proches (référence +/- 10 %) et 26 ont un rendement supérieur. La qualité est souvent bonne, sauf pour le pois qui germe mal.

Mots-clés : multiplication de semences, méthodes alternatives, désherbage mécanique, plantes de service, bandes fleuries

Abstract : AgroSem : using agroecological levers to produce quality seeds

Orphan uses gradually occur in seed production. So, the experiment system "AgroSem" aims to produce quality seeds without using chemical pesticide. From 2018 to 2023, three similar cropping systems were implemented on three locations with an 8 years rotation on 8 plots. The chosen crops were mainly seed production of wheat, pea, alfalfa, beat root, carrot, bean and onion. The treatment frequency indicators were drastically reduced. But, working time has been often higher than references because of crop establishment choices, mechanical weeding and punctual resort to manual weeding. Hence, production charges were often upper than references. Among the 105 crops, 61 gave a smaller yield than the references, 18 were close (references +/- 10 %) and 26 gave a higher yield. Quality was frequently good, except for peas which has a bad germination.

Keywords : seed propagation, alternative methods, mechanical weeding, ecosystemic plants, flower strips

1 - Introduction

En 2023, les productions de semences représentaient 380 555 ha en France. Même si ce marché représente une niche du point de vue des surfaces, la filière française de semences représente 3,9 milliards d'euros de chiffre d'affaires. La France est le premier exportateur mondial de semences agricoles. Cette activité est présente sur 16 864 exploitations françaises (Semae, 2024).

Les critères de qualité des lots produits pour la semence sont évalués après triage, et éventuellement application de produits de traitement de semence. Ces lots doivent répondre à des normes de certification



(faculté germinative, pureté d'espèce et variétale, état sanitaire) établies dans les règlements techniques, et les conventions-type qui cadrent la multiplication des semences.

Pour les cultures avec un cycle porte-graine identique à la production de consommation (céréales, protéagineux...), les critères de qualité des graines récoltées en semence diffèrent de celles récoltées pour la consommation, mais les bioagresseurs sont identiques. Pour les cultures avec un cycle porte-graine différent du cycle de consommation (légumes, fourrages...), des bioagresseurs peuvent être spécifiques de la production de semence car survenant lors de la phase reproductrice des plantes. Par exemple, *Lixus juncii* vient pondre sur les hampes florales des betteraves, dans lesquelles se développent les larves. Ces galeries induisent une mauvaise alimentation des graines et les graines de petit calibre partent alors en déchet (Coussy, 2020). Autre exemple, les punaises des genres *Orthops* et *Lygus* piquent les fleurs et les akènes de carotte pour se nourrir de leur sève en injectant une toxine. La piqûre de ces punaises au cours de la formation des graines altère ainsi leur germination (Coussy, Augagneur, 2022).

La grande majorité des cultures porte-graine est considérée comme appartenant aux cultures mineures. Compte-tenu des faibles surfaces, elles présentent un intérêt modéré pour les firmes phytosanitaires, et ne disposent que d'un nombre limité de produits homologués. Les produits utilisables sur culture porte-graine sont ceux homologués sur les cultures de consommation de la même espèce, en plus de ceux ayant une homologation spécifique porte-graine. Ainsi l'évolution du nombre de substances actives disponibles en production de semences suit la diminution du nombre de substances homologuées en général (Figure 1).

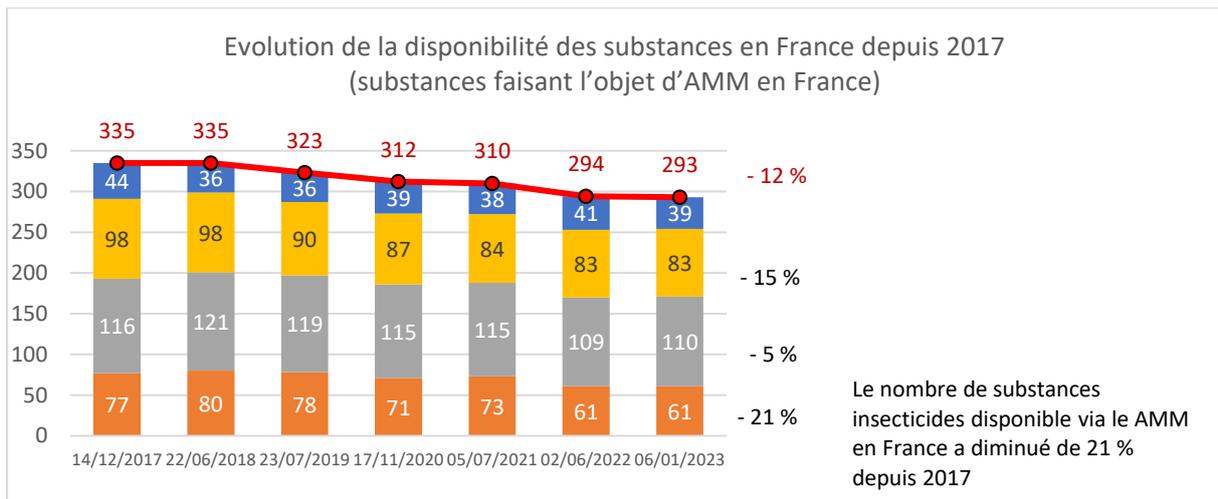


Figure 1 : Evolution de la disponibilité des substances actives en France depuis 2017 (Source : DGAL)

Dans le futur, le risque d'apparition d'usages orphelins en production de semences est donc fort. La recherche de solutions non-chimiques pour la gestion des bioagresseurs est ainsi un enjeu majeur pour la pérennité des cultures porte-graine. De plus la qualité des semences produites conditionne la bonne implantation de la future culture semée, et peut donc entraîner des conséquences sur l'état sanitaire de cette production de consommation. Dans ce contexte de baisse subie du nombre de produits utilisables en porte-graine, l'expérimentation-système AgroSem cherche à explorer le cas extrême où aucun pesticide ne serait disponible et à en évaluer les conséquences. Elle combine des leviers agronomiques afin de produire des semences de qualité sans utiliser de produit phytosanitaire de synthèse.

Dans une première partie, le dispositif expérimental, les méthodes de notation et d'analyse seront évoqués. Une deuxième partie présentera les principaux résultats, qui seront discutés dans une troisième partie.



2 - Matériels et méthodes

2.1. Conception et évolution de l'expérimentation

En 2018 trois ateliers de co-conception ont été réalisés pour construire cette expérimentation système. Ces ateliers ont rassemblé des personnes complémentaires provenant de divers organismes : Lycée agricole de Castelnaudary, INRAe, ESA d'Angers, Chambre d'Agriculture des Pays de Loire, ACTA, Arvalis, UFS, Ingénieur Réseau DEPHY et FNAMS.

Une rotation de 8 ans a été conçue, portée par trois sites de la FNAMS (Brain-sur-l'Authion dans le Maine-et-Loire, Condom dans le Gers et Castelnaudary dans l'Aude). Les rotations ont été voulues similaires pour les trois sites pour obtenir des répétitions spatiales. Toutes les cultures de la rotation étaient présentes chaque année, ce qui a impliqué 8 parcelles de production pour des rotations de 8 ans. Les bandes de culture étaient de 120 m de long sur 10 ou 12 m de large selon le matériel de semis disponible. Elles ont été entourées de bandes enherbées et de bandes fleuries afin de créer un milieu favorable aux auxiliaires généralistes et étaient inspirées du projet MUSCARI (MUSCARI, 2018). Les espèces des bandes fleuries ont été choisies pour leur propension à éviter toutes interactions avec les cultures du système (Morel, Brun, 2019).

L'utilisation de produits phytosanitaires a été déclarée possible, mais uniquement en ultime recours. Des comités de pilotages annuels ont eu lieu et certaines espèces ne se développant pas bien sur certains sites ont été remplacées au sein de la rotation (Tableau 1). La production de sarrasin a été stoppée dans le Sud-Ouest en 2021 (climat trop sec) remplacé par de l'orge de printemps. En 2023, la fétuque élevée a été remplacée par une 2^e année de production de la luzerne pour son effet étouffant et la luzerne A0 a été implantée sous du tournesol selon la pratique habituelle dans le Sud-Ouest (seule culture non porte-graine).

Tableau 1 : Successions de cultures pratiquées sur les 3 sites de l'expérimentation AgroSem

ANNEE	SITE DE BRAIN (49)	SITE DE CONDOM (32)	SITE DE CASTELNAUDARY (11)
2018-2019		Blé tendre + luzerne A0 > luzerne A1 > sarrasin + fétuque A0 > fétuque A1 > pois + orge > oignon > betterave > carotte	Blé dur + luzerne A0 > luzerne A1 > sarrasin + fétuque A0 > fétuque A1 > pois + orge > carotte > betterave > haricot
2019-2020	Blé tendre + luzerne A0 > luzerne A1 > sarrasin + fétuque		
2020-2021	A0 > fétuque A1 > pois + orge > oignon > betterave > haricot	Orge de printemps + luzerne A0 > luzerne A1 > blé tendre + fétuque A0 > fétuque A1 > pois + orge > oignon > betterave > carotte	Orge de printemps + luzerne A0 > luzerne A1 > blé dur + fétuque A0 > fétuque A1 > pois + orge > carotte > betterave > haricot
2021-2022			
2022-2023	Blé tendre > sarrasin + luzerne A0 > luzerne A1 > luzerne A2 > oignon > pois + orge > betterave > haricot	Blé tendre > tournesol + luzerne A0 > luzerne A1 > luzerne A2 > oignon > pois + orge > betterave > carotte	Blé dur > tournesol + luzerne A0 > luzerne A1 > luzerne A2 > carotte > pois + orge > betterave > haricot

2.2. Leviers utilisés

Afin de limiter au maximum le recours aux produits phytosanitaires de synthèse, de nombreux leviers agroécologiques ont été utilisés (Tableau 2). Une modification majeure par rapport aux pratiques habituelle est la plantation des carottes et des betteraves potagères. Celles-ci sont généralement semées en août-septembre. La conception de plants en pépinière, puis la plantation en mars limite la période où les carottes/betteraves ne couvrent pas le sol, permet de planter sur un sol propre et évite les maladies hivernales telles que le mildiou de la betterave.

**Tableau 2** : Principaux leviers agroécologiques mis en place dans AgroSem pour limiter les bioagresseurs

LEVIER	ADVENTICE	MALADIE	RAVAGEUR
Rotation longue et diversifiée, alternant les époques d'implantation	X	X	X
Implantation sous couvert ou avec plante de service	X		
Ajout de l'orge dans le pois	X	X	
Plantation des carottes et betteraves potagères (\neq semis)	X	X	
Variétal		X	
Bilan azoté ou bilan azoté -15 %		X	X
Bandes fleuries pour favoriser les prédateurs généralistes			X
Bonne décomposition des résidus		X	X
Semis tardif et densité majorée	X		X
Faux-semis et désherbage mécanique	X		
Produits de biocontrôle ou utilisable en Agriculture Biologique		X	X

2.3. Notations prévues

Les notations de peuplement adventice ont été réalisées avant désherbage et/ou en fin de cycle, en 6 points bien répartis dans les parcelles. Ces notations de densité suivaient une échelle de notation de type Barralis (Tableau 3) pour chaque espèce d'adventice observée. Par la suite, pour évaluer une densité globale d'adventices, les notations de Barralis ont été transformées en retenant la valeur moyenne de chaque classe pour chaque point de notation et une densité moyenne globale a été calculée à l'échelle de la parcelle par date de notation.

Tableau 3 : Echelle de densité des adventices (type Barralis, aménagée FNAMS)

Note	0,1	1	2	3	4	5	6	7
Densité (/m ² ou 10m ²)	1 adv sur l'aire d'obs	<1 adv /10m ²	1 à 5 adv /10m ²	6 à 10 adv /10m ²	1 à 2 adv /m ²	3 à 20 adv /m ²	21 à 50 adv /m ²	> 50 adv /m ²

Les maladies notées sont les plus impactantes pour les productions de semences. Pour les suivre, les méthodes de notation sont celles d'Arvalis pour les céréales et de Terres Inovia pour le pois. En l'absence de méthode de notation préexistante, les maladies ont été notées sur une échelle de 0 (absence de maladie) à 5 (culture détruite). Cette échelle combine à la fois la fréquence et l'intensité pour une notation rapide. La notation est réalisée en 6 points bien répartis dans la parcelle.

Les ravageurs suivis sont les plus fréquents et ceux qui endommagent la quantité ou la qualité produite. Les méthodes d'évaluation des populations de ravageurs sont également celles d'Arvalis pour les céréales et de Terres Inovia pour le pois. Sur pois, le pourcentage de grains bruchés est analysé en post-récolte par le laboratoire Labosem. Pour la luzerne, les ravageurs sont capturés en 5x5 coups de filet fauchoir. Les modes de comptages des *Lixus* de la betterave ont évolué au fil de la mise en place d'une méthodologie adaptée : dans toute la partie aérienne, dans la tige principale, et/ou dans les racines ; sur 20 ou 30 plantes. Comme pour les maladies, en l'absence de méthode préexistante, les populations de ravageurs ont été notées selon une échelle de 0 (absence de ravageur ou de dégât) à 5 (culture détruite).

2.4. Quantités et qualités produites

En plus de notations sur les composantes du rendement, lors de la récolte 6 échantillons sont prélevés et envoyés au laboratoire Labosem pour assemblage des échantillons, triage, détermination du taux de déchets et poids de mille grains. Les rendements obtenus sont comparés à des références (rendements départements, nationaux, potentiel de rendement ...).

La qualité des lots est aussi analysée par le laboratoire Labosem : la pureté spécifique et la faculté germinative. Ces informations permettent de savoir si les lots récoltés répondent aux normes des réglementations de la production de semences.



2.5. Indicateurs et évaluation multi-critères

Afin d'évaluer des indicateurs socio-économiques à l'échelle d'une exploitation agricole, des simulations d'exploitations ont été créées dans le logiciel Systerre® d'Arvalis.

Trois simulations représentaient les 3 sites d'expérimentations avec leurs pratiques expérimentales et 3 autres simulations des exploitations équivalentes, mais avec les conduites de référence. Ces références sont issues des itinéraires techniques des enquêtes économiques de la FNAMS pour les productions de semences fourragères, potagères et de betterave sucrière ou de direx d'expert pour les productions de semences de céréales et pois.

Les exploitations simulées font une surface de 100 ha : 8 x 5 ha de production de semences correspondant à celles de l'expérimentation (voir Tableau 1) ; 13 ha de bandes enherbées ; 3 ha de bandes fleuries ; 2 x 22 ha de grandes cultures. La masse salariale est composée d'un chef d'exploitation salarié et de 6 temporaires ponctuels, nécessaires pour l'utilisation d'une planteuse à 6 rangs. Le matériel, adapté à une exploitation de 100 ha, a été déclaré en propriété, copropriété ou entreprise selon le nombre d'heures d'utilisation. Les prix des intrants comme les prix de vente utilisés sont ceux de l'année 2021 quelle que soit l'année de production car ceux-ci n'ont pas orienté les choix techniques. Le calcul des coûts de production présenté ici comprend le coût des semences ou plants, des engrais, des produits de protection des plantes, de l'eau d'irrigation, en plus des charges de mécanisation et salariales. Les interventions post-récolte ne sont pas prises en compte.

3 – Résultats

3.1. Adventices

3.1.1. Flores présentes

Sur l'ensemble des 3 sites sur 5 ans, les familles d'adventices les plus fréquemment observées lors des notations étaient les Astéracées (helminthie, laiteron, chardon, séneçon, matricaire...), des Poacées (panic/sétaire, ray-grass, pâturin...), des Polygonacées (renouée liseron, rumex...) et des Scrophulariacées (véroniques).

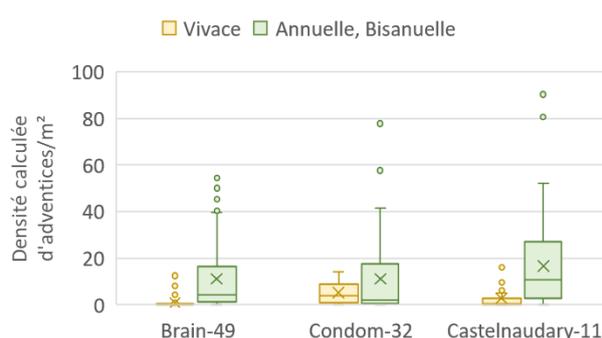


Figure 2 : Répartition des densités d'adventices vivaces ou non-vivaces selon les sites d'AgroSem

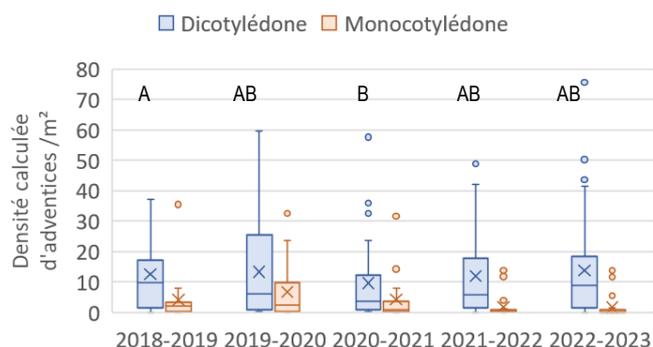


Figure 3 : Evolution des densités de dicotylédones et monocotylédones adventices au cours du temps sur l'ensemble des sites.

Les flores adventices varient évidemment selon les sites (Figure 2) : les vivaces sont plus présentes sur les sites de Condom (surtout chardon) et Castelnaudary (surtout liseron et passage drave) et moins à Brain (surtout liseron). Les densités sont globalement moins importantes à Brain. La somme des densités d'adventices observées lors de chaque notation présente des différences significatives entre parcelle pour le site de Condom (chardons, $p=0,003229$), entre année pour le site de Castelnaudary ($p=0,007373$,



différence entre 2020 et 2021), alors que ni l'année, ni la parcelle, ni la culture n'expliquent les différences de densité sur Brain.

L'évolution des densités d'adventices toutes confondues montre une différence significative ($p=0,01285$ au risque $\alpha=5\%$) entre 2019 et 2021. Cette différence se retrouve sur les dicotylédones adventices ($p=0,01943$), mais pas sur les monocotylédones ($p=0,09945$, voir Figure 3). En effet, 2021 était une année assez sèche et peu favorable aux levées des adventices, alors que les créneaux pour désherber mécaniquement étaient plus nombreux avec une meilleure efficacité. Les densités d'adventices ne sont pas significativement différentes entre 2019 et 2023, ce qui tend à dire que la pression adventice n'a pas ou peu augmenté au fil du temps.

3.1.2. Evolution des flores adventices par culture

Les notations d'adventices ayant lieu le plus fréquemment avant un désherbage, elles représentent plutôt des maxima de population et chutent dès le désherbage mécanique effectué. Les densités maximales par culture et par année sont présentées dans le tableau 4. En 2020-2021, les densités maximales étaient particulièrement basses (inférieures à 10 plantes/m² pour les betteraves, blés, carottes et pois) faute de précipitations régulières.

Tableau 4 : Densités maximales d'adventices observées par année et par culture avant désherbage ou en fin de cycle (en nombre d'adventices/m²). Pour les densités les plus élevées par culture, le mois et le site d'observation sont cités. (x : pas de notation d'adventices)

Espèce	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
Betteraves	36 (avril, Brain)	29	4	21	28
Blés	23	78 (mars, Condom)	5	40	45
Carotte	36	16	4	5	42 (mai, Castel.)
Haricot	17	36	52 (juin, Castel.)	24	30
Luzerne A1	x	43	58 (mai, Condom)	33	40
Oignon	37	x	20	42 (juin, Brain)	37
Pois (+orge)	12	21	3	32 (fév., Condom)	27

Certaines adventices se sont montrées concurrentielles et ont pu causer des pertes de rendement et parfois des puretés spécifiques insuffisantes. Il est à noter que par deux fois (à Condom en 2021 et Brain en 2022), des cultures de fétuques élevées ont dû être détruites car envahies d'helminthies. Ces dernières se sont installées sous le couvert en même temps que la fétuque élevée. Les fétuques ont alors été remplacées par des graminées estivales : moha ou millet.

3.2. Maladies

Les maladies sont globalement peu présentes ou peu intenses dans les cultures de l'expérimentation (Figure 4 et 5). Les plus fréquentes sont le complexe parasitaire et la rouille sur luzerne (qui ont pu affecter le rendement), et la fusariose et la septoriose sur blé (impacts possibles de la fusariose sur la germination et de la septoriose sur le rendement).

Certaines maladies sont cependant transmissibles par les semences : fusariose sur blé, cercosporiose sur betterave, bactériose sur haricot...

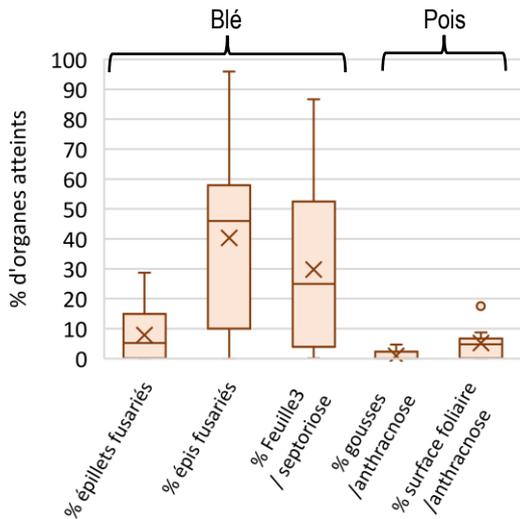


Figure 4 : Répartition des résultats de notation de maladie sur les 3 sites d'AgroSem sur 5 ans (en % d'organes atteints par la maladie concernée)

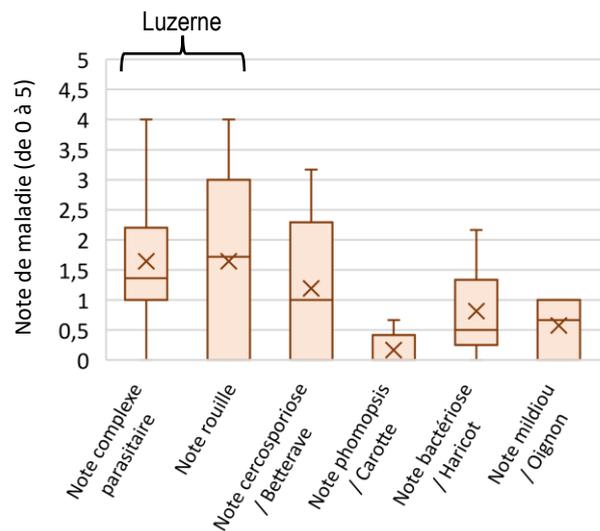


Figure 5 : Répartition des notes de maladies des cultures des 3 sites d'AgroSem sur 5 ans

La fusariose est régulièrement présente dans les parcelles de blé tendre et blé dur (% d'épis fusariés de 0 à 96 %, 40 % en moyenne, Figure 4). Mais lorsqu'elle est fréquente, le nombre d'épillets fusariés est peu important (au maximum 29 % d'épillets fusariés, et dans ce cas un problème de faculté germinative est apparu).

Sur les betteraves porte-graine potagère, la majorité des notes de cercosporiose varient entre 0 et 2, sans conséquence notable. Un seul cas présente une forte présence de cercosporiose : la betterave potagère de 2022 (note de 3,2, Figure 5).

Pour lutter contre les bactérioses du haricot-semences, couramment appelés « graisses », l'interprofession s'est organisée pour créer des zones « hors graisses » où la maladie est réglementée. Le site de Brain se trouve dans une zone « hors graisses », mais pas celui de Castelnaudary. Les haricots du site de Brain n'ont montré aucun symptôme de bactériose, alors que ceux de Castelnaudary en ont eu chaque année (notes de 0,5 à 3,6, Figure 5) contaminés par les semences de base produites localement ou par des adventices hôtes intermédiaires (Laurent, 2006).

3.3. Ravageurs

Les populations de ravageurs évoluent le plus souvent simultanément de la même manière dans les trois lieux, avec une forte similitude sur les deux sites du Sud-Ouest. Parmi tous les ravageurs suivis, seuls quelques-uns, particulièrement impactant pour la production de semences, sont décrits ici.

3.3.1 Les bruches du pois

Les larves de bruche se développant à l'intérieur des grains de pois peuvent en affecter la faculté germinative. Le taux de grains bruchés (Figure 6) était souvent important. Le climat a pu affecter les populations de bruches comme en 2021 sur le site de Brain (période de gel en début de printemps). Mais les leviers mis en place (bande fleurie, dilution des pois dans de l'orge) se sont montrés insuffisants et les facultés germinatives obtenues ont été fortement diminuées.

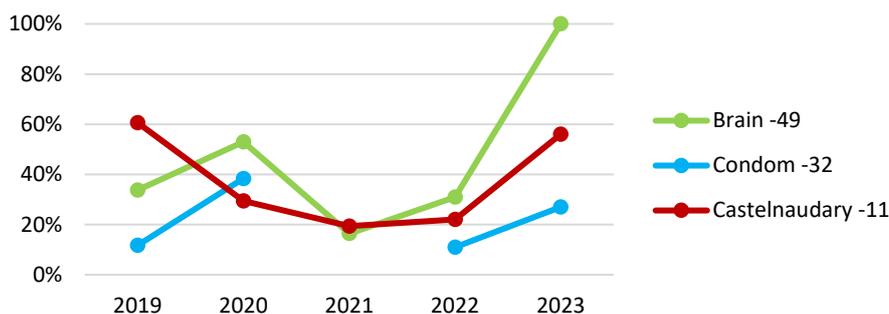


Figure 6 : Evolution du taux de grains bruchés (en %) sur les 3 sites d'AgroSem. En 2021 à Condom, seuls des grains d'orge étaient présents dans le lot final récolté car les pois ont été atteints par de la bactériose suite à un gel.

3.3.2 Les tychius et punaises mirides de la luzerne

Parmi les ravageurs de la luzerne, ceux de la phase végétative ont été assez bien maîtrisés par les précoces (souvent tardives). Les ravageurs de la phase reproductrice sont réputés pour affecter le rendement (les larves de tychius sont séminivores) et/ou la faculté germinative (les punaises mirides piquent les graines en formation et aspirent leur contenu). Les effectifs maximums capturés chaque année montraient des populations beaucoup plus importantes de tychius sur le site de Brain par rapport aux deux autres, mais une diminution globale pour tous les sites (Figure 7), ce qui est également constaté dans les parcelles d'agriculteurs. A l'inverse les populations de punaises mirides ont eu tendance à augmenter (surtout sur le site de Castelnaudary en 2023, voir Figure 8) sans pour autant causer de forts dégâts sur la germination des graines produites.

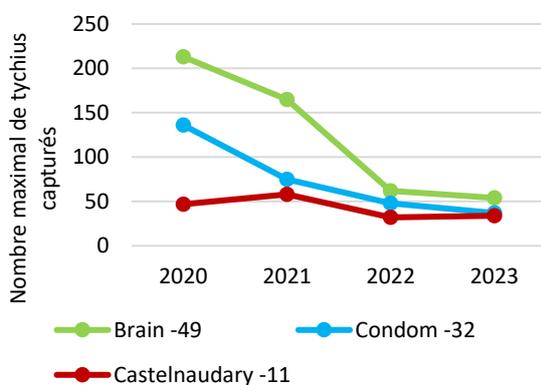


Figure 7 : Evolution du nombre maximal de tychius capturés dans les luzernes des 3 sites d'AgroSem (en 25 coups de filet fauchoir)

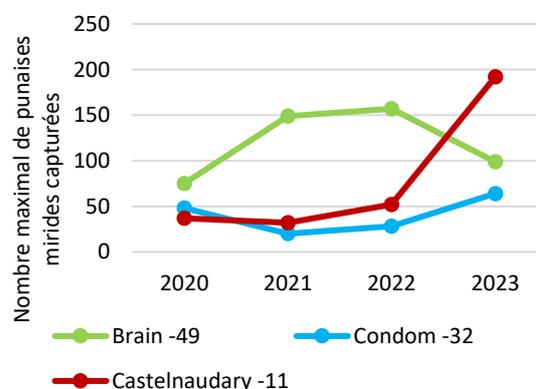


Figure 8 : Evolution du nombre maximal de punaises mirides capturées dans les luzernes des 3 sites d'AgroSem (en 25 coups de filet fauchoir)

3.3.3 Les Lixus de la betterave

Sur le site Condom localisé dans la principale zone de production des betteraves sucrière porte-graine, la méthodologie de comptage des *Lixus* a été chaque année la même dans les parcelles d'AgroSem et dans un essai sur l'application d'insecticides contre le lixus. Le témoin non-traité de cet essai a reçu des applications d'herbicides et fongiques, mais aucun insecticide, alors qu'une application systématique de spinosad a été réalisée sur les betteraves de l'expérimentation Agrosem. La figure 9 compare des deux séries de résultats au cours des 5 années d'expérimentation et montre des populations stables dans AgroSem depuis 2019, alors qu'elles augmentent dans les essais situés à quelques centaines de mètres. Les hypothèses de l'efficacité du spinosad, mais aussi d'un environnement moins favorable aux *Lixus* à cause des prédateurs et/ou parasitoïdes installés dans les bandes fleuries sont possibles.

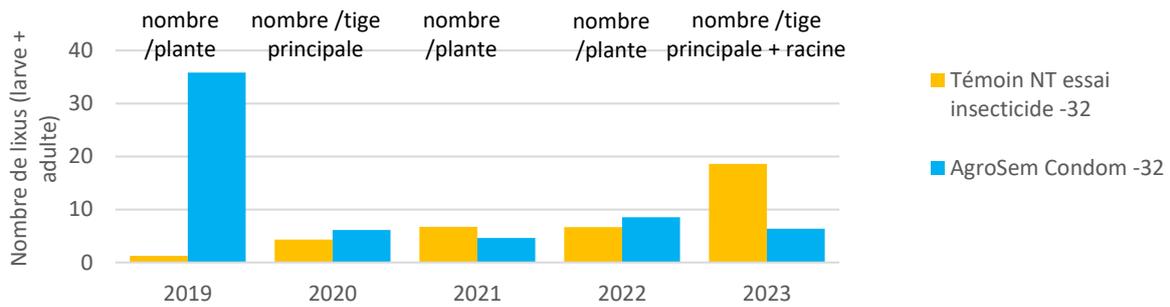


Figure 9 : Evolution du nombre de *Lixus* comptés dans les betteraves d'AgroSem ou dans le témoin non-traité de l'essai test d'insecticides sur le site de Condom

Sur les deux autres sites, plusieurs méthodes de comptage ont aussi été mises en œuvre. Les populations de *Lixus* y semblent assez stables. La présence de *Lixus* affecte les rendements des betteraves.

3.4. Rendement et qualité

Sur toutes les parcelles récoltées, des rendements, facultés germinatives et puretés spécifiques ont été collectés.

La figure 10 présente l'évolution des différences entre rendement obtenu dans AgroSem et rendement de la référence, exprimé en pourcentage de la référence pour chaque culture. Seules les cultures présentes durant les 5 ans y sont représentées. De bons rendements ont été obtenus pour la luzerne (+ 86 % de la référence en moyenne), ainsi que pour la carotte quand la technique de la plantation a été maîtrisée (+ 95 % de la référence en 2022 et + 44 % en 2023). Les rendements des betteraves sucrières ont également augmenté avec l'amélioration de la plantation (tri des plants, plantation profonde, roulage et irrigation si nécessaire ; +14 % de la référence en 2023). Les rendements des haricots (-22 % en moyenne) varient selon les conditions météorologiques durant la période de récolte (un temps pluvieux entraîne la présence de terre dans le lot final). L'arrêt assez précoce de l'irrigation permet une récolte plus précoce en septembre, mois habituellement assez sec. Les blés donnent globalement des rendements assez proches des références (- 7 % en moyenne). Les oignons en 2022 ont été impactés par la présence de fusariose sur les bulbes de base et ont obtenu des rendements assez bas, ce qui donne un rendement moyen inférieur de 41 % à la référence. Enfin les rendements des pois (accompagnés d'orge) sont très bas à cause de la concurrence de l'orge, parfois de la présence de bactériose par suite d'un gel et/ou de la présence de bruches (grains plus fragiles et cassants).

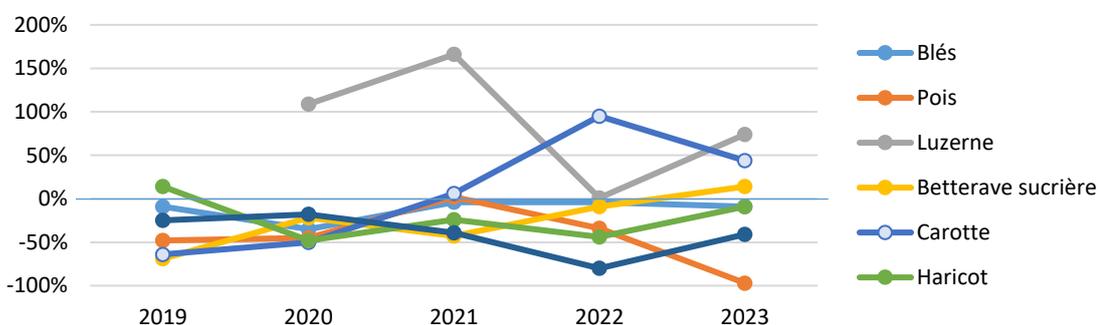


Figure 10 : Evolution des rendements obtenus dans AgroSem (en % du rendement de la référence, moyenne des 2 ou 3 sites)

Globalement, dans cette expérimentation, sur les 105 cultures récoltées, 61 ont donné des rendements inférieurs aux références diminuées de 10 % (Tableau 5).



Tableau 5 : Répartition des rendements obtenus sur les 3 sites et 5 années d'AgroSem par rapport aux rendements de référence.

CULTURE PORTE-GRAINE	RENDEMENT MOYEN (RECOLTES 2019 A 2023)	NOMBRE DE LOTS > REFERENCE + 10 %	NOMBRE DE LOTS = REFERENCE +/- 10 %	NOMBRE DE LOTS < REFERENCE - 10 %
BLE DUR ET BLE TENDRE	46 q/ha	3 lots /15	5 lots /15	7 lots /15
ORGE DE PRINTEMPS	30 q/ha	1 lot /4	-	3 lots /4
SARRASIN	11,3 q/ha	2 lots /8	2 lots /8	4 lots /8
POIS (+ORGE)	15,0 q/ha	2 lots /14	1 lot /14	11 lots /14
LUZERNE	494 kg/ha	10 lots /14	1 lot /14	3 lots /14
FETUQUE ELEVEE	547 kg/ha	2 lots /6	1 lot /6	3 lots /6
BETTERAVE SUCRIERE	874 kg/ha	2 lots /10	1 lot /10	7 lots /10
BETTERAVE POTAGERE	618 kg/ha	-	-	5 lots /5
CAROTTE	474 kg/ha	3 lots /10	2 lots /10	5 lots /10
HARICOT	19,9 q/ha	1 lot /10	4 lots /10	5 lots /10
OIGNON	415 kg/ha	-	1 lot /9	8 lots /9

Les résultats de faculté germinative sont généralement au-dessus des normes (84 sur 105 lots de semence récoltés), exception faite du pois pour lequel seulement 1 lot produit sur 14 germe correctement (Figure 11). Les résultats de pureté spécifique sont souvent bons (Figure 15) : au total 96 lots sur 105 sont au-dessus des normes. Les puretés spécifiques des carottes étaient insuffisantes les deux premières années à cause d'une mauvaise implantation et d'un faible développement (puretés correctes pour 0 lots sur 4 en 2019 et 2020, puis 5 lots sur 6 en 2021, 2022 et 2023).

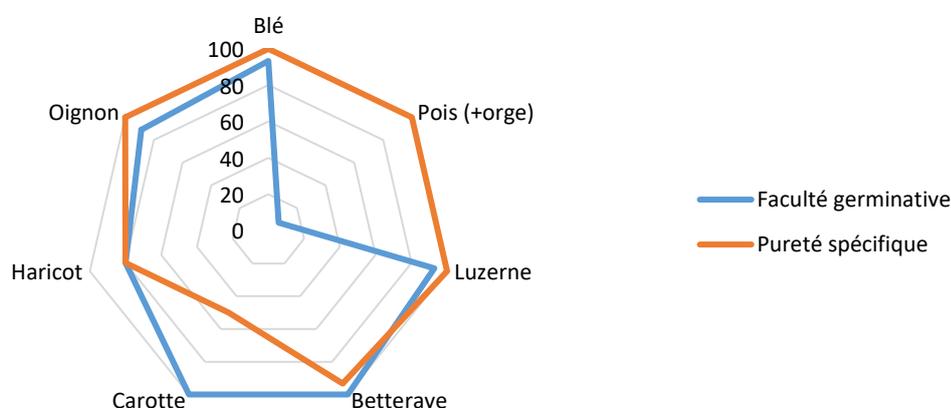


Figure 11 : Pourcentage de lots de semences des principales cultures d'Agrosem dont la qualité est supérieure à la norme de faculté germinative ou de pureté spécifique

3.5. Indicateurs environnementaux, sociaux et économiques

Parmi les indicateurs environnementaux, l'IFT total a été drastiquement réduit par rapport aux références (Figure 12a), ce qui est normal étant donné le but de l'expérimentation (seuls les produits de biocontrôle ou utilisables en Agriculture Biologique étaient autorisés).

La consommation de carburant a été également comptabilisée : elle était en augmentation pour la plupart des cultures sauf les haricots (+ 15 % en moyenne sur les cultures de blé, pois, luzerne, betterave, carotte, haricot et oignon, voir Figure 12b). L'entretien de l'inter-culture (travail du sol, implantation et destruction des couverts), ainsi que le désherbage mécanique font notamment augmenter cette consommation. Sur les cultures habituellement irriguées (betteraves sucrière et potagère, carotte,



haricot), la conséquence des itinéraires pratiqués est une baisse des quantités d'eau apportées (Figure 12b).

Pour évaluer la charge de travail, le temps de travail a été estimé. C'est l'indicateur qui est le plus fréquemment supérieur à celui de l'itinéraire technique de référence (+ 230 % en moyenne sur les cultures de blé, pois, luzerne, betterave, carotte, haricot et oignon, voir Figure 12c). Le choix de planter au lieu de semer, le désherbage manuel et le désherbage mécanique sont entre autres à la source de cette augmentation. Les blés, pois, betteraves et haricots ont été les seules espèces qui ont pu engendrer un temps de travail inférieur à la référence certaines années (voir Figure 12c).

Les coûts de production ont également été comparés aux coûts engendrés par les itinéraires techniques de référence (+ 23 % en moyenne dont + 2 % pour le blé, - 11 % pour le pois, + 23 % pour la luzerne, - 25 % pour les betteraves sucrières, + 39 % pour les betteraves potagères, + 204 % pour les carottes, - 39 % pour les haricots et - 17 % pour les oignons, voir Figure 12d). Pour la carotte et les betteraves potagères, ils sont tous supérieurs à la référence semée à cause de la plantation. Pour le pois, le coût du couvert d'inter-culture et des semences d'orge a parfois donné des coûts de production supérieurs à la référence. Pour les luzernes, le coût des passages d'outils pour maîtriser l'enherbement et la double précoupe a pu être compensé par le coût des herbicides et insecticides non utilisés. Les itinéraires pratiqués sur les blés, betteraves sucrières, oignons et haricots ont très fréquemment induit des coûts inférieurs à l'itinéraire de référence : les coûts des désherbages mécaniques et manuels ont été compensés par les traitements non appliqués.

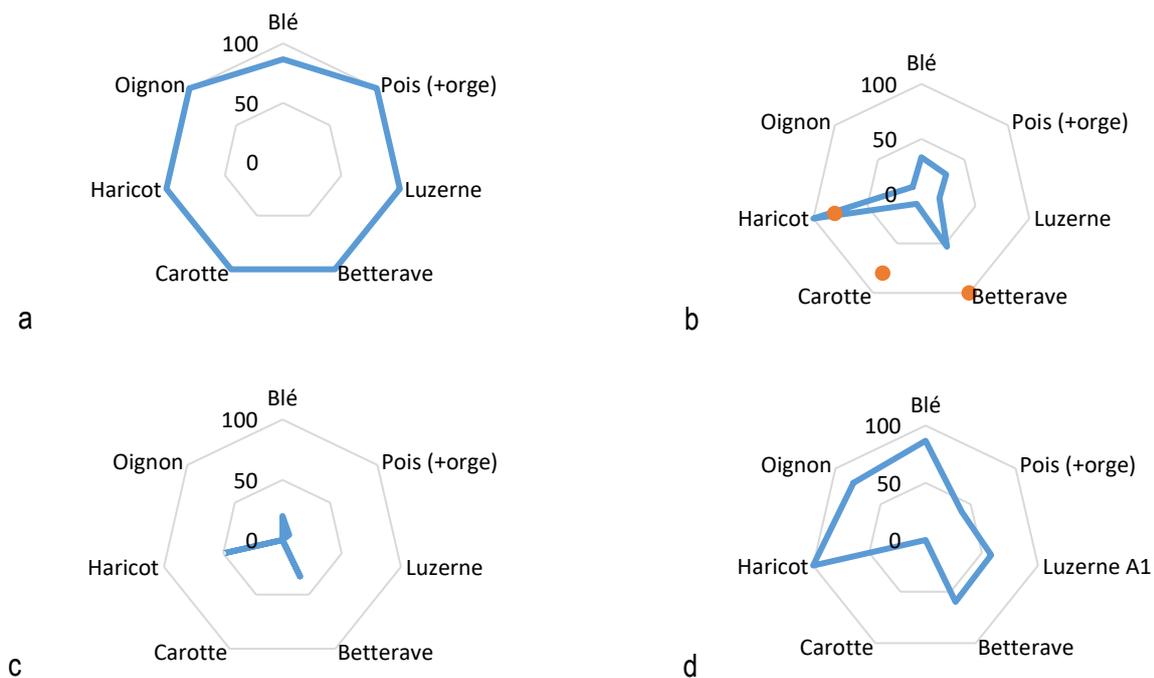


Figure 12 : Par culture, fréquence des cas où l'indicateur est dans une situation plus favorable que la référence (en %), c'est-à-dire : a- inférieur à l'IFT de la référence ; b- inférieur à la consommation de carburant (trait) ou d'eau d'irrigation de la référence (point) ; c- inférieur au temps de travail de la référence ; d- inférieur aux coûts de production de la référence (tous sites et toutes années confondus)



4. Discussion

4.1. Bilan des indicateurs par culture

Pour chacune des cultures, un bilan multicritère peut être réalisé :

Les blés : plusieurs parcelles ont été cultivées sans application de produit, ni désherbage mécanique. Le rendement des blés est un peu faible, mais les coûts de production aussi. Les marges directes sont globalement positives, mais peuvent vite devenir négatives en cas de désherbage manuel ciblé.

Les pois : l'ajout d'orge dans les pois n'a pas résolu le problème des bruches et peut entraîner un déclenchement de la récolte trop tardif pour les pois (maturation des orges un peu plus tardive). Les pois trop secs ont alors tendance à se casser ou se fissurer ce qui cause des problèmes de germination, en plus des bruches. Les rendements des pois et leur faculté germinative sont très faibles.

A contrario ce mélange est très profitable pour l'orge qui est alors produit sans apport d'engrais, sans traitement et parfois sans désherbage mécanique. Ses rendements sont le plus souvent plus faibles que le rendement départemental en production de consommation (source Agreste, en moyenne - 44 % par rapport aux références) car la densité de semis est très faible (60-80 grains/m²). Mais selon les années les rendements sont parfois bien supérieurs. Tous les lots d'orge produits répondent aux normes de faculté germinative et pureté spécifique.

Les luzernes : leurs résultats techniques sont très bons (rendement et qualité), mais le temps de travail est fortement augmenté (11 h/ha en moyenne contre 4h/ha pour la référence) et les coûts de production aussi à cause des passages d'outils pour gérer les adventices et les ravageurs.

Les betteraves sucrières : leur rendement s'est amélioré avec la mise au point de la plantation et du désherbage mécanique. Leur qualité est toujours bonne. Dans les cas où le temps consacré au désherbage manuel est faible, le temps total passé sur la culture peut être équivalent à la référence et les coûts de production inférieurs.

Les betteraves potagères : le choix de planter les betteraves en début de printemps au lieu de les semer en août-septembre pour éviter le mildiou et l'enherbement a un coût en temps et en euros. La reprise de ces plants a souvent été difficile, entraînant des rendements faibles et parfois une pureté spécifique insuffisante (sans endommager la faculté germinative). Les marges directes sont toutes négatives. La plantation des betteraves potagères semble mal appropriée en production conventionnelle.

Les carottes : contrairement aux betteraves potagères, la plantation des carottes est mieux maîtrisée et les résultats techniques ont été très bons sur les deux dernières années. Cependant, la plantation des carottes au lieu du semis habituel, demande beaucoup plus de temps avec un coût bien supérieur (achat des plants et salaires des planteurs). Des pépinières réalisées à grande échelle pourraient éventuellement diminuer le coût des plants.

Les haricots : leur rendement est assez variable selon les conditions météorologiques de la fin de cycle et leur qualité est assez bonne. Le problème de mouche des semis apparu les premières saisons a été résolu en détruisant le couvert d'interculture au moins deux mois avant le semis. Ainsi lorsqu'aucun désherbage manuel n'a été effectué le temps de travail est équivalent à la référence et le coût de production inférieur.

Les oignons : leur rendement n'a jamais atteint le potentiel, mais la qualité est presque toujours bonne. Peu de produits de biocontrôle ont été appliqués pour lutter contre le mildiou. Les adventices ont pu concurrencer les oignons, affectant le rendement. Le recours à du désherbage manuel a été fréquent en plus du désherbage mécanique (levées tardives de renouées liseron et/ou de panic). Ceci ne se retrouve pas dans les résultats de pureté spécifique car la récolte s'est faite manuellement. Le désherbage manuel induit des temps de travaux toujours supérieurs à la référence. Mais la faible utilisation de produits de biocontrôle entraîne des coûts de production rarement supérieurs à la référence.



4.2. Domaine de validité des résultats

Plusieurs résultats obtenus dans cette expérimentation système sont à relativiser en fonction de la structure du dispositif et des évolutions décidées au cours des comités de pilotage. Ce dispositif a été conçu sans système de culture témoin où les cultures auraient été produites en utilisant des produits phytosanitaires de synthèse, par manque de place et pour limiter le coût de l'expérimentation. Cette absence de système de culture témoin induit une recherche de références en dehors de l'expérimentation. Ainsi les références trouvées (ex : rendement national) sont parfois assez éloignées des résultats qui auraient pu être obtenus localement.

La rotation choisie a été élaborée en regroupant tous les types d'espèces travaillées au sein de la FNAMS au sein d'une rotation longue. Elle est donc composée à la fois d'espèces cultivées dans des systèmes en sec et d'autres provenant de systèmes irrigués et n'a pas vocation à être reproduite telle quelle chez les agriculteurs. Seules les combinaisons de leviers à l'échelle de la culture sont transférables en parcelle agricole.

Etant donné le nombre important d'heures consacrées initialement au désherbage manuel, une règle de décision a été mise en place au printemps 2022 pour limiter le temps de désherbage manuel à 5 % du chiffre d'affaires au maximum. L'exigence des expérimentateurs a donc été modifiée : le désherbage manuel a été beaucoup plus ciblé sur les adventices intriebles dès le printemps 2022, sans chercher à obtenir une parcelle très « propre ». Les moyennes de temps de travail et coût de production sur les 5 années d'expérimentations comprennent donc des itinéraires avec et sans limitation sur le désherbage manuel.

Le dispositif ne comportant pas de répétition, il ne peut mettre en évidence l'intérêt ou pas des bandes fleuries dans la gestion des ravageurs. Les captures effectuées ont simplement montré un nombre plus important d'insectes sur les bandes fleuries par rapport aux cultures.

En 2023 sur le site de Condom, un épisode de grêle est survenu le 21/06/23. Les cultures encore présentes en ont beaucoup souffert et les rendements de luzerne, betterave sucrière, carotte, oignon n'ont pas été pris en compte. Les oignons et la luzerne A1 n'ont d'ailleurs pas été récoltés.

Les résultats obtenus sont valables pour les techniques choisies et testées dans l'expérimentation. Par exemple les technologies de précision telles que le guidage RTK, les bineuses à caméra ou les robots n'ont pas été utilisées. Le choix s'est porté uniquement sur des outils assez communs sur les exploitations agricoles comme la herse étrille ou la bineuse. La plantation des carottes et betteraves potagères est un autre choix, lourd de conséquences.

5. Conclusion

Cette expérimentation a permis de produire des semences en n'utilisant aucun produit phytosanitaire de synthèse, parfois au détriment de la qualité des semences ou de la survie de la culture. Cependant des enseignements ont été acquis sur la plantation des carottes et betteraves potagères ou sur la maîtrise des adventices par la rotation diversifiée, la gestion de l'interculture et le désherbage mécanique.

Dans cette expérimentation, on observe une baisse drastique des IFT, des rendements variables mais souvent faibles, une bonne qualité, une augmentation des coûts de production, mais surtout du temps de travail. Cette **augmentation du temps de travail** peut être problématique à l'heure où il est de plus en plus difficile de recruter de la main d'œuvre sur les exploitations agricoles. Ces résultats se sont souvent améliorés au fur et à mesure de l'apprentissage de nouvelles techniques sur les 5 années du projet.

Des visites, réunions de restitution des résultats ou articles ont été organisés pour diffuser les pratiques satisfaisantes aux agriculteurs multiplicateurs de semences et aux techniciens d'établissements semenciers. Le désherbage mécanique semble être de plus en plus utilisé en production de semences.



Cette expérimentation sur le long terme a été poursuivie lors de la campagne 2023-2024 en semant les carottes et les betteraves potagères. Un projet de renouvellement de cette expérimentation est en cours. Il s'agirait de 6 années supplémentaires sur une rotation de 6 ans avec le même but : produire des semences de qualité avec zéro produit phytopharmaceutique de synthèse.

Ethique

Les auteurs déclarent que les expérimentations ont été réalisées en conformité avec les réglementations nationales applicables.

Déclaration sur la disponibilité des données et des modèles

Les données qui étayaient les résultats évoqués dans cet article sont accessibles sur demande auprès de l'auteur de correspondance de l'article.

Déclaration relative à l'Intelligence artificielle générative et aux technologies assistées par l'Intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

Les auteurs n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

Contributions des auteurs

BRUN Laura : autrice principale ; BOISSIERE Laurent, BOUET Serge, GAZZOLA Lionel, ODEAU Vincent, QUEMAR Maël, ROQUES Fernand, SIMON Vincent : expérimentateurs

Déclaration d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas travailler, ne conseiller, ne pas posséder de parts, ne pas recevoir pas de fonds d'une organisation qui pourrait tirer profit de cet article, et ne déclarent aucune autre affiliation que celles citées en début d'article.

Déclaration de soutien financier

Action du plan Ecophyto piloté par les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie, de la santé et de la recherche, avec l'appui technique et financier de l'Office français de la Biodiversité

Références bibliographiques :

- Coussy B. (2020). Betteraves porte-graine - Le Lixus concerne toutes les filières. *Bulletin Semences*, 272, 36-39
- Coussy B., Augagneur M. (2022). Apiacées porte-graine – Détection et gestion des punaises pour préserver la faculté germinative de vos semences. *Bulletin Semences*, 284, 30-31
- Laurent E. (2006). Haricot – Les bactérioses transmises par les semences. *Bulletin Semences*, 189, 40-43
- Morel E., Brun L. (2019), Des bandes fleuries pour favoriser les auxiliaires. *Bulletin Semences*, 269, 23-27
- MUSCARI (2018). Liste non exhaustive d'espèces pouvant être conseillées pour composer sa bande fleurie. https://wiki.itab-lab.fr/muscari/files/Cholsir_tableau_choix_espces_20180618085916_20180919164533.png
- Semae (2024). Les chiffres de la filière semences et plants – Campagne 22/23. Semae. <https://www.calameo.com/semae/read/0070111638d55e36b34f7>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

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