

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Référence du projet : D65-1422 FEVERPRO

Titre complet du projet : Contribution au développement d'une filière féverole wallonne durable par la mise en œuvre des itinéraires agronomiques innovants et par une meilleure valorisation de ses graines et coproduits.

Date de démarrage et de fin du projet :

du 01/04/2022 au 31/12/2025

Durée du projet : 36 mois

Organismes partenaires du projet

Prénom, NOM du responsable du projet	Christophe BLECKER
Fonction, titre Professeur Ordinaire	Professeur Ordinaire
e-mail	christophe.blecker@uliege.be
Téléphone 081/62.23.08	081/62.23.08
Nom de l'organisation	ULiège – GxABT – Axe Technologie Alimentaire (TA)
Adresse de l'organisation :	Passage des Déportés N°2, 5030 Gembloux - Belgique

Prénom, NOM du partenaire 2	Frédéric FRANCIS
Fonction, titre	Professeur Ordinaire
e-mail	frederic.francis@uliege.be
Téléphone	081/62.22.83
Nom de l'organisation	ULiège – GxABT – Entomologie Fonctionnelle et Evolutive
Adresse de l'organisation	Passage des Déportés N°2, 5030 Gembloux - Belgique

Prénom, NOM du partenaire 3	Aurore RICHEL
Fonction, titre	Professeur Ordinaire
e-mail	a.richel@uliege.be
Téléphone	081/62.26.33
Nom de l'organisation :	ULiège – GxABT – LBTv
Adresse de l'organisation :	Passage des Déportés N°2, 5030 Gembloux - Belgique

Prénom, NOM du partenaire 4	Jérôme PIERREUX
Fonction, titre	Ingénieur en charge de l'ASBL
e-mail	jpierreux@uliege.be
Téléphone	081/62.26.46
Nom de l'organisation	Ferme Expérimentale de Gembloux Agro-Bio Tech Asbl
Adresse de l'organisation	Passage des Déportés N°2, 5030 Gembloux - Belgique

Prénom, NOM du partenaire 5 :	Loïc DETILLEUX
Fonction, titre	coordinateur du CePiCOP
e-mail	coordinateur@cepiscop.be
Téléphone	0499/63.99.00
Nom de l'organisation	Centre Pilote Céréales et Oléo-Protéagineux (CePiCOP)
Adresse de l'organisation	Chaussée de Namur, 47, 5030 - Gembloux

1. Contexte

Le projet FEVERPRO s'inscrit dans un contexte marqué par la nécessité de renforcer l'autonomie protéique de l'Europe et de développer des sources alternatives durables aux protéines d'origine animale. Dans ce cadre, la féverole (*Vicia faba* L.) apparaît comme une culture stratégique, en raison de sa richesse en protéines, de son adaptation aux conditions pédoclimatiques de la Région wallonne et de ses bénéfices agronomiques, notamment en termes de fixation biologique de l'azote et de diversification des rotations culturales. Toutefois, le développement de cette culture reste limité par plusieurs contraintes, en particulier la sensibilité aux bioagresseurs, tels que la bruche (*Bruchus rufimanus*), qui affecte significativement la qualité des graines, ainsi que par des verrous technologiques liés à la valorisation industrielle des protéines.

C'est dans ce contexte que le projet FEVERPRO, mené à Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège) avec le soutien du Service Public de Wallonie, vise à contribuer au développement d'une filière féverole wallonne durable. L'approche adoptée repose sur une vision intégrée, combinant à la fois des travaux agronomiques et des développements technologiques. D'une part, le projet ambitionne d'améliorer la protection de la culture au champ en développant des stratégies innovantes de lutte biologique contre la bruche, en alternative aux insecticides chimiques. D'autre part, il vise à optimiser les procédés de transformation des graines, notamment à travers le fractionnement des protéines et la valorisation des coproduits, afin de renforcer la compétitivité de la filière.

Ainsi, les travaux s'inscrivent à l'interface entre production agricole, protection intégrée des cultures et innovation agroalimentaire. Ils répondent aux enjeux actuels de transition vers des systèmes agricoles plus durables, de réduction des intrants chimiques et de développement de nouvelles filières de protéines végétales, tout en soutenant la valorisation locale des productions et le développement économique régional.

2. Objectifs

Le projet FEVERPRO a pour objectif principal de soutenir le développement d'une filière féverole durable en Région wallonne, en agissant à la fois sur les leviers agronomiques et technologiques. Dans un contexte de transition vers des systèmes alimentaires plus durables et de recherche d'alternatives aux protéines d'origine animale, le projet vise à renforcer la production et la valorisation de la féverole comme source locale de protéines végétales, tant pour l'alimentation humaine et animale que pour des applications bio-basées non alimentaires. Plus spécifiquement, les travaux ont poursuivi un double objectif complémentaire. D'une part, ils ont cherché à améliorer la protection de la culture au champ, en développant des stratégies innovantes de lutte contre la bruche de la féverole (*Bruchus rufimanus*), principal ravageur affectant la qualité des graines. Ces recherches se sont orientées vers la mise au point de solutions de biocontrôle, incluant l'utilisation de champignons entomopathogènes, l'étude du comportement du ravageur et l'élaboration de dispositifs exploitant ces mécanismes, dans une perspective de réduction de l'usage des insecticides chimiques et de mise en œuvre de pratiques de protection intégrée. D'autre part, le projet a visé à optimiser la valorisation des graines de féverole à travers le développement et l'amélioration de procédés de fractionnement des protéines. L'objectif était

d'augmenter la qualité, la fonctionnalité et la valeur ajoutée des fractions protéiques obtenues, tout en explorant des procédés plus durables et transposables à l'échelle industrielle, notamment par voie sèche. En parallèle, une attention a été portée à la valorisation des coproduits issus de ces procédés. Enfin, le projet a également intégré des objectifs transversaux de diffusion et de valorisation des résultats, afin de favoriser leur appropriation par les acteurs de terrain et de soutenir le développement opérationnel d'une filière féverole compétitive, innovante et durable.

3. Conclusions synthétiques d'interprétation des résultats des travaux

Les travaux réalisés dans le cadre du projet FEVERPRO permettent de dégager des conclusions synthétiques importantes quant au développement d'une filière féverole durable, en abordant de manière intégrée les enjeux agronomiques liés à la protection des cultures et les verrous technologiques associés à la valorisation des protéines. L'ensemble des résultats met en évidence la pertinence d'une approche systémique, combinant innovation biologique, optimisation des pratiques culturales et **طوير** de procédés de transformation adaptés.

Sur le plan agronomique, les recherches menées sur la gestion de la bruche de la féverole (*Bruchus rufimanus*) confirment les limites des stratégies de lutte conventionnelles, notamment en raison de l'efficacité variable des insecticides chimiques et de leurs impacts environnementaux. Dans ce contexte, les solutions de biocontrôle étudiées apparaissent comme des alternatives crédibles et prometteuses. En particulier, le champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* (souche GHA) a démontré une efficacité significative dans la réduction de la ponte et de la survie du ravageur, tout en présentant un profil compatible avec la préservation des organismes auxiliaires. Ce résultat souligne le potentiel de ces agents biologiques dans une logique de réduction des intrants chimiques et de transition vers des systèmes de production plus durables.

Toutefois, les travaux montrent également que l'efficacité de ces solutions dépend fortement des modalités d'application et de leur intégration dans des stratégies globales. Ainsi, la pulvérisation inondative de champignons entomopathogènes, lorsqu'elle est utilisée de manière isolée, ne permet pas d'atteindre des niveaux de contrôle satisfaisants. Ce constat met en évidence la nécessité d'adopter des approches combinées, fondées sur la complémentarité des leviers disponibles. À cet égard, l'optimisation des techniques de pulvérisation constitue un élément déterminant. L'utilisation de buses de type drop-peg, permettant de cibler les parties basses des plantes correspondant aux sites préférentiels de ponte, représente une avancée technique pertinente, en améliorant la précision des applications tout en limitant l'exposition des pollinisateurs.

L'un des apports majeurs du projet réside dans le développement et l'évaluation de stratégies innovantes exploitant le comportement du ravageur. L'approche dite « attract-and-infect », combinant des attractifs sémioc chimiques et des agents pathogènes, a démontré une efficacité particulièrement élevée. Les résultats obtenus, tant en conditions de laboratoire qu'au champ, mettent en évidence une réduction significative de la ponte et des infestations, ainsi qu'une capacité de transmission du pathogène au sein des populations d'insectes. Cette stratégie présente l'avantage de cibler spécifiquement le ravageur tout en limitant les impacts sur les organismes non ciblés, ce qui constitue un atout majeur dans le cadre d'une protection intégrée des cultures.

Par ailleurs, la capacité de *B. bassiana* à coloniser les plantes de féverole en tant qu'endophyte ouvre des perspectives intéressantes en matière de protection indirecte. Cette interaction plante-microorganisme pourrait contribuer à renforcer les mécanismes de défense des plantes et à limiter les dégâts causés par les larves, même si les effets observés sur le comportement d'attraction des adultes restent limités. Ces résultats mettent en évidence la complexité des interactions biologiques en jeu et soulignent l'intérêt de poursuivre les recherches dans ce domaine.

Dans l'ensemble, les travaux agronomiques démontrent que la gestion efficace de la bruche de la féverole repose sur la combinaison de plusieurs leviers complémentaires, intégrant des solutions biologiques, des techniques d'application adaptées et une prise en compte des dynamiques écologiques. Cette approche intégrée apparaît comme la plus à même de garantir une efficacité durable et de répondre aux exigences environnementales actuelles.

Sur le plan technologique, les résultats obtenus concernant le fractionnement des protéines de féverole permettent également de tirer des enseignements structurants. L'un des éléments clés mis en évidence est le rôle déterminant des pré-traitements, en particulier le décorticage et la micronisation. Ces étapes conditionnent fortement l'efficacité des procédés de séparation en favorisant la libération des protéines de la matrice végétale. Leur optimisation constitue ainsi un préalable indispensable à toute stratégie de valorisation.

L'analyse comparative des deux principales voies de fractionnement étudiées, à savoir la voie humide et la voie sèche, met en évidence des différences significatives en termes de performances et de potentiel d'industrialisation. La voie humide, bien qu'efficace à l'échelle laboratoire pour obtenir des protéines de haute pureté, présente des limitations importantes lors du passage à l'échelle pilote. Le phénomène de moussage, intrinsèquement lié aux propriétés des protéines de féverole, entraîne des pertes significatives et réduit la robustesse du procédé. Ces résultats montrent que, dans sa configuration actuelle, cette approche nécessite encore des adaptations importantes pour être pleinement opérationnelle à l'échelle industrielle.

À l'inverse, le fractionnement par voie sèche apparaît comme une alternative particulièrement prometteuse. L'optimisation progressive du procédé, notamment à travers l'utilisation de l'air-classification en cascade, a permis d'atteindre des niveaux élevés de concentration en protéines tout en conservant une bonne qualité nutritionnelle. L'identification de paramètres clés, tels que le seuil de coupure granulométrique optimal, constitue une avancée importante pour le pilotage et la reproductibilité du procédé. En outre, cette approche présente des avantages significatifs en termes de durabilité, en raison de sa faible consommation en eau et de sa simplicité de mise en œuvre.

Les propriétés fonctionnelles des fractions protéiques obtenues renforcent également l'intérêt de cette voie. Leur capacité d'hydratation, leurs propriétés interfaciales et leur comportement moussant les rendent compatibles avec de nombreuses applications alimentaires, notamment dans le domaine des protéines végétales transformées. Ces résultats confirment le potentiel de la féverole comme matière première pour le développement de nouveaux ingrédients, en phase avec les évolutions du marché et les attentes des consommateurs.

Malgré ces avancées, certains verrous techniques subsistent, notamment en ce qui concerne les pertes de matière lors du fractionnement à sec. Toutefois, ces limitations apparaissent comme des défis d'ingénierie susceptibles d'être surmontés par des optimisations techniques, contrairement aux

contraintes plus structurelles observées pour la voie humide. Ainsi, le projet met clairement en évidence la pertinence du fractionnement par voie sèche comme solution prioritaire pour une valorisation industrielle de la féverole.

En conclusion, les résultats du projet FEVERPRO démontrent l'intérêt d'une approche intégrée, combinant innovations agronomiques et technologiques, pour soutenir le développement d'une filière féverole durable. Ils mettent en évidence le potentiel des solutions de biocontrôle pour une gestion respectueuse de l'environnement des ravageurs, ainsi que celui des procédés de fractionnement optimisés pour la production d'ingrédients à haute valeur ajoutée. Ces travaux constituent une base solide pour le transfert vers des applications opérationnelles et ouvrent des perspectives concrètes en matière de développement de filières locales de protéines végétales, contribuant ainsi aux objectifs de transition agroécologique et alimentaire.

4. Impact actuel sur l'agriculture wallonne et perspectives futures de cet impact

Les résultats du projet FEVERPRO ont d'ores et déjà un impact tangible sur l'agriculture wallonne, en particulier dans le contexte du développement des cultures protéagineuses et de la transition vers des systèmes de production plus durables. En apportant des solutions concrètes à la fois pour la protection de la féverole et pour la valorisation de ses graines, le projet contribue à lever plusieurs freins majeurs à l'extension de cette culture en Wallonie. En particulier, les avancées réalisées en matière de lutte contre la bruche (*Bruchus rufimanus*) permettent d'envisager une amélioration significative de la qualité des récoltes, répondant ainsi à une problématique centrale pour les agriculteurs et les opérateurs de la filière.

L'introduction de stratégies de biocontrôle, telles que l'utilisation de champignons entomopathogènes et le développement de dispositifs d'attraction-infection, constitue une évolution importante vers des pratiques agricoles moins dépendantes des insecticides chimiques. Ces approches s'inscrivent pleinement dans les objectifs régionaux et européens de réduction des intrants phytosanitaires et de préservation de la biodiversité fonctionnelle. Leur mise en œuvre, en combinaison avec des techniques de pulvérisation adaptées et des pratiques culturales raisonnées, offre aux agriculteurs des perspectives concrètes pour une gestion intégrée et durable des ravageurs.

Par ailleurs, les résultats obtenus en matière de fractionnement des protéines renforcent l'intérêt économique de la féverole en tant que culture de diversification. Le développement de procédés performants, en particulier par voie sèche, ouvre des perspectives de valorisation locale des graines à plus forte valeur ajoutée, notamment dans le secteur agroalimentaire. Cette dynamique est susceptible de stimuler l'émergence de filières régionales de transformation, contribuant ainsi à renforcer l'ancrage territorial de la production et à améliorer la rentabilité pour les producteurs.

À moyen et long terme, les perspectives d'impact du projet sont particulièrement prometteuses. Sur le plan agronomique, la poursuite des travaux d'optimisation des stratégies de biocontrôle et leur validation à plus grande échelle pourraient favoriser une adoption progressive par les agriculteurs. Sur le plan industriel, le transfert des procédés de fractionnement vers des échelles préindustrielles puis industrielles constitue une étape clé pour structurer une filière féverole compétitive. Enfin, l'intégration

de ces différentes innovations dans une approche systémique, allant de la production à la transformation, pourrait positionner la féverole comme un pilier du développement des protéines végétales en Wallonie.