Syno'phyt: developing cropping systems for monogastric breeding with low or no use of pesticides in Brittany

Jeanne Pourias, Aurélien Dupont, Patrice Cotinet

▶ **To cite this version:**

Jeanne Pourias, Aurélien Dupont, Patrice Cotinet. Syno'phyt: developing cropping systems for monogastric breeding with low or no use of pesticides in Brittany. Innovations Agronomiques, 2024, 98, pp.35-48. 10.17180/ciag-2024-vol98-art04 . hal-04827951

HAL Id: hal-04827951
https://hal.inrae.fr/hal-04827951v1

Submitted on 9 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

Syno'phyt : Développer des systèmes de culture pour l'élevage monogastrique très économes en produits phytosanitaires en Bretagne

Jeanne POURIAS[1], **Aurélien DUPONT**[1], **Patrice COTINET**[1]

Adresse : Chambre d'agriculture de Bretagne, rue Maurice Le Lannou, 35042 Rennes, France

Correspondance : jeanne.pourias@bretagne.chambagri.fr

Résumé

De 2018 à 2023, le projet DEPHY EXPE 2 Syno'phyt a testé trois systèmes de culture à faible usage de pesticides co-construits avec divers acteurs : un système "Référence 2025" (SR) avec rotation maïs-blé, un système "agroécologique" (SA) intégrant des protéagineux et un système "agriculture biologique" (SAB). Testés sur la station de Kerguéhennec (56), ils ont montré des performances agronomiques globalement satisfaisantes, bien que la gestion des adventices, particulièrement les vivaces dans SAB, reste un défi. Les marges directes moyennes sur 5 ans étaient de 1066 ± 187 €/ha pour SAB, 1001 ± 138 €/ha pour SR et 895 ± 96 €/ha pour SA. Le temps de travail était plus élevé dans SR (7h36/ha) que dans les autres (6h29/ha et 6h44/ha respectivement dans SAB et SA). Les résultats de cet essai montrent qu'en système conventionnel, la réduction des produits phytosanitaires est possible sans allonger la rotation mais au détriment du temps de travail. Des questions persistent quant à la structuration des filières pour la valorisation des cultures « mineures ».

Mots-clés : systèmes de culture, pratiques agro-écologiques, multi-performances, produits phytosanitaires, Bretagne

Abstract: Syno'phyt: developing cropping systems for monogastric breeding with low or no use of pesticides in Brittany

From 2018 to 2023, three cropping systems with low use of pesticides were co-designed within the DEPHY EXPE 2 Syno'phyt project with various stakeholders and experimented for 5 years: a "Reference 2025" (SR) system with corn-wheat rotation, an "agroecological" system" (SA) integrating protein crops and an "organic farming" system (SAB). Tested at the Kerguéhennec station (56), they showed generally satisfactory agronomic performances, although the control of weeds, particularly perennial weeds in SAB, remains a challenge. The average gross margins over 5 years were 1066 ± 187 €/ha for SAB, 1001 ± 138 €/ha for SR and 895 ± 96 €/ha for SA. Working time was higher in SR (7h36/ha) than in the other systems (6h29/ha and 6h44/ha in SAB and SA respectively). The results of this trial showed that, in conventional system, the reduction of pesticides is possible without lengthening the rotation but at the expense of working time. Questions persist regarding the structuring of sectors for the promotion of "minor" crops.

Keywords: cropping systems, agroecological practices, multi-performances, pesticides, Brittany

1. Introduction

Première région agricole et leader de l'agroalimentaire français, la Bretagne est avant tout une terre d'élevage. Environ 60 % de sa surface est consacrée à l'agriculture contre 49 % au niveau national. Elle produit plus de 50 % de la viande de porc et un tiers de la production de volaille française (Agreste 2023).

Sur ce territoire d'élevage, les grandes cultures occupent une place importante pour l'alimentation du cheptel. Les deux cultures majoritaires en Bretagne sont le maïs (grain et fourrage) et les céréales, qui représentent respectivement 25 % et 26 % de la surface agricole utilisée (Agreste 2023). Les oléagineux

et les protéagineux, qui représentent 4 % et 1 % de la surface agricole utilisée, font figurent de cultures de diversification.

Du fait de son réseau hydrographique très dense, la région est sensible à la contamination de sa ressource en eau superficielle qui sert également à la production d'eau potable. La contamination de la ressource en eau par les produits phytopharmaceutiques est quasi généralisée à l'échelle de la région et concerne principalement les herbicides et leurs métabolites. Or, en 2019, les herbicides représentaient plus de la moitié des substances phytosanitaires vendues en Bretagne (Observatoire de l'Environnement en Bretagne, s. d.). Au niveau national, et à plus forte raison dans le contexte breton, la réduction d'usage d'herbicides est le volet le plus difficile de la démarche Ecophyto. Le suivi de l'évolution de l'utilisation de produits phytosanitaires dans le réseau DEPHY Ferme en témoigne : en 10 ans, les systèmes en grandes cultures ont diminué en moyenne leur indicateur de fréquence de traitements phytosanitaires (IFT) total hors traitement de semence de 23 %, mais cette évolution s'explique principalement par une réduction des IFT fongicides (-33 %) et insecticides (-16 %), tandis que les IFT herbicides ont diminué seulement de 6% sur la même période (Cellule d'Animation Nationale DEPHY Ecophyto 2023).

Face à ce constat, le projet Syno'phyt, conduit sur la station expérimentale de Kerguéhennec (56) de 2018 à 2023, s'est donné pour objectif d'expérimenter 3 systèmes de culture pas ou peu consommateurs de produits phytosanitaires, pour contribuer à répondre à la problématique suivante : **est-ce possible de réduire fortement voire totalement les herbicides dans des systèmes de culture sans prairie ni culture fourragère, sans affecter les performances économiques et la charge de travail associée aux systèmes ?**

2. Matériel et méthodes

2.1 Contexte pédo-climatique

Les systèmes expérimentés se situent à la station expérimentale de Kerguéhennec, gérée par la Chambre d'agriculture de Bretagne, sur la commune de Bignan (56), dont les caractéristiques pédo-climatiques sont détaillées ci-dessous (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques pédo-climatiques sur la station expérimentale de Kerguéhennec (56)

Climat	Sol
Climat océanique, doux et humide. Zone précoce.	Humic Cambisol (Classification FAO)
Pluviométrie annuelle : 1 000 mm (632 à 1 364 mm) pour 133 jours de pluie (moyenne 1993-2023).	Limono-Sablo-argileux (LSa) sur Micashiste
	Profondeur moyenne de 80 cm (40 à 90 cm).
Températures douces : 6°C en janvier et 18°C en août avec une moyenne annuelle de 11,9°C (10,5 à 13.2 °C) (moyenne 1993-2023).	Taux de carbone organique compris entre 2 et 4 %.

2.2 Conception des systèmes

La phase de conception des systèmes de culture s'est déroulée sur 2 ans.

Une phase de conception initiale a permis de construire les rotations et les stratégies de gestion des bio-agresseurs associées à chaque système. En avril 2018, un atelier d'une journée a réuni 35 participants, issus de différentes structures du développement agricole et de la recherche agronomique : chambres d'agriculture, INRAE, instituts techniques, coopératives, représentants de la filière agriculture biologique. Le cahier des charges de cet atelier a été présenté au début de la journée aux participants (cf. Encadré 1). Les participants se sont ensuite distribués en 6 groupes (2 groupes de travail par système à concevoir) de 4 à 5 personnes : 3 à 4 contributeurs et un animateur. A l'aide du plateau de jeu Mission Ecophyt'Eau (« Mission Ecophyt'eau® Accompagner autrement vers des systèmes de culture économes en intrants »

2023), les participants ont défini un prototype de système de culture répondant aux exigences du cahier des charges. Ces prototypes ont ensuite été évalués à l'aide de l'outil MASC 2.0. Les résultats de cette évaluation ont été présentés au groupe de conception lors d'un second atelier en septembre 2018. Le prototype le plus prometteur pour chaque système a été retenu pour la deuxième phase de la conception.

D'octobre 2018 à octobre 2020, un groupe restreint issu de l'atelier initial a travaillé à la rédaction des règles de décision associées à chaque système et au protocole d'observation. Les règles de décision ont été travaillées parallèlement à la mise en place des cultures, ce qui a permis d'ajuster ou de compléter le corpus de règles de décision après sa « mise à l'épreuve » du terrain.

Encadré 1 : Cadre de l'atelier de conception des systèmes de culture Syno'phyt

* 3 systèmes de culture à concevoir : Système de Référence 2025 (SR), Système Agroécologique (SA) et Système en Agriculture Biologique (SAB)

* Systèmes de culture représentatifs d'exploitations spécialisées en grandes cultures, ou comportant un atelier monogastrique (porc pour les systèmes conventionnels : SR et SA, volaille pour le système en agriculture biologique : SAB) ;

* Rotations sans cultures fourragères ni légumes, afin que le projet soit complémentaire des autres projets DEPHY EXPE bretons ;

* Choix des cultures en lien avec les besoins de la filière : les cultures doivent être prioritairement destinées à l'alimentation animale, avec une recherche d'un gain en autonomie protéique dans SA, et une recherche d'autonomie azotée dans SAB;

* Itinéraires techniques respectant l'IFT maximum fixé sur l'ensemble de la rotation et par poste (herbicide, fongicide, insecticide, traitements de semence) ;

* Leviers agroécologiques mobilisés dans les itinéraires techniques proposés : reconception des rotations ; tendance à la réduction du travail du sol…

* Fertilisation organique représentative d'une exploitation en production porcine pour SA et SR et d'une exploitation en production de volaille pour SAB ;

* Fertilisation minérale moins importante dans le système « agroécologique » comparativement au système « référence 2025 », en misant davantage sur l'insertion de légumineuses dans la rotation.

2.3 Description des systèmes expérimentés

Chaque système présente un niveau de contrainte différent en termes de possibilité de recours aux produits phytosanitaires et en termes d'accès à la fertilisation. Ce niveau de contrainte est défini pour les produits phytosanitaires par rapport à l'IFT moyen breton pour la rotation maïs-blé, soit 2.46 sans traitement de semence et 3.41 avec traitement de semence (Agreste 2016). Les IFT des systèmes expérimentés sont plafonnés à respectivement -50 %, -75 % et -100 % de cet IFT de référence pour les systèmes SR, SA et SAB.

Les résultats attendus portent sur les performances agronomiques des systèmes (atteinte des objectifs de rendement, pas d'augmentation du salissement des parcelles), sur leurs performances économiques (marge semi-nette comparable au système moyen breton) et sur leurs performances sociales (temps de travail comparable au système moyen breton) (tableau 2).

Les objectifs de rendement ont été définis par rapport au potentiel de rendement sur les parcelles où sont implantées les systèmes testés et à l'historique des rendements sur la station expérimentale. Les objectifs de rendement en maïs et blé sont inférieurs de 5 qx/ha dans SA par rapport à SR, pour prendre en compte le recours plus limité aux produits phytosanitaires.

Tableau 2 : Principales caractéristiques des systèmes expérimentés

SYSTEME	ROTATION	CONTRAINTES	OBJECTIF	RESULTATS ATTENDUS
SR	Maïs-blé	IFT plafonné à 50 % de l'IFT régional maïs-blé : 0 insecticide, 0 régulateur de croissance, 0.71 en herbicide, 0.52 en fongicide Apport de lisier sur les deux cultures de la rotation, compléments en azote minéral sur blé.	Optimiser l'efficience des traitements phytosanitaires pour réduire l'IFT sans reconcevoir la rotation	- Atteinte des objectifs de rendement (écart aux objectifs < 5%) - Marge semi-nette similaire au système moyen breton - Pas d'augmentation du salissement
SA	Colza – (couvert) – blé – (couvert) – maïs – féverole – (couvert) –blé – (couvert) – maïs - triticale & pois	IFT plafonné à 75 % de l'IFT régional maïs-blé : 0 insecticide, 0 régulateur de croissance, 0.36 en herbicide, 0.26 en fongicide Apport de lisier sur toutes les cultures de la rotation à l'exception de la féverole et du triticale-pois, compléments en azote minéral	Reconcevoir la rotation pour diminuer fortement l'IFT sans dégrader l'état de salissement des parcelles	- Atteinte des objectifs de rendement (écart aux objectifs < 5%) - Marge semi-nette similaire au système moyen breton - Pas d'augmentation du salissement
SAB	Féverole – (couvert) – avoine – (couvert) – maïs – triticale & pois – (couvert) – sarrasin – (couvert)	Aucun recours aux produits phytosanitaires, conformément au cahier des charges AB Apport de déjections de volailles tous les 5 ans, ce qui équilibre les bilans P et K à l'échelle de la rotation	Reconcevoir la rotation pour optimiser le système, avec un accès restreint à la fertilisation	- Atteinte des objectifs de rendement (écart aux objectifs < 5%) - Marge semi-nette similaire au système moyen breton - Pas d'augmentation du salissement

Les stratégies de gestion des bioagresseurs sont déployées en cohérence avec les objectifs des systèmes de culture et les contraintes expérimentales choisies. Les modes d'action mis en œuvre pour gérer les adventices sont détaillées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Principes d'action mobilisés dans les systèmes expérimentés

OBJECTIF/MODE D'ACTION	TECHNIQUES		
	SR	**SA**	**SAB**
ENFOUIR LE STOCK D'ADVENTICES	Labour 3 ans sur 4	Labour 1 an sur 2	Labour chaque année
PREVENIR LES LEVEES D'ADVENTICES	2 périodes de semis Semis tardif du blé	3 périodes de semis Labour 1 an sur 2 Semis tardif du blé Pas d'outils à disque pour éviter la multiplication des adventices vivaces	3 périodes de semis Pas d'outils à disques pour éviter la multiplication des adventices vivaces
FAIRE GERMER LES SEMENCES D'ADVENTICES EN INTERCULTURE		Faux-semis, destruction mécanique Déchaumages	Faux-semis, destruction mécanique Déchaumages
RENDRE LA CULTURE COMPETITIVE VIS-A-VIS DES ADVENTICES	Semis sur sol propre (travail du sol avec un outil à dent ou labour avant semis maïs)	Semis précoce du colza, matière organique (MO) au démarrage Semis du maïs sur sol réchauffé Plantes compagnes du colza Densité de semis élevée Association de cultures couvrantes Implantation de couverts y compris dans les intercultures courtes	Semis sur sol propre (labour chaque année) Semis maïs sur sol réchauffé Densité de semis élevée Association de cultures couvrantes Implantation de couverts y compris dans les intercultures courtes
DETRUIRE LES ADVENTICES EN CULTURE	Binage Herbicide	Binage du maïs Hersage de l'ensemble des cultures à l'exception du colza Herbicides	Binage du maïs Hersage de l'ensemble des cultures à l'exception du sarrasin

2.4 Dispositif expérimental

Pour les 3 systèmes, toutes les cultures sont présentes chaque année. Les cultures sont implantées sur des parcelles contiguës de 0,75 ha.

Deux îlots de parcelles sont dédiés aux essais système : l'îlot "Penderff" (6 ha) en agriculture biologique, et l'îlot "Grand Champ" (7.5 ha), en agriculture conventionnelle (Photo 1).

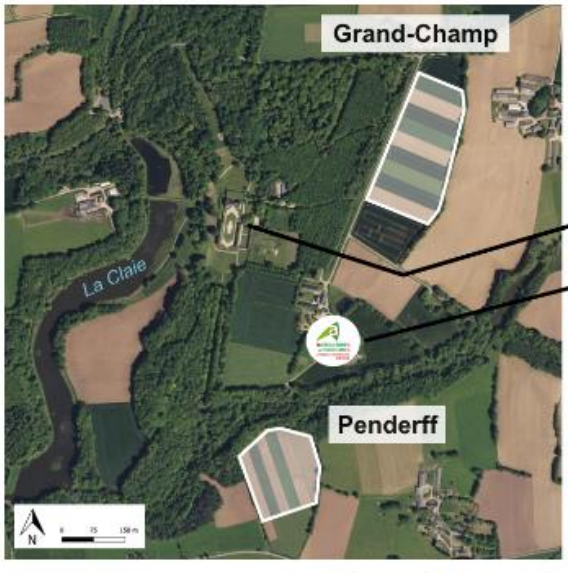

Photo 1 : Vue aérienne de la station de Kerguéhennec (Crédit : Géoportail.gouv.fr ; CAB)

Pour la compréhension des résultats, et notamment de la problématique adventices vivaces dans SAB, il est utile de préciser l'historique des parcelles : SR et SA ont été installés sur l'îlot « Grand Champ » en 2018, au démarrage du projet Syno'phyt. Précédemment, l'îlot était découpé en 3 parcelles avec une rotation en céréales d'hiver, maïs et légumes de transformation. SAB est la continuité d'un précédent essai système, mis en place en 2012 sur la parcelle, et qui comprenait également une rotation en grandes cultures sans cultures fourragères.

L'ensemble des observations et mesures réalisées est décrit dans le Tableau 4. Les itinéraires techniques sont enregistrés sous l'outil Systerre. De plus, un cahier de suivi des parcelles permet de consigner toutes les observations qualitatives issues de l'observation des parcelles par les pilotes et les techniciens, utiles à l'interprétation des résultats annuels.

Tableau 4 : Observations et mesures réalisées

COMPARTIMENT SUIVI	MESURE REALISEE
SOL	Point zéro : état physico-chimique, structure et biologie du sol
	Reliquats azotés
ADVENTICES	Densité et identification des espèces d'adventices présentes
	Pesée des biomasses aériennes
CULTURES	Biomasses des couverts (cultures et inter-cultures)
	Suivi des composantes de rendement
	Estimation du rendement et des exportations
	Stades physiologiques des cultures
	Suivis maladies et ravageurs

2.5 Analyse des données

Un bilan de campagne détaillant les performances agronomiques de l'ensemble des cultures est réalisé chaque année. L'ensemble des observations réalisées en cours d'année est remobilisé à cette occasion pour diagnostiquer l'échec ou la réussite des itinéraires techniques et règles de décision mises en œuvre, et pour évaluer les performances agronomiques des systèmes expérimentés. Les règles de décision peuvent également être amenées à être corrigées ou complétées lors de ce bilan de campagne, ou en cours de saison, une fois confrontées à « la réalité du terrain ».

Les indicateurs de performance technico-économiques ont été calculés à l'aide de l'outil Systerre. Ils ont été calculés pour chacun des systèmes sur la base d'un scénario d'une exploitation comprenant 100 ha avec une personne dédié à temps plein sur les cultures (1 UTH), avec le parc matériel utilisé dans le cadre du projet Syno'phyt.

2.5.1 Indicateurs économiques

La marge directe est le chiffre d'affaires (tonnes x euros) additionné des aides couplées et découplées, auquel on retire les charges d'intrants et les charges de mécanisation. Les prix de vente sont fixes entre les 5 années d'analyse ; ils correspondent à la moyenne des prix constatés entre 2012-2018 (France Agrimer 2017; 2018). Les prix d'intrants sont issus de la base Systerre et en cas de données manquantes, des prix réels pour la station expérimentale de Kerguéhennec.

Les charges de mécanisation incluent les frais financiers à moyen et long terme, les amortissements, les coûts d'entretien et de location, le carburant.

2.5.2 Temps de travail

Le temps de travail est calculé sur la base de l'itinéraire technique, à partir des données de débit de chantier associées au parc matériel issues de la base Systerre et corrigé le cas échéant par les données enregistrées sur la station expérimentale de Kerguéhennec.

Le temps de travail calculé correspond au travail au champ : ce temps n'intègre ni le temps d'observation, ni le temps de déplacement, ni le temps de préparation ou d'entretien du matériel.

La première année a été exclue du calcul de la charge de travail moyenne car les précédents n'étaient pas ceux prévus dans les rotations du projet (année de mise en place des essais).

3. Résultats

3.1 Performances agronomiques

3.1.1 Atteinte des objectifs de rendement

Tableau 5 : Rendements de SR (en rouge : objectifs de rendement non atteint ; en vert : objectif de rendement atteint)

Indicateurs	Culture	Objectifs	2019	2020	2021	2022	2023
Rendement (Qx/ha)	Blé	**90** (+/-5 %)	88	57	87	70	74
	Maïs	**95** (+/- 5 %)	93	98	107	85	107
IFT Herbicide		<0.71	0.52	0.43	0.66	0.4	0.59
IFT Fongicide		<0.52	0.35	0.20	0.20	0.33	0.33

Tableau 6 : Rendements de SA (en rouge : objectifs de rendement non atteint ; en vert : objectif de rendement atteint)

Indicateurs	Culture	Objectifs	2019	2020	2021	2022	2023
Rendement (Qx/ha)	Blé	**85** (+/-5 %)	92	66	89	89	70
	Maïs	**90** (+/-5 %)	93	107	118	81	94
	Colza	**37** (+/- 5 %)	44	37	37	47	37
	Féverole	**40** (+/- 5 %)	32	29	24	45	35
	Trit.-pois	**60** (+/- 5 %)	45	58	40	73	49
IFT Herbicide		<0.36	0.11	0.26	0.21	0.36	0.24
IFT Fongicide		<0.26	0.29	0.26	0.24	0.26	0.26

Tableau 7 : Rendements de SAB (en rouge : objectifs de rendement non atteint ; en vert : objectif de rendement atteint)

Indicateurs	Culture	Objectifs	2019	2020	2021	2022	2023
Rendement (Qx/ha)	Avoine	**30** (+/- 5%)	40	14	45	34	30
	Maïs	**70** (+/-5 %)	71	90	80	64	75
	Sarrasin	**15** (+/- 5%)	0	20	12	3	24
	Féverole	**25** (+/- 5%)	37	0	25	25	26
	Trit.-pois	**35** (+/- 5%)	25	34	25	31	33
IFT Herbicide		0					
IFT Fongicide		0					

L'atteinte des objectifs de rendement est en moyenne équivalente entre les 3 systèmes de culture : 60 % en SR, 64 % en SA et 64 % en SAB.

Dans SR, les objectifs de rendement ont été atteints 2 ans sur 5 en blé, 4 ans sur 5 en maïs (Tableau 5). Dans SA, les objectifs de rendement ont été atteints 3 ans sur 5 en blé, 4 ans sur 5 en maïs, tous les ans en colza, 2 ans sur 5 en triticale-pois et féverole (Tableau 6). Dans SAB, les objectifs de rendement ont été atteints 4 ans sur 5 en avoine, féverole et maïs, 2 ans sur 5 en sarrasin et triticale-pois (Tableau 7).

Les écarts aux objectifs de rendement ont différentes causes : (i) des accidents de culture liés aux conditions climatiques : en 2020, les conditions très humides à l'automne ont été défavorables à l'implantation des céréales d'hiver, ce qui explique les mauvais rendements en blé et en avoine cette année-là. De même, en 2019, les alternances de temps humide et de périodes de redoux en fin de cycle ont entrainé la germination sur pied du sarrasin dans SAB, ce qui a conduit à détruire la culture. En 2022, l'été très chaud et sec a été défavorable à l'ensemble des cultures, et en particulier au maïs. (ii) Le choix variétal limité en agriculture biologique a conduit à mettre en culture des variétés sensibles aux maladies (avoine sensible à la rouille couronnée en 2020) ou peu couvrantes (féverole en 2020), ce qui a conduit dans le premier cas à une perte de rendement importante, dans le second cas à la destruction de la culture.

Les rendements en blé sont en moyenne plus élevés dans SA (81 ± 12 qx/ha) que dans SR (75 ± 13 qx/ha). Cela s'explique globalement par des précédents plus favorables au blé (féverole et colza) dans SA, mais aussi par une préparation de sol et un semis plus tardif en 2022 dans SR, lié à une récolte tardive du maïs précédent, qui a entrainé un écart de stade physiologique entre SA et SR et un stress physiologique lié à la chaleur et à la sécheresse de l'été 2022 ayant davantage impacté le blé de SR.

Les rendements en protéagineux ont été variables dans SA et SAB. En 2019 et 2020, la féverole de la rotation SA était une féverole d'hiver : du fait des difficultés à désherber mécaniquement cette culture en sortie d'hiver, la rotation a été modifiée pour intégrer une féverole de printemps. En 2021, cette culture a pâti d'un printemps sec et froid et d'une légère phytotoxicité lié à un herbicide destiné à détruire les repousses d'avoine issues du couvert précédent.

3.1.2 Maitrise des adventices

Les niveaux de satisfaction de la maitrise de la flore adventice présentés dans le **Tableau 8** sont basés sur l'ensemble des données acquises au cours du projet et permettent de juger du niveau de salissement en cours de culture et de l'efficacité de la mise en œuvre des stratégies de gestion de la flore adventice : mesures de densité et de biomasse, appréciation de l'efficacité des passages d'herbicides et d'outils de désherbage, salissement de fin de cycle.

Tableau 8 Niveaux de maitrise de la flore adventices dans les trois systèmes (légende : vert : très satisfaisant, jaune : satisfaisant, orange : peu satisfaisant, rouge : très peu satisfaisant).

	SR				SA				SAB			
	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
Maitrise des adventices annuelles												
Maitrise des adventices vivaces												

Les niveaux de maitrise des adventices annuelles et vivaces sont équivalents dans SR et SA : satisfaisants à très satisfaisants. Dans SAB, les niveaux de maitrise des adventices sont très satisfaisants à peu satisfaisants pour la flore annuelle, peu satisfaisants à très peu satisfaisants pour la flore vivace. Le chardon est l'advantice la plus problématique dans l'ensemble des parcelles de SAB : ce niveau de pression est important, malgré la mise en œuvre de certains leviers (déchaumages d'été et scalpages notamment).

3.2 Performances économiques

3.2.1 Construction de la marge

La marge moyenne est plus élevée dans SAB (1066 ± 187 €/ha) que dans SR (1001 ± 138€/ha) et SA (895 ± 96 €/ha).

Les charges d'intrants moyennes sont proches dans les deux systèmes conventionnels, et plus faibles dans le système en agriculture biologique (245€/ha, 248€/ha et 223€/ha dans SR, SA et SAB, respectivement). Cela s'explique notamment par l'absence de charges liées aux intrants phytosanitaires dans SAB (Figure 1).

Les charges de mécanisation moyennes sont plus faibles dans SAB (286 €) que dans SR (379 €) et SA (355 €). Cela s'explique d'une part par des accidents de culture ayant conduit à broyer certaines cultures (absence de charge de récolte pour ces cultures ces années-là) et par des charges d'épandage plus faibles dans SAB, qui reçoit uniquement des fertilisants 1 an sur 5, contrairement à SR, fertilisé tous les ans et SA, fertilité 5 ans sur 7 (Figure 1).

3.2.2 Evolution interannuelle

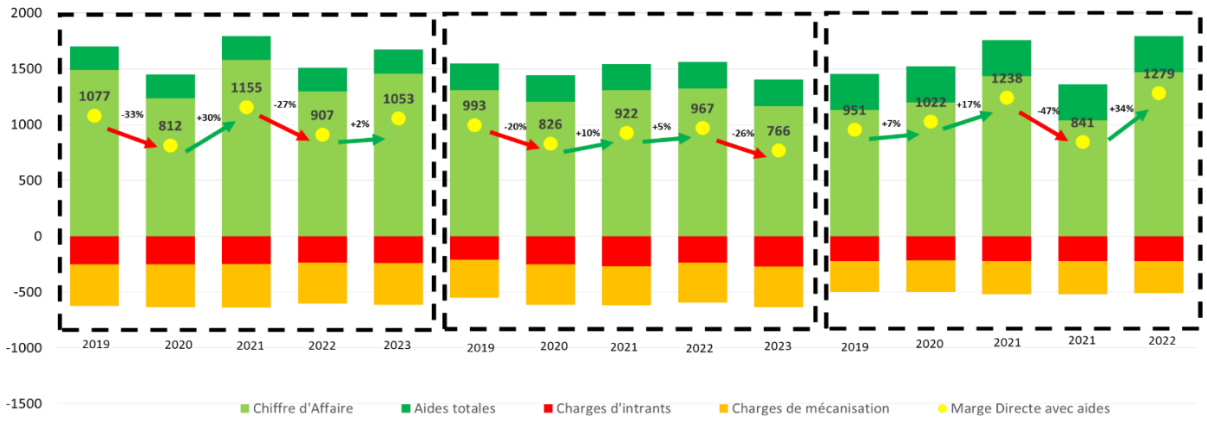

Figure 1 Construction de la marge directe (en €/ha - prix fixes)

Les écarts de produits d'une année sur l'autre s'expliquent par les variations de rendements, et dans SAB, par la possibilité de valoriser ou non l'avoine en alimentation humaine. Cette valorisation en alimentation humaine dépend de l'atteinte ou non du poids spécifique (PS) minimum fixé comme critère par le collecteur (supérieur à 50). Cette valeur a été atteinte 2 ans sur 5. Peu de leviers sont disponibles pour influencer cette valeur, qui est liée à la variété et à la fréquence/volume de pluie en fin de cycle.

Les écarts de charges s'expliquent par la mise en œuvre des règles de décision dans les conditions de chaque année, qui s'est traduit par des itinéraires techniques différents. Ces écarts s'expliquent aussi par des dégâts occasionnés aux cultures en 2023 par des choucas, ayant entrainé le re-semis des parcelles de maïs de SA (ré-achat des semences).

3.3 Charge de travail associée aux systèmes

3.3.1 Temps de travail

Le temps de travail associé à la conduite des cultures est de 7h36, 6h44 et 6h29 par hectare et par an dans SR, SA et SAB, respectivement.

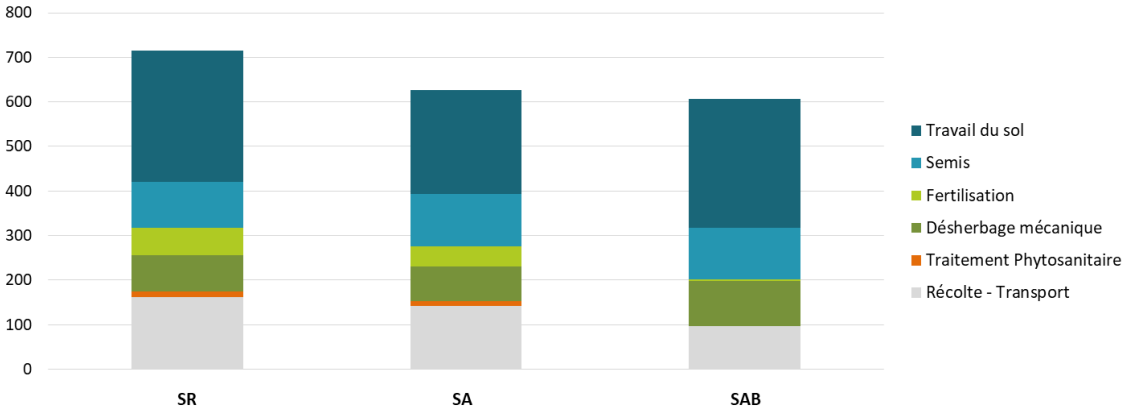

Figure 2 : Répartition du temps de travail au champ par poste (en h, sur 100 ha)

Le poste le plus consommateur en temps est le travail du sol (Figure 2) : le temps consacré au labour et à la reprise de labour différencie fortement les systèmes entre eux. Le semis est le deuxième poste le plus consommateur en temps. Il varie selon la fréquence des couverts dans la rotation. Le temps consacré à la fertilisation différencie également fortement les systèmes entre eux. Le temps consacré au désherbage mécanique est plus important dans SR et SA que dans SAB ; cela est notamment dû au binage du maïs, qui représente la moitié de la sole dans SR contre 2/7ème de la sole dans SA et 1/5ème dans SAB.

3.3.2 Calendrier de travail

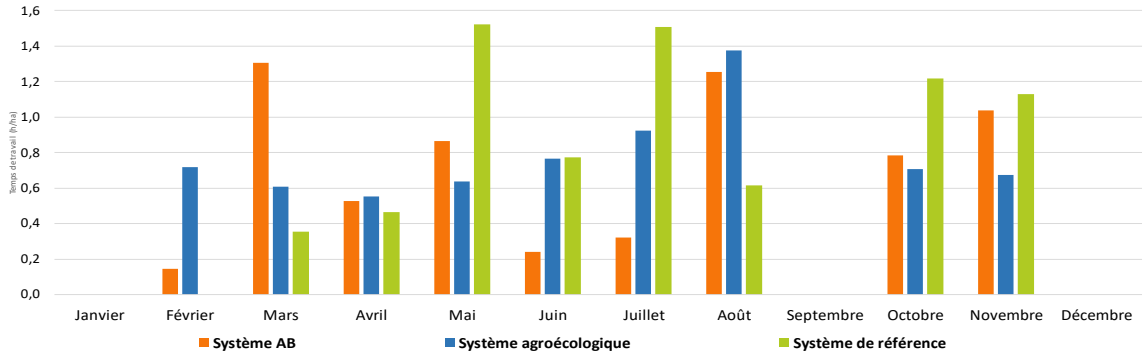

Figure 3 : Répartition du temps de travail au champ sur la saison culturale (2023, en h/ha)

La répartition du travail sur l'année est différente entre les 3 systèmes (Figure 3). Dans SR, on trouve 3 pics de travail marqués, qui correspondent aux périodes d'implantation du blé et du maïs et aux moissons. En revanche, certains mois (septembre, décembre, janvier et février), aucune charge de travail n'est liée aux cultures.

Dans SA, on retrouve pour partie ces pics de travail mais dans une moindre mesure, avec un étalement lié à la diversité des cultures et des périodes de semis (notamment semis du colza en aout) et à la séquence d'implantation du maïs (travail du sol et faux-semis répartis sur les mois de mars à mai). Dans SAB, la répartition du travail est plus équilibrée sur l'année, avec une charge de travail plus importante au printemps, correspondant à la stratégie de faux-semis en amont du maïs et du sarrasin, et aux moissons.

4. Discussion : réduire l'usage des produits phytosanitaires dans les systèmes de culture, une affaire de compromis

4.1 Réduire fortement l'usage des produits phytosanitaires sans reconcevoir la rotation entraine un surcroit de travail

L'attention au temps de travail dans cet article porte à la fois sur la manière dont le travail est réparti sur l'année et sur la charge de travail globale nécessaire à la conduite des cultures.

Sur le premier volet, SR est le système le plus concerné par des pics de travail important. Les pics de travail observés correspondent aux moissons, une opération couramment déléguée aux entreprises de travaux agricole, et au semis des céréales au mois de novembre, dans des conditions de ressuyage parfois limite des parcelles. C'est ce deuxième aspect qui constitue un point de vigilance.

Sur le deuxième volet, la charge de travail annuelle est plus importante dans SR que dans SA et SAB (de l'ordre d'1h/ha). Cette surcharge de travail peut s'avérer particulièrement problématique dans des exploitations d'élevage où le revenu le plus important est tiré de l'atelier animal et où l'essentiel du travail lui est consacré. Dans ces exploitations, le travail lié aux cultures tend à être simplifié ou délégué : substituer l'usage des produits phytosanitaires au profit d'opérations couteuses en temps de travail, comme le binage du maïs, peut constituer un verrou important au changement de pratiques.

4.2 La diversification et l'allongement de la rotation apportent des bénéfices agronomiques et réduisent le temps de travail, mais au détriment de la marge dans les filières conventionnelles

Dans les deux systèmes diversifiés que sont SA et SAB, la diversité des cultures et leurs périodes d'implantation (cultures d'hiver, de printemps et d'été) permettent d'écrêter les pics de travail et de l'étaler sur l'année.

De plus, SA et SAB ont des charges de travail plus faibles que SR, pour des raisons différentes. Dans SA, la fréquence de labour est moindre par rapport à SR et SAB : un ensemble de règles de décision conditionne la possibilité d'avoir ou non recours au labour selon l'état du sol et la pression en adventives vivaces. Celles-ci se sont traduites par une fréquence de labour de 50% sur les 5 campagnes culturales analysées. C'est principalement ce poste qui explique l'écart entre SA et SR.

Dans SAB, la fertilisation restreinte (seul le maïs reçoit un apport de matière organique) explique une partie de l'écart avec SA et SR, l'apport de déjections animales étant un poste couteux en temps et en carburant. De plus, dans SAB, les cultures non récoltées (sarrasin en 2019, féverole en 2020) représentent un temps de travail lié à la récolte « évité ».

Si on considère à présent les performances économiques de ces deux systèmes diversifiés, SAB réalise la marge la plus élevée des 3 systèmes expérimentés, tandis que la marge dégagée dans SA est la plus

faible des 3 (inférieure de 11% par rapport à la marge de SR et de 16% par rapport à la marge de SAB). SA est un système de compromis, où l'usage des produits phytosanitaires se trouve fortement réduit, mais où les prix de valorisation des cultures sont ceux en vigueur sur les marchés conventionnels.

De plus, la féverole ou le pois, présents dans la rotation de SA, sont des cultures actuellement peu valorisées dans les filières conventionnelles, comparativement au blé ou au maïs. Toutefois, il convient de rappeler ici que ce système SA a été pensé pour être en interaction forte avec un atelier d'élevage monogastrique : la valorisation des produits (et notamment des matières premières protéiques) dans la ration des animaux par le biais de la fabrication d'aliments à la ferme, justifie la présence des cultures de protéagineux dans la rotation de ce système. Or, ceux-ci peuvent constituer un levier de résilience face aux aléas du marché des matières premières agricoles à l'échelle de l'exploitation.

SAB bénéficie des prix de vente de la filière biologique. La présence de cultures à destination de l'alimentation humaine contribue aussi à augmenter la marge de ce système. Toutefois, ces cultures ont aussi un caractère aléatoire, soit du fait de leur sensibilité aux conditions climatiques (sarrasin), soit du fait de critères de qualité difficiles à atteindre dans les conditions pédo-climatiques bretonnes (avoine de floconnerie).

4.3 Des systèmes optimisés d'un point de vue agronomique…

Les itinéraires techniques mis en œuvre ont permis de maintenir des niveaux de salissement satisfaisants à très satisfaisants dans les deux systèmes conventionnels. Dans SAB, le salissement est notamment lié à l'historique de la parcelle, conduite en cultures assolées depuis plus de 10 ans. Cela démontre la difficulté de maintenir un salissement acceptable, notamment concernant la flore vivace, sans avoir recours aux herbicides et sans introduire de cultures pluriannuelles (luzerne ou prairie fauchée) dans la rotation.

Certaines séquences des systèmes expérimentés et les règles de décisions associées ont montré leur efficacité en substitution partielle ou totale des herbicides :

- dans SA, les herbicides étaient utilisés contre la flore annuelle uniquement sur le blé (en traitement de post-levée) et contre la flore vivace (en traitement localisé par tâche sur le maïs). Toutes les autres cultures étaient conduites sans herbicide : le triticale, le maïs et la féverole en désherbage mécanique, le colza associé à des plantes compagnes, et notamment au sarrasin qui permet de couvrir le sol à l'automne ;

- dans SA et SAB, des faux-semis de plus en plus superficiels ont été réalisés avant l'implantation des cultures de printemps, pour déstocker les graines d'adventices en surface, en les faisant germer ;

- dans SR, le désherbage mécanique de l'interrang du maïs, en complément du désherbage chimique du rang, permet de réduire de 2/3 le recours aux herbicides, tout en maitrisant le salissement.

4.4 … Mais des verrous qui dépassent l'échelle du champ cultivé

L'échelle du système de culture semble être pertinente pour évaluer dans le temps des pratiques utilisant peu ou pas de produits phytosanitaires, et pour éclairer sur les conditions de réussite des changements de pratiques.

L'intérêt agronomique de la diversification de la rotation est visible dans SA et SAB (sur le temps de travail, les précédents, les pressions maladies et ravageurs), mais la possibilité de sa mise en œuvre à grande échelle dans les fermes bretonnes est étroitement lié à la demande et aux cahiers des charges des filières. Par exemple, l'intégration du triticale-pois dans SA pose question, car si cette culture associée n'est pas valorisée directement sur l'exploitation pour l'alimentation des animaux, celle-ci (comme toutes les associations céréales-protéagineux), n'est actuellement pas collectée dans les filières conventionnelles : cela suppose un tri en amont de la collecte, donc un équipement spécifique au niveau de l'exploitation ou une réorganisation au niveau de la filière.

La question de la réduction des produits phytosanitaires et de l'adoption de pratiques agroécologiques dépasse ainsi largement l'échelle du champ cultivé : elles ne peuvent se traiter sans aborder l'organisation des filières. La présence d'un atelier animal peut permettre en partie de s'affranchir des contraintes de collecte, mais d'autres leviers pourraient être mobilisés, comme la valorisation dans le prix de collecte de pratiques agroécologiques, des mesures de politiques publiques en faveur de la réduction d'usage de produits phytosanitaires ou encore des paiements pour services environnementaux permettant pour partie de soutenir l'adoption de ces pratiques.

5. Conclusion

Le projet Syno'phyt a démontré la faisabilité technique de trois systèmes de grandes cultures dans lesquels l'usage des produits phytosanitaires est fortement réduit. Toutefois, dans les filières conventionnelles, suivant les stratégies retenues, cela peut avoir des impacts sur le temps de travail (SR) ou les performances économiques (SA).

La question des complémentarités entre les systèmes de culture et l'atelier d'élevage est importante pour appréhender correctement les performances de ces systèmes innovants : des simulations à l'échelle de l'exploitation pourraient ainsi permettre de mieux rendre compte de la façon dont ces systèmes de culture contribuent à la performance globale d'une exploitation.

Les questions soulevées par la diversification des rotations dans les filières conventionnelles appellent à impliquer les filières dans le travail de conception et d'expérimentation de systèmes de culture peu consommateurs de produits phytosanitaires, notamment pour tenir compte des verrous et opportunités de marchés des organismes stockeurs.

Pour en savoir plus sur le projet : https://ecophytopic.fr/dephy/conception-de-systeme-de-culture/projet-synophyt

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 étayent 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.

Déclaration d'intérêt
Les auteurs déclarent ne pas ne 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
Le projet Syno'phyt a reçu le soutien financier du programme DEPHY EXPE 2, une 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 :

Agreste. 2016. « Enquête Pratiques phytosanitaires sur les grandes cultures 2014 ». Dossier n°36. Données Agreste.

———. 2023. « Bretagne Mémento 2023 ». https://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/memento-complet-de-la-statistique-agricole-en-bretagne-edition-2023-a3148.html.

Cellule d'Animation Nationale DEPHY Ecophyto. 2023. « Fermes du réseau DEPHY : 10 ans de résultats. Trajectoires et performances des systèmes de culture ».

France Agrimer. 2017. « Les prix payés aux producteurs – résultats de l'enquête annuelle en agriculture biologique pour les campagnes 2014/15 et 2015/16 ». *Grandes cultures. Données et bilans*, nº 2 (mai). https://www.franceagrimer.fr/content/download/53654/document/03+-+Donn%C3%A9es+bilans+Prix+annuels+BIO+grandes+cultures+2014-15+et+2015-16.pdf.

———. 2018. « Les prix payés aux producteurs – résultats de l'enquête trimestrielle pour le deuxième trimestre de la campagne 2017/18 ». 9. Grandes cultures. Données et bilans. France Agrimer. https://www.franceagrimer.fr/content/download/58833/document/Collection%20Donn%C3%A9es%20et%20Bilans-Grandes%20cultures%20Prix%20trimestriels%20mai.pdf.

« Mission Ecophyt'eau® Accompagner autrement vers des systèmes de culture économes en intrants ». 2023. CIVAM. 3 juin 2023. https://www.civam.org/accompagner-le-changement/mission-ecophyteau/.

Observatoire de l'Environnement en Bretagne. s. d. « Ventes de produits phytosanitaires en Bretagne | Observatoire de l'environnement en Bretagne ». Consulté le 7 juin 2024. https://bretagne-environnement.fr/collection-cartographique/ventes-produits-phytosanitaires-bretagne.

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.