

RAPPORT D'ACTIVITÉS FINAL

Les rapports intermédiaires déjà soumis sont une annexe de ce rapport et en font partie intégrante (Annexe A et B)

Convention n° : D65-1442

Acronyme : AssoBIO

Titre : Co-construction et validation d'itinéraires techniques pour la production de légumineuses à graines en association, en agriculture biologique, en vue de soutenir le développement des filières associées

Date de démarrage et de fin du projet :

du 01/12/2022 au 30/06/2026

Durée du projet : 43 mois

Date de soumission du rapport : 17-09-2025

Date de soumission du rapport revu : 31-10-25

Morgane Campion et Pénélope Lamarque

Attachées scientifique

m.campion@cra.wallonie.be

p.lamarque@cra.wallonie.be

Téléphone +32 81 87 40 05

Nom de l'organisation Centre wallon de
Recherches agronomiques

Adresse de l'organisation 9 rue de Liroux 5030
Gembloux

Philippe Grogna et Patrick Silvestre

Directeur

philippe.grogna@biowallonie.be

Coordinateur – Conseiller technique

Patrick.silvestre@biowallonie.be

Téléphone 0479 51 91 90

Nom de l'organisation Biowallonie ASBL

Adresse de l'organisation 22 BT1 Rue du
Séminaire 5000 Namur

Résumé du programme et objectifs initialement prévus (300 mots maximum)

Le projet **AssoBIO** vise à co-construire et à mettre à l'épreuve des itinéraires de production de cultures associées intégrant des protéagineux en vue de répondre à la demande sociétale croissante en protéines végétales. Cette co-construction se fait en impliquant des acteurs de l'ensemble de la filière. Ce projet de recherche met donc en avant une approche participative combinant des ateliers multi-acteurs ainsi que des essais en exploitations dans le but de mettre en évidence des connaissances actionnables et de lever des freins au développement des cultures associées intégrant des espèces de protéagineux.

Afin d'atteindre cet objectif général, les objectifs opérationnels de ce projet sont de :

- Caractériser des itinéraires phytotechniques actuellement mis en œuvre dans un spectre de situations pédoclimatiques et socio-économiques et ce parallèlement à la définition des freins et leviers rencontrés ;
- Mettre en évidence et co-construire, avec l'ensemble des acteurs impliqués (producteurs, transformateurs, distributeurs), des pistes de solutions (place des associations dans la rotation, culture en relais, nettoyage au champs/trieur mobile) aux freins soulevés par ces derniers ;
- Mettre à l'épreuve et évaluer, en exploitations, des itinéraires phytotechniques pour la production de cultures associées répondant aux attentes des acteurs de la filière.

1. Synthèse de la totalité des résultats acquis au cours de la recherche

WP2 – T1 : Développement d'un réseau d'exploitants et T2 : Caractérisation des itinéraires phytotechniques actuels et des freins et leviers à leur développement

La première phase du projet a impliqué un réseau de 10 agriculteurs (Figure 1. Étoiles rouges) créé en collaboration avec Biowallonie tandis que la seconde phase impliquait le suivi de 6 parcelles (2024 : bleu ; 2025 : vert). Le réseau est constitué d'agriculteurs accompagnés par Biowallonie, sélectionnés en fonction de leur disponibilité et de critères précis, notamment leur localisation. Contrairement à de nombreux projets menés dans des zones agricoles traditionnellement plus favorables, il a été décidé, lors de la conception du projet, de concentrer le réseau sur les exploitations situées au sud du sillon Sambre-et-Meuse. Ce choix vise à mieux refléter la diversité des contextes pédoclimatiques wallons tout en évitant de solliciter davantage des agriculteurs déjà sur-sollicités par d'autres initiatives. Sur base d'entretiens individuels, les itinéraires techniques ont été caractérisés et schématisés (Annexe 1) et les freins et leviers ont été compilés (Annexe 2).

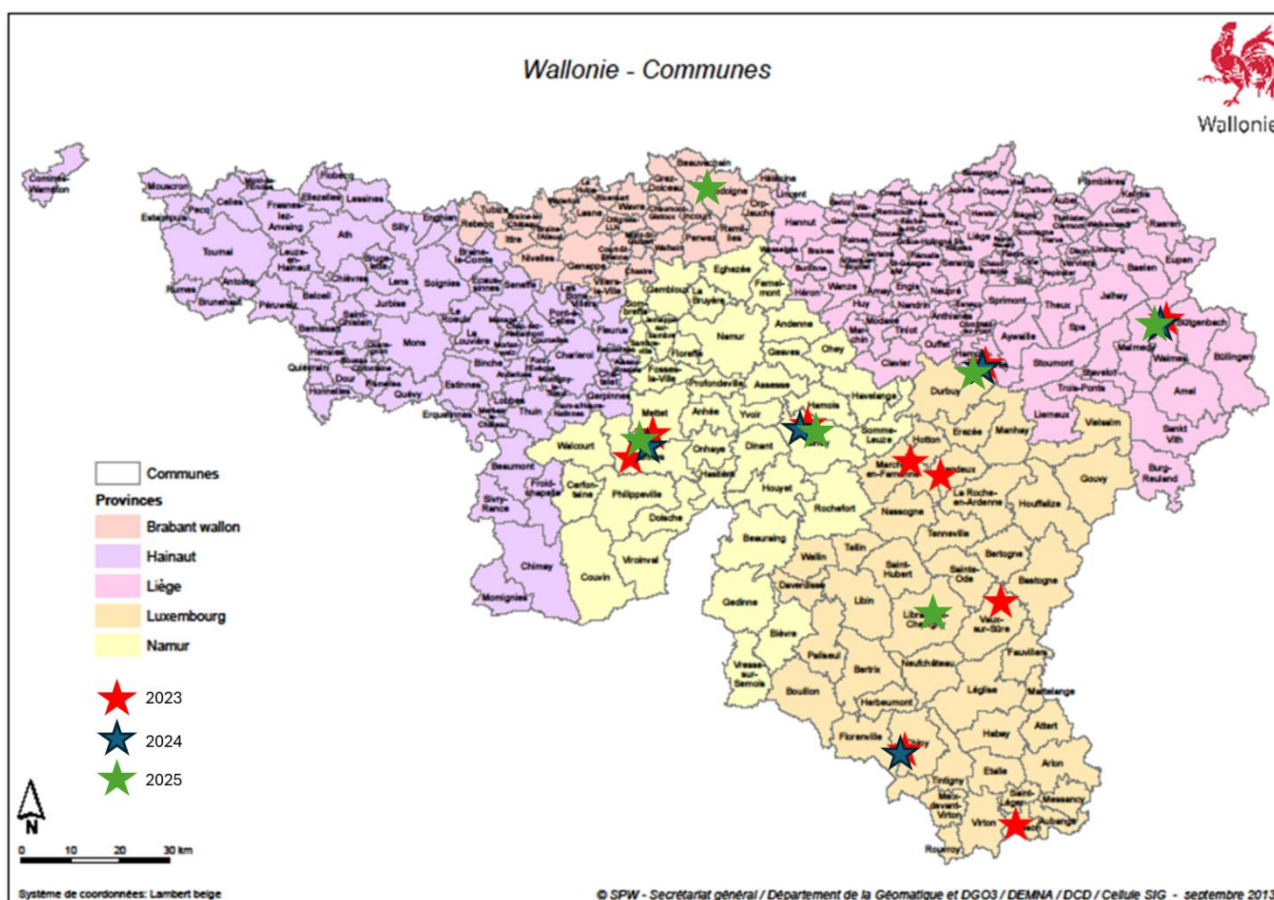
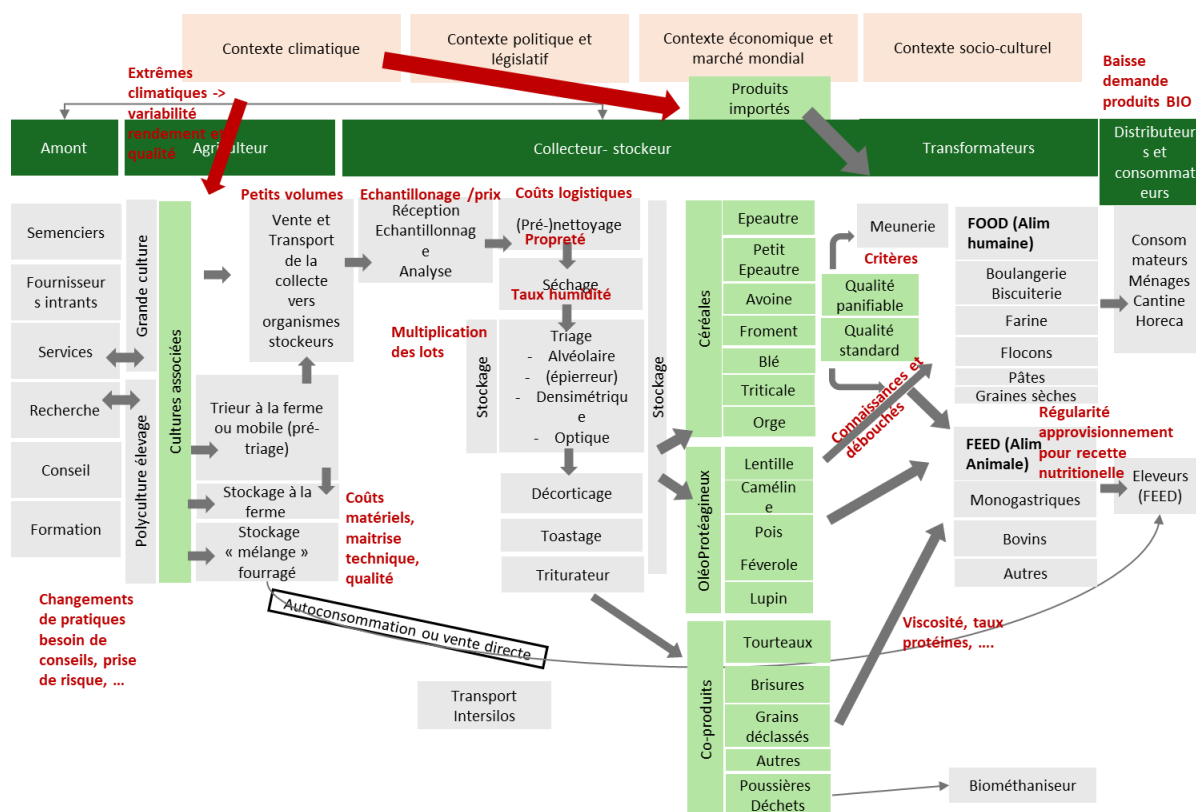


Figure 1. Emplacement des parcelles suivies au cours du projet

Des freins ont été identifiés tout au long de la filière (Figure 2)



Il est important de réfléchir aux solutions de façon systémique avec une vision globale des différents freins au niveau agronomique et de la filière car certains freins peuvent être renforcés par liens causaux. La figure 3 illustre les liens causaux entre les différents freins mis en évidence et les boucles de renforcement.

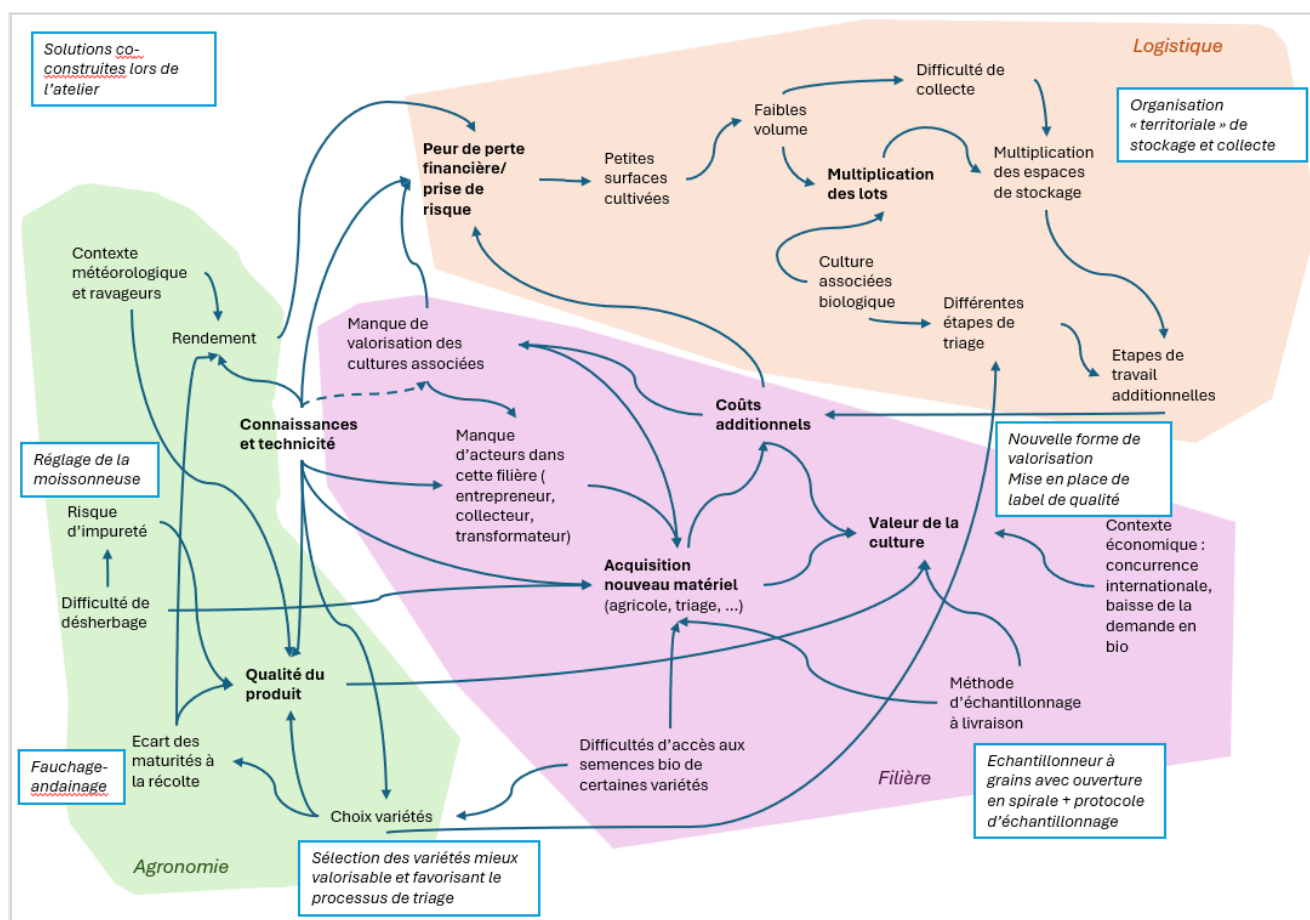


Figure 3 : Diagramme de boucles de causalité illustrant les relations de cause à effet entre les différents freins de la mise en place et valorisation des cultures associées avec protéagineux. Pistes de solutions envisagées avec les acteurs pour lever les freins (boîtes bleues).

Le manque de connaissances sur ce type de culture nécessite un accompagnement technique et des tests en champs qui peuvent conduire à une perte de rendements les premières années. Cette prise de risque financière liée à la mise en place de pratiques innovantes (perte de rendement et pas de garantie sur les possibilités de valorisation) entraîne la production d'un faible volume suite à l'implantation des cultures sur de petites surfaces pour minimiser les risques. Il est à noter que cette prise de risque est plus grande pour un exploitant spécialisé en grandes cultures que pour un exploitant en polyculture élevage qui peut valoriser sa récolte plus facilement au sein de son exploitation en cas de problème. Les faibles volumes produits pénalisent la valorisation car la collecte se fait par camion (30 T) ou nécessite des points de stockage intermédiaires en silos ou big-bags. Ces petits volumes rendent aussi la collecte plus compliquée en renforçant la multiplication des lots et les besoins en espaces de stockage, déjà démultiplié par la production en agriculture biologique.

Cette multiplication des lots et les différentes étapes liées au processus de triage induisent un travail supplémentaire et parfois la sous-traitance de certaines tâches. Ces coûts additionnels se répercutent sur le prix de valorisation de la culture. Soulignons également que la mobilisation d'un trieur mobile est jugée difficile par les agriculteurs de par la faible disponibilité de ces structures et les déplacements induits.

Or, il est difficile de trouver un acheteur à un prix jugé suffisant pour une récolte non triée. Par ailleurs, l'échantillonnage du lot non trié, lors de sa réception, semble ne pas toujours représenter les proportions réelles des espèces dans les mélanges livrés. Lors du transport les petites graines sédimentent vers le fond des bennes. Ainsi, les agriculteurs ont souvent l'impression que le prix du lot est sous-estimé.

Des coûts additionnels peuvent également être liés à l'acquisition de nouveaux matériels agricoles, de tris, de stockage ou de transformation. Ces nouveaux matériels nécessitant également un apprentissage afin d'en assurer la maîtrise technique.

Ces contraintes logistiques et coûts additionnels associés peuvent renforcer les peurs liées à la prise de risque d'implantation des cultures associées malgré les bénéfices agronomiques qu'elles peuvent apporter.

La variabilité des rendements et de la qualité du produit constitue un autre nœud. Cette variabilité peut dépendre des conditions météorologiques, de problèmes de ravageurs (sangliers, ramiers et corvidés) ou de risque d'impuretés dans la récolte liées aux difficultés de désherbage des cultures en production biologique. Le désherbage est d'autant plus compliqué que certains agriculteurs déplorent la contamination de semences bio par des graines d'adventices, malgré le coût élevé des semences. Or la qualité et la pureté de la récolte sont importantes pour la valorisation de la culture. Cependant, les critères de qualité attendus par les collecteurs et transformateurs ne sont pas toujours clairs en termes de propreté, d'impureté et d'humidité par exemple. Les critères sont également différents selon que la culture est destinée à l'alimentation animale ou humaine. De plus, la variabilité des rendements ou des espèces choisies pour les associations n'est pas compatible par rapport à la stabilité des recettes nutritionnelles, ce qui constitue dans certains cas un frein à leur achat pour la valorisation en alimentation animale. Pour terminer, la baisse générale de la demande en produits biologique et la concurrence avec les productions réalisées à l'étranger sont des freins à la mise en place de nouvelle structure de transformation de ces produits. La concurrence est notamment renforcée par la règle de régionalité pour l'alimentation animale différente selon les pays. Selon cette règle en Wallonie, la zone géographique considérée regroupe l'ensemble de la Belgique, l'ensemble du Grand-Duché du Luxembourg, en France, les Régions Haut de France, Normandie, Île-de-France et Grand Est ; en Allemagne, les Länder NordrheinWestfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen, Saarland et Baden Württemberg ; et aux Pays-Bas, les régions Zuid-Nederland, West-Nederland et Oost-Nederland.

WP3 – T2 : Veille bibliographique quant aux innovations organisationnelles et phytotechniques

Une bibliographie sur les freins et leviers aux cultures de protéagineux et cultures associées a été effectuée. Une majorité des freins et leviers que nous rencontrons, le sont également dans d'autres pays avec quelques différences liées au contexte. Les solutions pour y pallier sont par contre différentes. En France par exemple, des coopératives ont développés des ateliers de triage et des réflexions sur des labels sont en cours pour accompagner le développement de la filière. Les différentes publications convergent vers un besoin d'inclusion et de coopération de l'ensemble des acteurs de la filière afin de mieux prendre en compte les relations complexes au sein du système. Par ailleurs ces articles sont sources d'inspiration méthodologiques et nous ont permis d'affiner notre guide d'entretien auprès des acteurs de la filière.

Bedoussac, L., *et al.* (2013). Conséquences de l'introduction des cultures associées céréale-légumineuse à graines dans les filières. *Analyse du point de vue des agriculteurs et des coopératives. Innovations Agronomiques*, 32, 199-212.

Bedoussac, L., *et al.* (2021). De la théorie à la mise en pratique des mélanges d'espèces : Re-concevoir les systèmes de culture européens avec des mélanges d'espèces., 108p.

Bedoussac L., *et al.* (2021) Harvesting and separating crop mixtures: Yes we can !. Organic Matters Magazine , 146, pp.73-74. hal-04156892

CISALI (2021), *FILEG, repenser l'enjeu protéine à l'échelle de l'Occitanie*, livre blanc édité par la Stratégie Régionale d'Innovation d'Occitanie, 170p.

Chevalier, C., *et al.* (2024). How to design “intercrops friendly” policies? Lessons from the analysis of the barriers to intercropping in Europe.

Joya, R., *et al.* (2022) Analyse de tendance de la valorisation nationale des produits et coproduits végétaux. Étude réalisée par Ceresco, IAR, et URD ABI. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/132428>

Magrini M.B. *et al.* (2015) Dimensions socio-économiques des systèmes de production avec légumineuses in Schneider et Huyge 2015.

Magrini, M. B., *et al.* (2018). Pulses for sustainability: breaking agriculture and food sectors out of lock-in. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 64.

Magrini M.B., *et al.* (2021) Structuration des filières et contractualisation: modalités et enjeux. Un guide réflexif pour accompagner le développement des légumineuses à graines en région Occitanie.

Meynard J-M. *et al.* (2017) Designing Coupled Innovations for the Sustainability Transition of Agrifood Systems , *Agricultural Systems* 157 : 330-39, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.08.002>.¹

Lascialfari, M., *et al.* (2019). The drivers of product innovations in pulse-based foods: insights from case studies in France, Italy and USA 1. *Journal of Innovation Economics & Management*, (1), 111-143.

Lucas JL, & Le Bihan Z, (2022). Fauchage-andainage des cultures de diversification. Terres Inovia. <https://www.terresinovia.fr/-/fauchage-andainage-des-cultures-de-diversification#lnlsyx3c6aivqoe14pn>

Schneider, A., & Huyghe, C. (2015). Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables (p. 512). éditions Quae.

Terres Inovia, webinaire “Pois et féverole : la qualité des graines de la récolte 2023 décryptée”

Terres Inovia, webinaire “W-SoLent : améliorer les itinéraires techniques en lentille et soja”

Terres Inovia, webinaire “Insérer du colza dans les rotations bio : les enseignements du projet Secolbio”

Walagri (2022) Fiche Pratique, projet DiversIMPACTS , <https://zenodo.org/record/6603360>

WP3 – T3 : Co-construction et description d'itinéraires techniques innovants prenant en compte les attentes des acteurs de l'aval

Suite à l'analyse des freins et leviers, un atelier d'échange entre agriculteurs et acteurs de la filière a été organisé le 07/12/2023 (WP3-T3) afin de co-définir des pistes de solutions innovantes pour pallier ces différents problèmes. Les pistes de solutions proposées sont :

- Une optimisation du réglage de la moissonneuse pour réduire les impuretés avant triage ;
- La sélection des espèces mieux valorisable (éviter les espèces dont il y a déjà trop de volume telle que l'avoine vêtue pour le FEED) et associations favorisant le processus de triage (voir proposition d'associations dans les fiches techniques rédigées dans le cadre du projet SymbIOse (<https://www.cra.wallonie.be/fr/symbiose>)) ;
- La mobilisation du fauchage-andainage des cultures pour limiter l'humidité (notamment des adventices) par rapport à une récolte en directe avec une moissonneuse batteuse, et réduire l'écart de maturité des espèces associées ;
- L'utilisation d'un séchoir pour réduire le taux d'humidité des récoltes, mais peu d'équipements sont actuellement disponibles en Wallonie ;
- La mobilisation d'un échantillonneur à grains avec une ouverture en spirale pour réaliser un échantillonnage plus représentatif des mélanges d'espèces dans les bennes lors des livraisons ;
- La mise en place d'un protocole d'échantillonnage transparent et connu de tous, et une meilleure explication des critères de qualité à respecter ;
- Une organisation « territoriale » du stockage et de la collecte pour rassembler les lots de différentes exploitations afin d'obtenir les volumes minimaux requis ;
- Une meilleure connaissance des contraintes des uns et des autres afin de tester des innovations couplées par exemple en développant la technique de fauchage-andainage-battage de manière couplée avec un process de tri adapté de manière à assurer un produit de qualité valorisable en alimentation humaine ou la sélection de variétés intéressantes agronomiquement et pour la filière ;
- Une mutualisation de l'outil de triage pour valoriser une partie du mélange en FOOD et pas en FEED lorsque les critères de qualité sont respectés ;
- La mise en œuvre d'un décorticage pour permettre une valorisation par les monogastriques (suppression de la vicine convicine) ;
- La mise en place d'un label de qualité afin d'apporter une plus-value pour la qualité plutôt qu'une dévalorisation liée à un manque de qualité ;
- Le développement de nouvelles formes de valorisation tel que le floconnage

Suite à la discussion sur les pistes de solutions et sur base d'un tableau récapitulatif des possibilités des espèces à associer (synthèse réalisée avec Patrick Silvestre ; Annexe 3), il a été demandé aux acteurs présents de marquer leurs intérêts pour implanter en champs ou collecter des associations particulières à tester dans le cadre du projet AssoBIO, et mentionner les objectifs attendus par rapport à ces associations. L'association lentille-moutarde, l'avoine nue et le pois *Hr* ont notamment figurés parmi les points d'intérêt.

WP4 – T1 : Conception et préparation de dispositifs expérimentaux

Sur base des associations d'intérêts mises en évidence lors de l'atelier commun amont-aval (WP3 – T3), certaines ont été implantées pour la saison culturale 2023-2024. Sur base des résultats de cette saison, des difficultés rencontrées dans la conduite des associations testées, des échanges avec les différents partenaires ainsi que des attentes de l'aval, ces implantations ont été reconduites, ajustées et/ou de nouvelles innovations ont été testées pour la saison culturale 2024-2025.

Table 3. Associations suivies durant la période du projet dont celles d'intérêts (WP3-T3)

Situation	Année	Culture	Association	Rendement en matières sèches	Proportion légumineuse	Proportion céréale
Cultures implantées par les agriculteurs avant-projet (suivi voir rapports intermédiaires)						
Robertville	2023	Printemps	Lupin à feuilles étroites - Avoines (nue, vêtue, noire)	1,5	0,31	0,69
Lavaselle	2023	Printemps	Féverole - Avoine	1,6	0,29	0,71
Ciney	2023	Printemps	Pois protéagineux - Orge	3,5	0,17	0,83
Saint-Aubin	2023	Hiver	Lentillon - Epeautre	4,6	0,22	0,78
Izel	2023	Printemps	Féverole - Avoine nue	1,6	0,73	0,27
Ferrières	2023	Printemps	Féverole - Avoine vêtue	4,2	0,24	0,76
Stave	2023	Printemps	Féverole - Avoine vêtue	3,1	0,78	0,22
Cultures suivies dans le cadre du WP4-T3 (ITK et suivi voir Annexe 4)						
Ferrières	2024	Printemps	Féverole - Avoine nue	6,3	0,74	0,26
Roberville	2024	Printemps	Lupin blanc - Avoine noire	2	0,56	0,37
Libramont	2024	Printemps	Pois protéagineux - Avoine	2,6	0,18	0,82
Jodoigne	2025	Hiver	Féverole - Froment (Tundra-Chaussy)	6	0,18	0,82
Jodoigne	2025	Hiver	Féverole - Froment (Alice-Chevignon)	6,8	0,5	0,5
Saint-Aubin	2025	Hiver	Pois protéagineux Hr - Froment	4,9	0,09	0,91
Ciney	2025	Hiver	Féverole - Froment (Chaussy)	4,8	0,04	0,96
Ciney	2025	Printemps	Lentille - Moutarde blanche (Fauche)	0,9	0,19	0,81
Ciney	2025	Printemps	Lentille - Moutarde blanche (Classique)	1,3	0,22	0,78
Ferrières	2025	Printemps	Féverole - Avoine nue	3,7	0,5	0,5

Les campagnes 2023 et 2024 se sont caractérisées par des conditions particulièrement humides, offrant de courtes fenêtres de semis et de récolte, avec une forte pression des adventices. En 2025, la situation s'est révélée plus favorable : les activités de désherbage mécanique ont été possibles, diminuant la pression des adventices.

L'association féverole/froment d'hiver ainsi que féverole/avoine de printemps (qu'elle soit nue ou vêtue) se sont révélées prometteuses. Elles garantissent des récoltes intéressantes tout en limitant la concurrence des adventices. L'association lentille/moutarde présente également un intérêt certain, à condition d'anticiper la récolte par fauchage avant la maturité complète. Toutefois, ce système n'est pas adapté aux terres caillouteuses

: la lentille, de par son port prostré, exige un fauchage bas rendu difficile par le relevage des pierres, accentué par les passages de désherbage mécanique.

La culture du pois, quant à elle, demeure aléatoire en années humides. Elle est confrontée à des problématiques sanitaires telles que la bactériose et l'anthracnose. Pour la bactériose, il est à noter que la culture en système conventionnel rencontre les mêmes difficultés.

Concernant le lupin, aucun résultat concluant n'a été observé en lupin bleu, en raison du manque de choix variétal pour des variétés à croissance déterminée. Pour le lupin blanc de printemps, la disponibilité de variétés déterminées serait également souhaitable, en particulier dans les régions comme la Haute-Belgique où semis et récolte interviennent plus tardivement. Dans d'autres zones, le recours au séchage ou à l'inertage à la ferme constitue néanmoins une solution efficace pour sécuriser la conservation des récoltes.

WP4 – T3 : Ajustement et conception d'itinéraires optimaux : essais exploratoires

Les essais repris ci-dessous sont exploratoires puisque répétés une seule année avec/ou sans répétition des modalités. Ils apportent néanmoins des points de réflexions et soulèvent des perspectives de recherches intéressantes.

Association lentille-moutarde – Moisson classique en directe ou fauchage-andainage

Sur le site de l'EPASC à Ciney, une parcelle de 2 hectares a été implantée avec un mélange lentille–moutarde. Cette association innovante, présentant un intérêt pour la filière aval, a été testée pour la première fois à l'échelle d'une surface importante, après deux années d'expérimentation en micro-parcelles et en bandes larges.

À la suite des difficultés rencontrées lors de la récolte de l'année précédente, et dans le cadre d'une réflexion plus large sur l'intérêt du fauchage-andainage préalable à la moisson des cultures associées, un essai exploratoire a été mis en place afin de comparer deux modalités de récolte. Ainsi, la moitié de la parcelle a été fauchée puis andainée le 07/08/2025, les andains étant moissonnés le 12/08/2025, tandis que l'autre moitié a été récoltée en direct le 11/08/2025.

En récolte directe, la croissance indéterminée de la lentille, associée à la présence d'adventices, a entraîné une proportion importante de végétation verte, se traduisant par un taux d'humidité du mélange de 47,1 % à la moisson, ramené à 22,1 % après deux jours de séchage sur béton. En revanche, le mélange préalablement fauché et andainé présentait, lors de la moisson, un taux d'humidité nettement inférieur, de 9,6 %.

Table 4. Rendements moyens ($n=3$) $\pm$ écart type (sd) en matière sèche (MS) et ajusté (sans impuretés) selon deux techniques de récolte et proportion dans le mélange ($n=3$) $\pm$ écart type (sd) en lentille et moutarde sans les impuretés. Test ANOVA et test post-hoc de Tukey

	Directe			Fauche			Statistiques
Rendement	kg/ha		sd	kg/ha		sd	
MS	1264	$\pm$	64	913	$\pm$	2	***
Ajusté	856	$\pm$	139	776	$\pm$	28	NS
Proportion dans le mélange sans impuretés							
Lentille	0,22	$\pm$	0,03	0,19	$\pm$	0,02	NS
Moutarde	0,78	$\pm$	0,03	0,81	$\pm$	0,02	NS

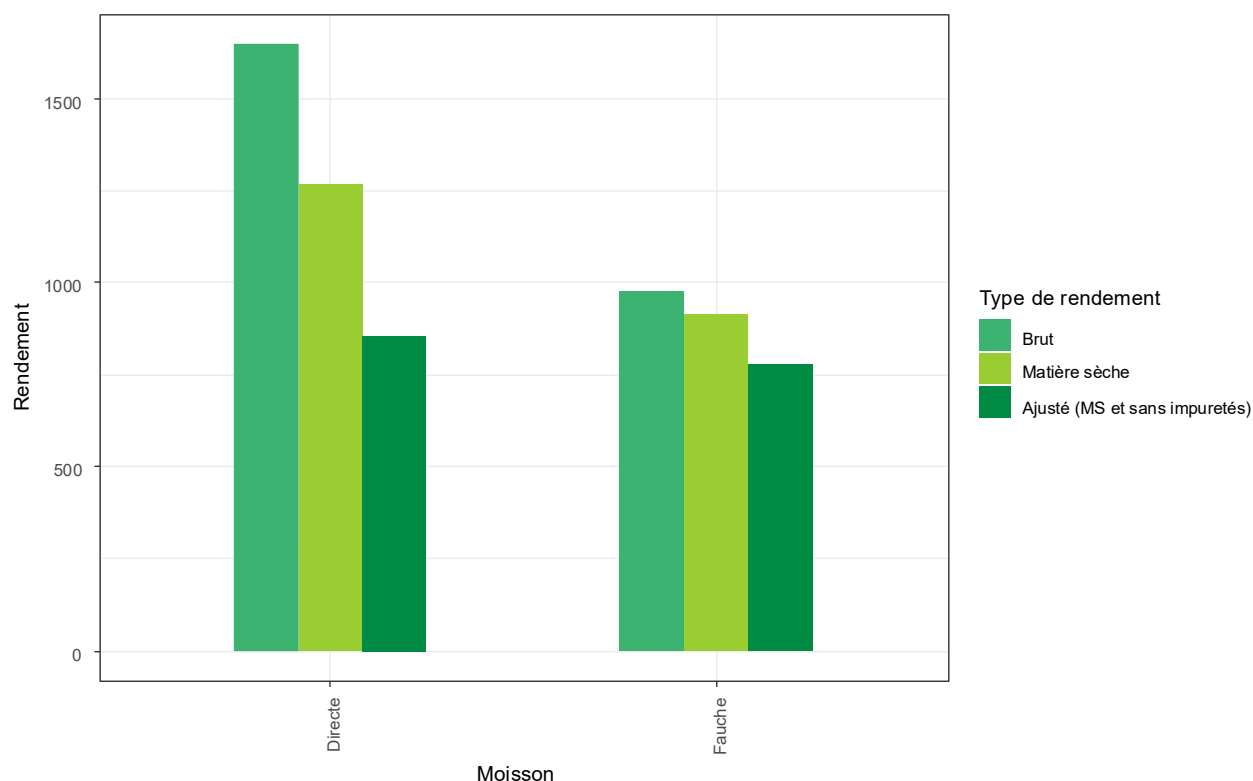


Figure 4. Rendements moyens ($n=3$) brut (kg/ha), en matière sèche (kg MS/ha) et ajusté (kg MS /ha sans impuretés) de l'association lentille-moutarde selon deux techniques de récolte : en directe et en fauchage-andainage avant moisson.

Les rendements en matière sèche ajustés (c'est-à-dire sans prise en compte des impuretés) apparaissent similaires entre les deux modalités de récolte (Figure 4), de même que les proportions relatives des différents composants du mélange (Table 4). Le fauchage-andainage conduit néanmoins à un produit final présentant une teneur en impuretés plus faible (Figure 5), les adventices étant desséchées puis éliminées avec les pailles lors de la moisson. Toutefois, cette opération supplémentaire comporte certaines contraintes. Elle ne doit pas être appliquée aux espèces à forte propension à l'égrenage, ni réalisée sous conditions thermiques élevées ou à maturité complète des espèces d'intérêt, afin de limiter les pertes. Cette année, la lentille s'est moins

développée dans la moutarde ; combinée à un sol irrégulier et caillouteux, cela a limité la possibilité de récolter à ras. Une perte des premiers étages de gousses a ainsi été observée.

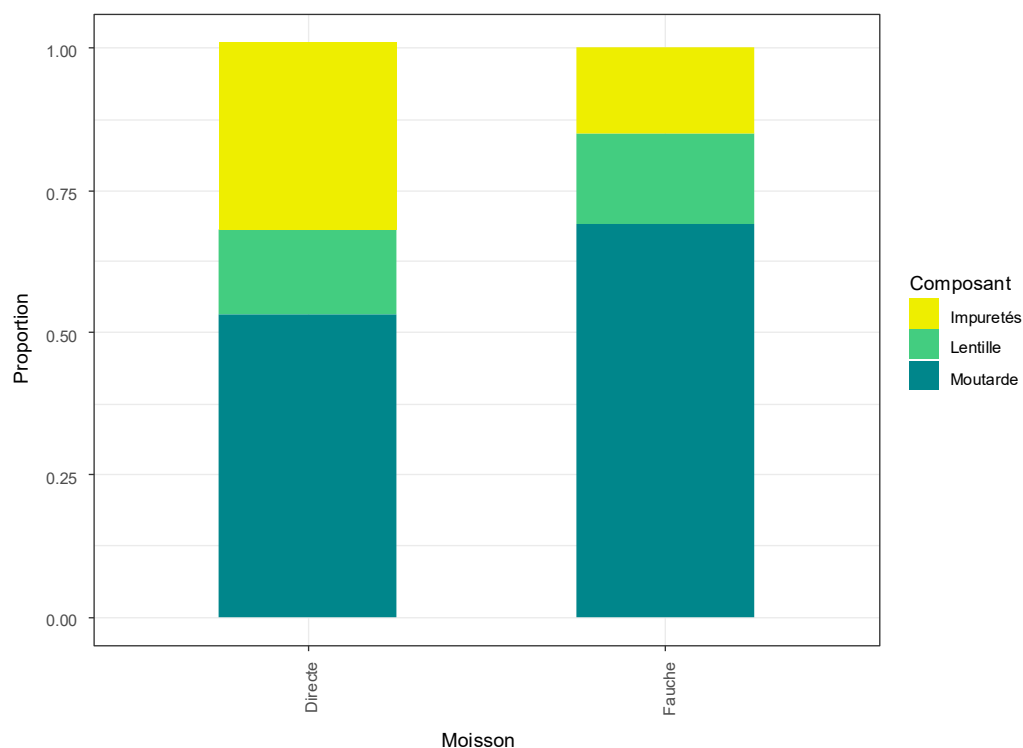


Figure 5. Proportions moyennes (n=3) des composants dans le mélange selon deux techniques de récolte : en directe et en fauchage-andainage avant moisson.



Figure 6. Barre de coupe pour la fauche-andainage (A). Andain de lentille-moutarde (B). Echantillon issus de moisson en fauche-andainage (C - gauche) et en directe (C - droite).

Essai comparatif d'un pois protéagineux d'hiver classique et d'un pois protéagineux *Hr* associé.

Les variétés de pois protéagineux de type *Hr*, sensibles à la photopériode, présentent plusieurs avantages agronomiques. Leur cycle de développement est ralenti durant l'automne et l'hiver, ce qui autorise un semis précoce sans risque d'avancée phénologique excessive. Cette caractéristique favorise une implantation

régulière et limite l'exposition des stades sensibles aux gelées hivernales ou printanières. En allongeant la durée totale du cycle cultural, ces variétés optimisent l'utilisation de la période de croissance, avec un potentiel accru de production de biomasse et une meilleure valorisation des ressources disponibles. Par ailleurs, leur introduction dans l'assolement contribue à diversifier les rotations, à potentiellement étaler les calendriers de travaux agricoles.

A Libramont, un essai en micro-parcelles a été semé le 24/10/2024 afin de comparer le développement de la variété de pois protéagineux *Hr* (Flambo) à celle d'un pois protéagineux classique (Furtif), toutes deux associées à de l'orge deux rangs (Suez). Les espèces ont été semées en mélange à 50% de leur dose pleine (Table 5).

Table 5. Caractéristique et densité de semis des espèces de pois protéagineux et d'orge d'hiver. FG% : Faculté Germinative ; PMG : Poids de Mille Grains

Espèce	Variété	FG%	PMG	grain/m ²	kg/ha
Pois	FURTIF	0,97	210	90	189
Orge	SUEZ		42,5	400	170
Pois <i>Hr</i>	FLAMBO	0,91	162	90	146

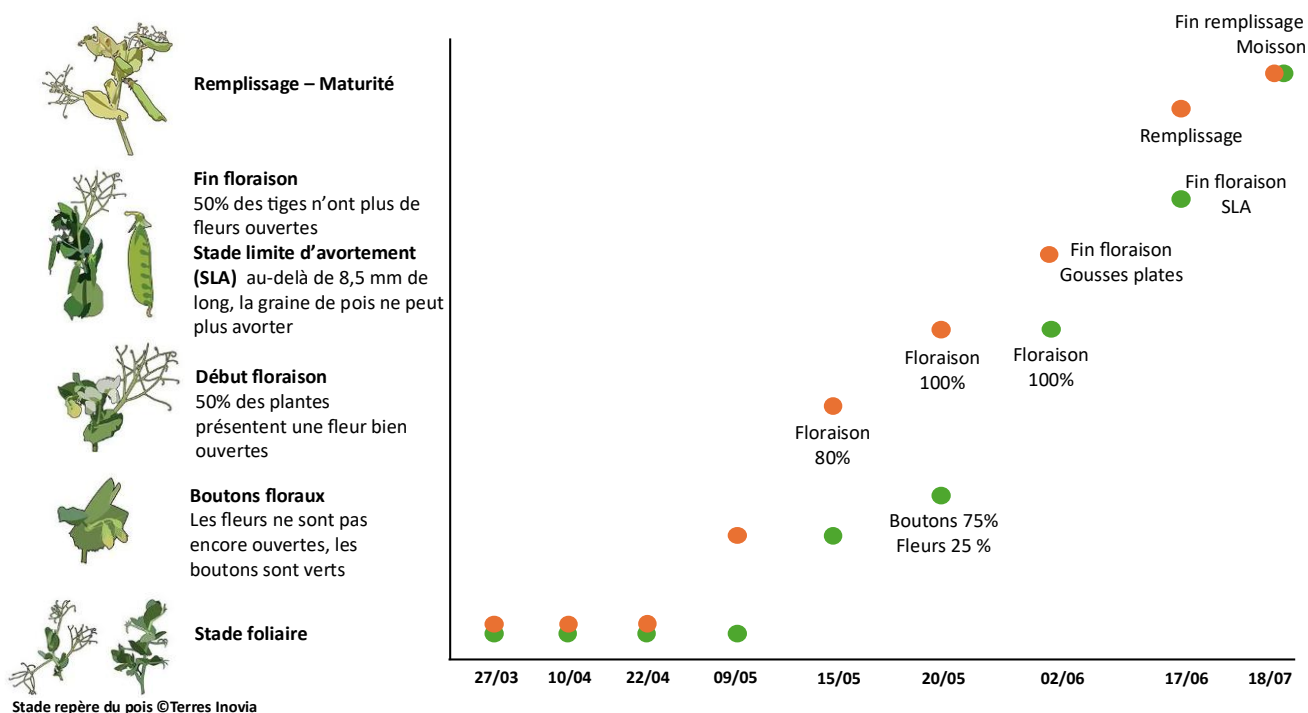


Figure 7. Suivi des deux types de pois protéagineux *Hr* (vert) et classique (orange) suivant les stades repères proposés par Terres Inovia au cours de la saison de croissance.

Les stades repères de développement ont été suivis pour les deux variétés de pois protéagineux (Figure 7). Une différence notable de développement a été observée : le pois *Hr* amorce son développement plus tardivement que le pois classique. Comme attendu, le pois *Hr* présente un port plus rampant durant les premières semaines,

tandis que le pois classique adopte rapidement un port dressé. Tout au long de la saison, le pois classique reste en avance sur le pois *Hr* selon les stades repères de développement (Figure 7 et exemple Figure 8A). La taille des plantes était par contre plus importante pour le pois *Hr* comparativement au pois classique et à la céréale associée. Des épisodes orageux ont provoqué des dégâts de verse pour les modalités associées au pois *Hr*, la céréale ayant été submergée par la taille de la légumineuse.



Figure 8. Développement des gousses au 02/06/2025 pour le pois classique (A : gauche) et le pois *Hr* (A : droite). Différence de taille des plantes entre le pois classique (B : avant plan) et le pois *Hr* (B : arrière-plan, en fleur). Différence de taille entre le pois *Hr* (C : arrière-plan) et l'orge (C : avant plan).

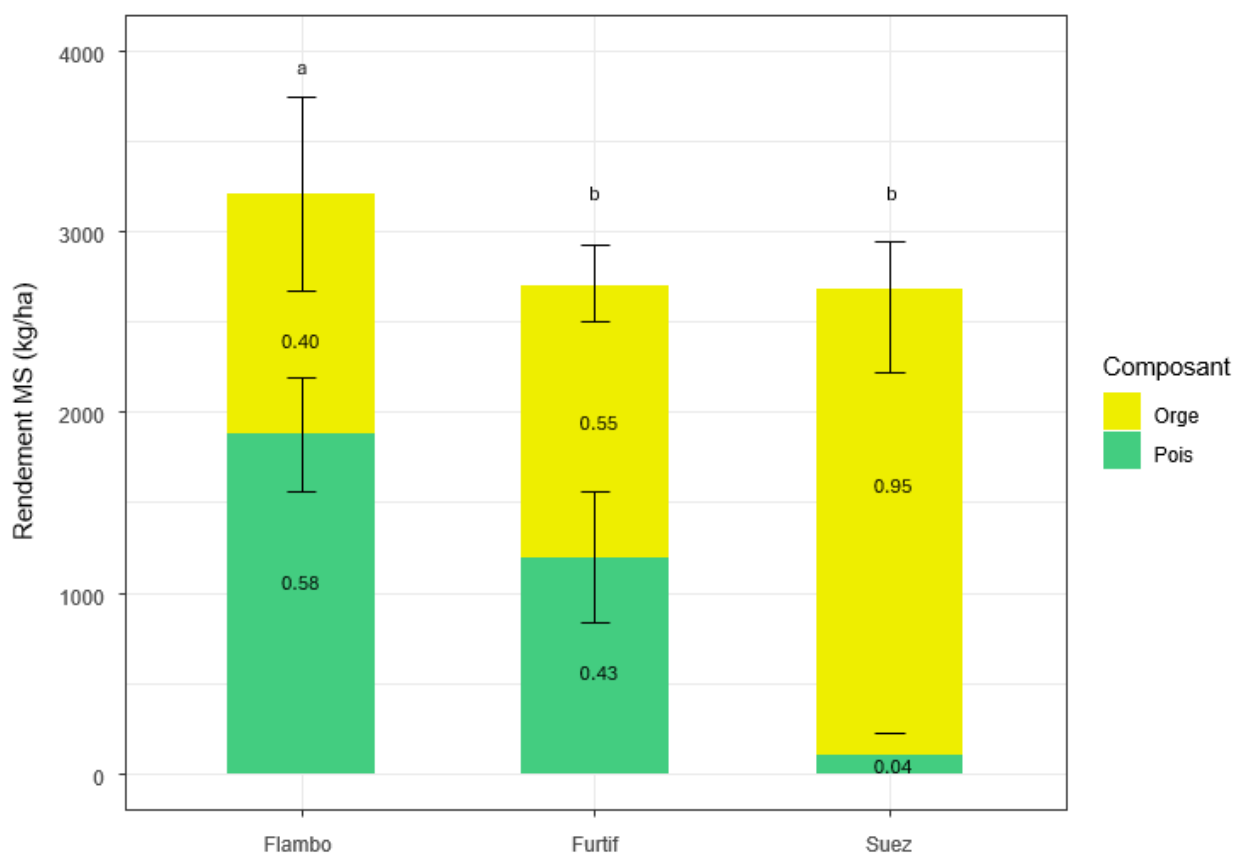


Figure 9. Rendements moyens (n=6) en matière sèche (MS) et proportion des composants pour les associations de pois protéagineux *Hr* (Flambo) et classique (Furtif) avec de l'orge (Suez). Test ANOVA et test post-hoc de Tukey, deux lettres différentes indiquent une différence de rendement total significative au seuil $\alpha = 5\%$.

Après récolte, on peut observer un rendement MS moyen total plus élevé pour l'association avec le pois *Hr* (Figure 9). Les proportions en pois dans le mélange sont également plus élevées que celle du pois classique (Table 6). La faible proportion de pois observée dans la modalité orge pure est attribuable à la contamination mécanique lors de la récolte et à la persistance de résidus dans les différentes parties de la moissonneuse.

Table 6. Rendements moyens (n=6) en matière sèche (MS) et proportion des composants pour les associations de pois protéagineux *Hr* (Flambo) et classique (Furtif) avec de l'orge (Suez). Test ANOVA et test post-hoc de Tukey, deux lettres différentes indiquent une différence significative.

Modalité		Rendement MS		Proportion			
		kg MS/ha		Légumineuse		Céréale	
Flambo	(n=6)	3264,1	a	0,58	a	0,40	a
Furtif	(n=6)	2765,9	b	0,43	b	0,55	b
Suez	(n=6)	2699	b	0,04		0,95	

La variété de pois *Hr* Flambo a également été cultivée en champ chez un agriculteur du réseau, dans le but initial de comparer deux dates de semis en association avec des espèces adaptées. L'association colza-pois *Hr* a été

semée début septembre, tandis que l'association froment–pois *Hr* a été semée fin octobre. Cependant, un orage violent survenu le soir du semis précoce a glacé le sol, riche en argile, entraînant une levée très faible du colza et du pois (*environ 5 pieds/m²*). Un sur-semis de froment en dose pleine a été réalisé fin septembre.

À la sortie de l'hiver, la présence du pois *Hr* était trop faible que pour permettre une comparaison pertinente entre les deux dates de semis. Pour l'association froment–pois *Hr*, le rendement moyen en matière sèche à la récolte a été de 4890 kg/ha, avec 93 % de froment et 7 % de pois dans le mélange. Le redressement tardif du pois *Hr* a également été observé.

Essai exploratoire d'échantillonnage de lots de cultures associées

Une réflexion émanant principalement de l'amont de la filière visait à évaluer, au plus proche de la réalité, les proportions dans les mélanges commercialisés avant triage chez les négociants. Dans ce cadre, un protocole d'échantillonnage des bennes devait être testé, avec triage en direct. Cependant, en raison du flux tendu durant les moissons, du temps limité pour les entrepreneurs, des pannes du trieur et de la difficulté à imposer l'échantillonnage chez certains clients, il a été décidé, en dernier recours, de procéder à un échantillonnage de lots plutôt que directement sur les bennes. Cinq lots, provenant de différents agriculteurs, ont été échantillonnés selon le protocole initialement prévu pour les bennes, à savoir la prise de 9 échantillons selon un schéma (Figure 10) à l'aide d'une sonde en aluminium se composant de deux tubes, non compartimentés, disposés l'un dans l'autre, comportant des ouvertures (8 slots) de 122 x 22 mm (Figure 10). D'un diamètre de 35 mm et d'une longueur de 2000 mm, le volume de cette sonde est de 700 ml.

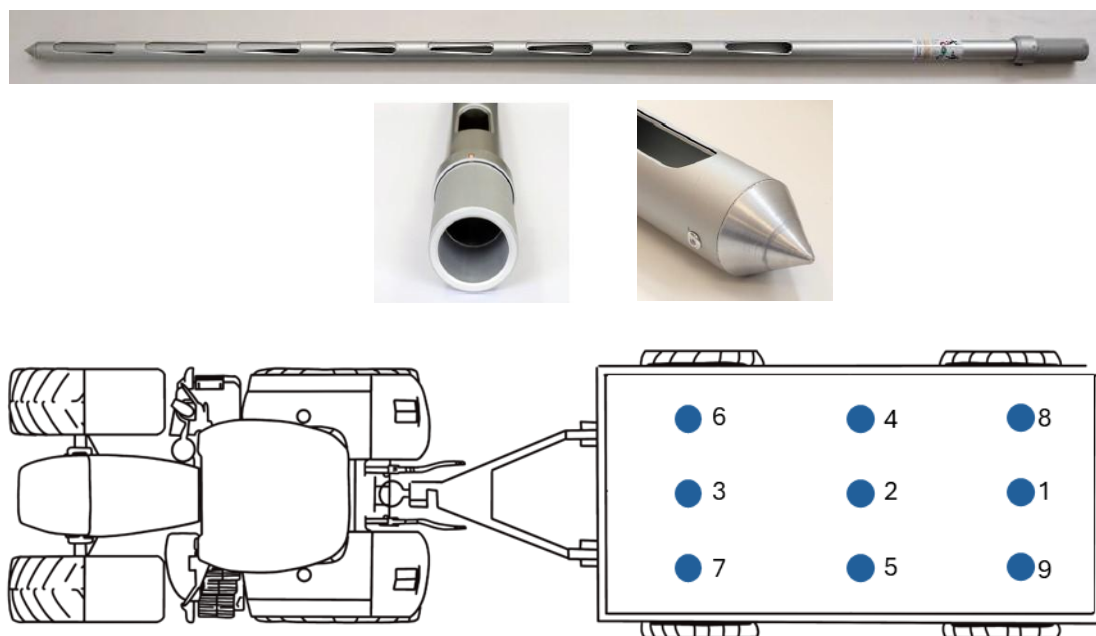


Figure 10. Sonde en aluminium à double tubes (au-dessus). Schéma d'échantillonnage (en dessous)

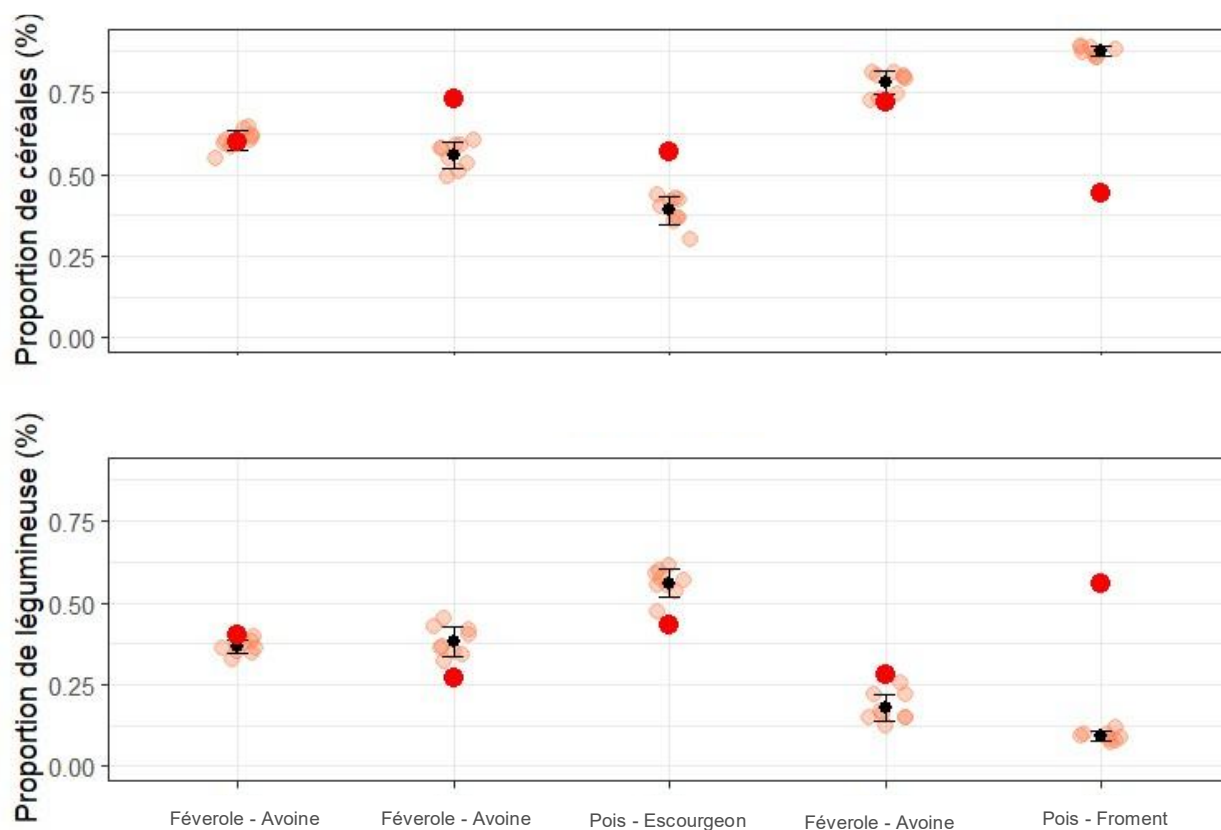


Figure 11. Proportions moyennes ($n=9$) $\pm$ l'écart-type des composants (céréale et légumineuse) de cinq lots distincts. Les valeurs moyennes des 9 échantillons (points transparents orangés) sont représentés par le point noir. La valeur obtenue suite au tri total du lot à l'aide du trieur mobile est représentée par le point rouge.

Le même protocole d'échantillonnage a été appliqué indépendamment de la taille et de la forme des lots puisque l'objectif principal est d'obtenir un protocole standard. De manière générale, certaines moyennes issues de l'échantillonnage se rapprochent des valeurs de référence fournies par le tri intégral mais des écarts sont néanmoins observés (Figure 11) ne permettant pas de valider le schéma d'échantillonnage proposé. Afin d'aller plus loin et de comprendre ses écarts, l'opération devrait être réitérer sur des bennes de différentes tailles et ayant suivi différents types de parcours, plutôt que sur des tas, ce afin de mieux prendre en compte les phénomènes de dé-mélange.

2. Conclusions exhaustives d'interprétation des résultats

L'analyse des freins à la mise en place et à la valorisation des cultures associées avec des protéagineux, en production biologique, met en évidence des interactions complexes entre facteurs agronomiques, logistiques et économiques. Le manque de connaissances et l'expérience limitée entraînent une prise de risque pour les agriculteurs. Cette prise de risque limite la surface cultivée et conduit à la production de faibles volumes difficiles à valoriser. Cette situation engendre des coûts supplémentaires liés au tri, au stockage et à la collecte, renforçant la perception de risque. La variabilité des rendements et la qualité des récoltes, influencées par les conditions climatiques, les ravageurs et les difficultés de désherbage, compliquent également la valorisation, tandis que la demande limitée et la concurrence étrangère restreignent les débouchés.

Pour lever ces freins, des solutions systémiques ont été identifiées : amélioration des pratiques agronomiques (choix des espèces, fauchage-andainage, séchage), optimisation logistique (échantillonnage représentatif, stockage territorial, mutualisation des outils de triage), et renforcement de la valorisation (décorticage, label de qualité, nouvelles formes de transformation). Ces mesures montrent l'importance d'une approche collaborative et coordonnée entre agriculteurs et acteurs de la filière pour sécuriser la production et la valorisation des cultures associées et en favoriser le développement durable en production biologique.

Les essais réalisés, bien que limités dans le temps et sans répétition des modalités, apportent des éléments intéressants pour orienter la réflexion et les recherches futures sur les cultures associées. L'association lentille-moutarde, testée sur 2 hectares à l'EPASC, a permis de comparer la récolte directe et le fauchage-andainage. Les rendements en matière sèche ajustée étaient similaires entre les deux modalités, de même que les proportions de lentille et de moutarde dans le mélange. Cependant, le fauchage-andainage a permis de réduire significativement la teneur en impuretés, les adventices étant desséchées avant moisson. Cette technique comporte toutefois des contraintes : elle n'est pas adaptée aux espèces sensibles à l'égrenage et doit être réalisée sous des conditions climatiques favorables.

L'essai comparatif entre le pois protéagineux classique et le pois *Hr* associé à de l'orge a mis en évidence plusieurs avantages agronomiques de ce dernier. Le pois *Hr*, sensible à la photopériode, développe son cycle plus lentement en automne et en hiver, permettant un semis précoce sans risque phénologique excessif et une meilleure implantation. Les résultats montrent un rendement en matière sèche plus élevé pour l'association avec le pois *Hr*, ainsi qu'une proportion plus importante de légumineuse dans le mélange, suggérant son potentiel pour optimiser la biomasse et diversifier les rotations culturales. Les observations semblent confirmer qu'il peut être semé plus tôt tout en restant résistant aux gels de fin d'hiver. Ce type de pois est à réserver pour être associé à une culture de céréale d'hiver.

Enfin, l'exploration d'un protocole d'échantillonnage pour les cultures associées a révélé la difficulté d'obtenir une représentativité fiable. Bien que certaines moyennes issues des échantillons se rapprochent des valeurs obtenues par tri intégral, des incohérences ont été observées, suggérant que la méthode peut générer des biais selon la nature du mélange, la taille et la forme des lots, ou l'hétérogénéité de la composition des bennes. Ces résultats soulignent la nécessité d'affiner le protocole et de poursuivre les recherches pour garantir la fiabilité

de l'échantillonnage et construire un protocole standard, étape clé pour la valorisation et la commercialisation des mélanges mais celui-ci doit impérativement se faire à l'échelle de la benne comme initialement prévu.

3. Liste des livrables du projet acquis pendant la recherche

Les itinéraires phytotechniques existants ont été résumés sous forme de schéma (Annexe 1) et les freins et leviers soulignés par l'amont (Annexe 2) et l'aval (Annexe 5) de la filière ont été identifiés.

Les descriptions des itinéraires techniques co-développés au cours du projet ont été compilées sous forme de fiches techniques (Annexe 6) et le bilan économique à l'échelle de la culture a été évalué pour chacun d'entre eux (Annexe 7).

Les livrets des coins de champ organisés en 2024 et 2025 ont été distribués aux participants (Annexe 8 et 9)

Les résultats et livrables issus de ce projet feront l'objet d'un dossier complet dans la revue Itinéraire Bio afin d'être diffusés largement vers le secteur agricole.

Un des objectifs du projet était de mettre en évidence les freins et les leviers liés aux cultures associées, tout en favorisant la mise en relation d'acteurs de la filière qui se rencontrent rarement. Les résultats issus des échanges participatifs et des suivis de terrain se sont révélés riches d'enseignements, mais la forte variabilité des essais, liée aux attentes des agriculteurs, aux conditions climatiques et aux contraintes rencontrées, a nécessité de fréquentes adaptations et ajustements.

La temporalité décalée entre la saisonnalité des essais et le temps nécessaire à leur interprétation et à la mise en œuvre des adaptations induit des délais de réaction prolongés, nécessitant un temps d'observation supérieur à la durée initiale du projet pour dégager des conclusions consolidées. Les pistes de réflexion à approfondir sont présentées dans la section « Perspectives ».

Au regard de l'état actuel des connaissances et du développement de la filière, ce projet a permis d'amorcer une dynamique collective et d'initier une réflexion sur les solutions techniques à explorer. Toutefois, les modalités de mise en œuvre ainsi que les conditions de réussite de ces solutions doivent encore être affinées afin d'en objectiver la pertinence et le potentiel réel pour la filière.

4. Vulgarisation

Le projet AssoBIO a été mis en avant lors de différents événements du monde agricole et du grand public.

Au travers de posters (Annexe 10) et de matériels didactiques, les sujets de l'association de cultures, du développement de cette filière et des freins liés à cette dernière ont pu être abordés lors du Festival de l'Agroécologie et de l'Agriculture de Conservation (19-20/06/2024), du salon Biowall'Innov (05/07/2024) et de la Foire agricole de Libramont (28-31/07/2023, 26-29/07/2024 et 25-28/07/2025).

Le projet AssoBIO a également fait l'objet d'un post Facebook le 12 avril 2024 ainsi que d'une fiche dans la nouvelle version du recueil "La recherche en production biologique au CRA-W" (<https://www.cra.wallonie.be/fr/la-recherche-en-production-biologique-au-cra-w>).

Une visite de type “coin de champs” a été organisée le 22/07/2024 à l’EPASC pour discuter de l’association lentille-moutarde mise en place dans le cadre du projet. Elle a mobilisé une vingtaine de professeurs et étudiants, acteurs des filières et agriculteurs.

Le projet AssoBIO a fait l’objet d’un article de presse dans le Sillon Belge en date du 09 janvier 2025 sous le titre « Soutenir le développement de la filière « cultures associées » en comprenant ses enjeux » : <https://www.sillonbelge.be/14023/article/2025-01-09/soutenir-le-developpement-de-la-filiere-cultures-associees-en-comprenant-ses>

Le 24/06/2025, un coin technique s’est tenu dans la région d’Erezée, avec pour objectif de présenter les atouts et contraintes des légumineuses en association, depuis la conduite au champ jusqu’à la collecte. Plus d’une vingtaine de participants, agriculteurs, conseillers et acteurs de l’aval, ont pris part à l’événement. Au cours de l’après-midi, une dizaine de cultures, associées ou présentant un potentiel d’association, ont servi de support aux échanges techniques. La rencontre s’est clôturée par un temps de discussion collective, permettant à la fois de restituer les résultats d’un précédent atelier réunissant les acteurs de la filière bio des associations céréale-légumineuse à graines, et de mettre en lumière deux opérateurs de l’aval susceptibles d’offrir des débouchés spécifiques pour certaines cultures.

5. Brevets - Publications

Le projet AssoBIO a été décrit durant une présentation orale (« Participatory science for agroecological transition : changes are also observed on the research side ») réalisée à distance par Pénélope Lamarque pour la conférence internationale de l’European Citizen Science Association 2024 à Vienne (05/04/2024 ; https://2024.ecsa.ngo/images/Images/2024/ECSA2024_PROGRAMME6.pdf). Suite à cette présentation nous avons été invités à faire une présentation lors de la première discussion en ligne de l’Agroecology Partnership (24/04/2024 ; https://akademie.ages.at/1st_conversation_on_agroecology_-_the_role_of_agricultural_knowledge_and_innovation_system_akis_for_agroecology)).

Le projet AssoBIO a été présenté lors d’une présentation orale et d’un poster le 25/03/2025 à Gembloux pour l’événement : « Stronger together : researchers from Wallonia and Flanders join hands for organic farming. Présentation orale: Participative multi-actor research in organic cropping systems: reduced tillage (ABC project) and protein intercrops (AssoBIO project), A. Fockede, M. Campion and P. Lamarque
Poster: Obstacles and opportunities to the development of protein intercrops sector, M. Campion and P. Lamarque (Annexe 11).

6. Perspectives de valorisation

Les premières données disponibles suggèrent, en cohérence avec les retours de terrain des acteurs, que la technique de fauche-andainage pourrait présenter un intérêt dans de nombreux cas de cultures associées (maturités asynchrones, gestion des impuretés liées aux adventices, etc.). Il serait pertinent de poursuivre les essais comparatifs entre cette méthode et la récolte directe, en intégrant également une analyse économique (coût supplémentaire lié au double passage, mais compensations possibles par une réduction des frais de triage

et de séchage). Ces premières observations pourraient par ailleurs faire l'objet d'une communication courte, par exemple dans *Itinéraires Bio*, afin d'informer les agriculteurs de la démarche en cours.

La mise en place d'un protocole standardisé d'échantillonnage des bennes constitue une perspective essentielle pour fiabiliser l'évaluation des proportions dans les mélanges avant triage. Les premiers résultats obtenus sont encourageant mais devraient être confortés en mobilisant un plus grand nombre de situations : diversité d'espèces, volume de benne, cheminement de ces dernières impactant le démêlage, ... Cela permettrait de proposer un schéma d'échantillonnage répondant aux attentes des différents acteurs des filières.

L'enjeu principal sera de parvenir à échantillonner un nombre représentatif de bennes, puis de confronter ces résultats soit à un tri direct (bien que difficile en pleine moisson), soit à un stockage en lots uniques (par benne) pour un triage ultérieur. Une telle démarche implique toutefois une logistique et des infrastructures adaptées (zones de stockage, organisation coordonnée avec les agriculteurs, collecteurs et chercheurs, mise en attente des lots). Sa mise en œuvre demeure complexe.

À moyen terme, la standardisation de ce protocole permettrait de fournir aux acteurs de la filière des références fiables sur la composition réelle des lots. Les premiers résultats sont encourageants et permettent d'approcher assez précisément les proportions obtenues suite au tri. Cette approche constitue un levier important pour améliorer la transparence des transactions, valoriser les cultures associées et optimiser les coûts de triage.

Il est également essentiel de poursuivre et de renforcer le travail d'échange entre les différents acteurs impliqués, afin de co-construire et valider des solutions appropriées aux différents nœuds de blocage identifiés. Ces interactions permettent non seulement de partager les expériences et les bonnes pratiques, mais aussi de co-construire des solutions adaptées aux réalités locales. Parallèlement, il convient de continuer à améliorer les connaissances agronomiques et économiques, en approfondissant l'acquisition de savoirs sur les légumineuses et en mettant l'accent sur la valorisation et la gestion des risques associés, dans l'optique de réduire à la fois les contraintes réelles et la perception de risque, non seulement pour les producteurs mais également pour les acteurs de l'aval.

7. Problèmes rencontrés et actions correctives éventuellement prises

Le projet a rencontré plusieurs difficultés majeures au cours de son déroulement, liées à la fois à des événements imprévus et à des contraintes organisationnelles. Le décès d'un l'acteur clé de l'aval (directeur de la SCAR) a entraîné la transposition du projet de développement de l'infrastructure de triage bio et a compliqué la poursuite des échanges avec l'entreprise, en raison de la nécessité d'une réorganisation en son sein. Cela a mis en évidence la forte dépendance de filières vis-à-vis de personnes clés. De manière similaire, le décès d'une des personnes de contact à l'EPASC a entraîné la perte d'une partie des informations relatives à certains problèmes survenus au cours de la saison d'essai.

Le projet repose sur une approche participative, intégrant les agriculteurs du réseau dans les processus d'amélioration des itinéraires techniques existants. Ce type de fonctionnement nécessite une grande souplesse pour favoriser les échanges et la collaboration. Il est ainsi indispensable de planifier les phases d'échanges en dehors des périodes d'activité intense en champs et d'adapter les moyens de communication en fonction des interlocuteurs, tout en trouvant un équilibre entre relances nécessaires et respect du temps des participants. Il est également important de rester attentif aux changements soudains dans les décisions prises par les agriculteurs, afin de s'adapter aux aléas auxquels ils sont confrontés.

Les conditions climatiques ont également impacté le déroulement du projet. Les deux premières années culturales, un printemps atypique a limité les fenêtres de semis et retardé les opérations culturales, notamment le désherbage, ce qui a favorisé le développement des adventices et de certaines maladies, en particulier sur les pois protéagineux d'hiver. L'été pluvieux a compliqué la récolte, qui a dû être réalisée dans des fenêtres temporelles très limitées. Par ailleurs, cette dernière saison, un essai a été détruit par des sangliers malgré la présence de clôtures. Certains résultats n'ont pu être obtenus, en raison du mélange des modalités par l'aval en lien avec les faibles volumes récoltés.

Sur le plan de la coordination et du suivi des échanges avec les agriculteurs, le changement de la personne responsable du projet au terme de la première année a pu entraîner une perte de certaines informations non formelles ou non verbales lors des entretiens individuels. De plus, la communication et la remise en confiance a dû être réitérée en cours de projet avec les agriculteurs.

Par ailleurs, les difficultés associées au suivi intensif sur le terrain, au conditionnement des échantillons et à la réalisation des analyses, combinées aux aléas de terrain et aux changements de dernière minute, soulignent la nécessité de disposer d'une équipe suffisamment flexible pour faire face aux imprévus humains et organisationnels.