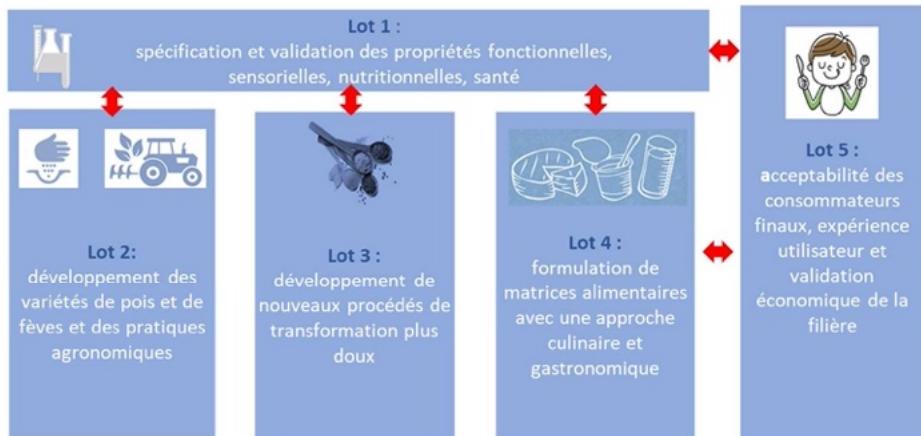


Développer une filière française de sources végétales (protéines de pois et de féverole) et de proposer des solutions alternatives aux produits laitiers, saines et durables

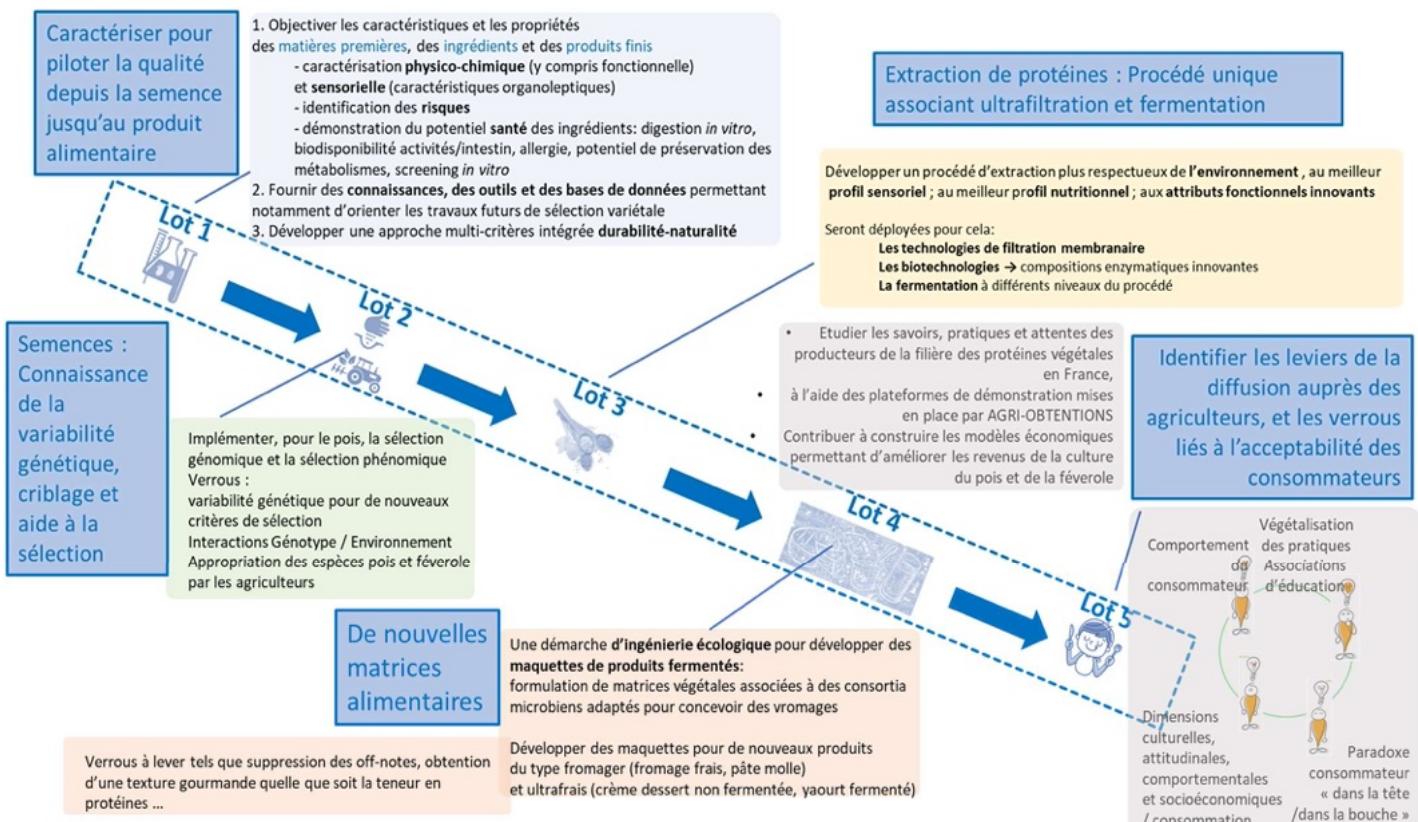
11,4 M€

8,3 M€ d'aides de l'Etat
(France 2030)

8 Unités INRAE (BIA, SAYFOOD, AGROECOLOGIE, BIOECOAGRO, UNH, STLO, CARMEN, SQPOV :
4M€ d'aides)



bpifrance



<https://www.inrae.fr/actualites/alinoveg-innover-alimentation-dorigine-vegetale-lancement-dun-projet-collaboratif-ambitieux-soutenu-letat-cadre-france-2030-operé-bpifrance>

Le projet BBSoCoul « Blé dur Bio SOus COUverts permanents de Luzerne »

soutenu par France Agri-Mer (2024-2027 ; portage Jacques David, Institut Agro, Alain Baranger, INRAE et Mathieu Marguerie, Arvalis), vise à sélectionner le blé dur (notamment sous forme de matériel biologique hétérogène) et la luzerne pour leur adaptation à un itinéraire technique innovant de culture sous couvert, faisant intervenir des équipements de semis, fauche, et phénotypage de précision. Le projet regroupe l’Institut Agro, INRAE (équipes Ge²Pop-UMR AGAP et AgroTIC-UMR ITAP, UE Diascope), Arvalis, RAGT semences, Agri-Obtentions, et Alpina Savoie.

Un réseau pour accélérer la création et la diffusion de progrès génétique chez les légumineuses : le projet BELIS



BELIS

Breeding European Legumes
for Increased Sustainability

Bernadette Julier, membres du comité exécutif
INRAE, URP3F, 86600 Lusignan, France
bernadette.julier@inrae.fr

Par et pour les acteurs concernés par la sélection des légumineuses

- BELIS est un projet d'innovation de 5 ans soutenu par Horizon Europe. Il vise à accélérer le progrès génétique et améliorer les structures de gouvernance du secteur de la sélection des légumineuses afin d'accroître sa compétitivité dans l'UE et les pays associés

Les facteurs limitant la culture des légumineuses pourraient être surmontés grâce à une sélection génétique utilisant les outils modernes. Les nouvelles variétés ainsi créées pourraient alors être mises sur le marché, au bénéfice des agriculteurs et de l'industrie.

Objectifs de BELIS

L'ambition de BELIS est de mettre en place les conditions d'une sélection des légumineuses économiquement viable pour les sélectionneurs, permettant une diffusion continue de variétés adaptées aux exigences des agriculteurs, des consommateurs et de l'industrie. Cette ambition sera atteinte en répondant à trois objectifs :

- Développer des **méthodes et outils pour des programmes de sélection rentables** ; fournir des preuves de concept, avec et pour les sélectionneurs : phénotypage, outils de sélection génomique, méthodes de sélection innovantes.
- Faciliter l'environnement économique et réglementaire : inscription des variétés, tests et recommandations de variétés, et nouveaux modèles commerciaux basés sur les tendances du marché et du climat et intégrant différents modèles de financement et acteurs de la chaîne de valeur.
- Mettre en œuvre un **transfert d'innovation** efficace, ambitieux et durable grâce à un **réseau** de sélectionneurs et d'acteurs de la recherche scientifique, des services de vulgarisation et des industries des semences, de l'agroalimentaire et de l'alimentation animale, ainsi que par le biais d'un **portefeuille de formations**.

Concept et structure du projet

BELIS considère les aspects scientifiques, techniques et organisationnels des différentes étapes de sélection des légumineuses afin de proposer des innovations. BELIS est composé d'une tâche (T) de coordination et de gestion et de six tâches techniques et scientifiques répondant au concept du projet.



- Méthodologie de la **sélection** et valorisation de la **diversité génétique**.
- Efficacité du **système d'inscription** des variétés.



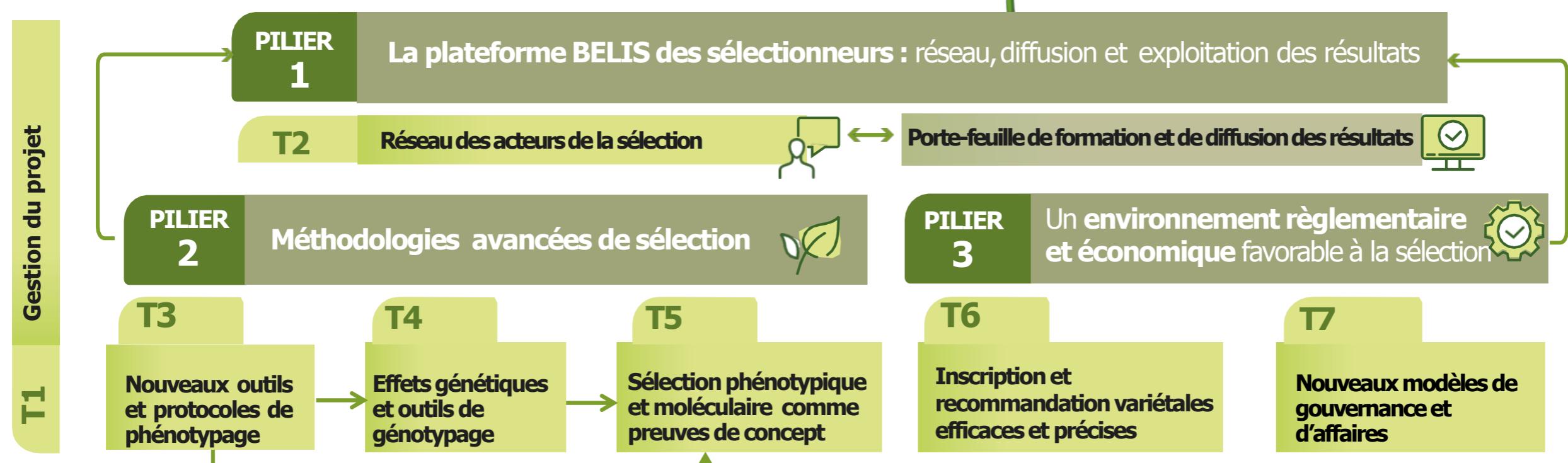
Sept fourragères

Luzerne, trèfle violet, trèfle blanc, trèfles annuels, sainfoin, lotier et vesce.



Sept graines

Pois, féverole, soja, lupin blanc, lentille, pois chiche, haricot.



Pour rejoindre le réseau BELIS: info@belisproject.eu

www.belisproject.eu

www.twitter.com/BELIS_EU

www.linkedin.com/company/belis-project

INRAE

ILVO

crea

CSIC

CPSBB

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Fachhochschule Südwestfalen
University of Applied Sciences

ICARDA

CGIAR

GEVES

CIHEAM ZARAGOZA

Terres Inovia

Funded by
the European Union

Louis Bolk
Instituut

Cérence

DSV

IRAGT Zn

DLF

AARHUS
UNIVERSITY

Norwegian
University
of
Life
Sciences

Agrovegetal

LITHUANIAN
INSTITUTE
FOR
AGRICULTURE
AND
FORESTRY

ao
gen Osteons

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

ETH
zürich

PGRO

mobnova

Y

GR
plant
research

sicasov

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

KWS

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EAER
Agroscope
Swiss Confederation

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

The project has received funding from the Horizon Europe research and innovation programme under the Grant Agreement N°101081578.

Co-construire des filières courtes et de taille intermédiaire pour valoriser la biodiversité cultivée dans l'alimentation

Projet développé dans le cadre du programme européen de recherche & innovation Horizon 2020

CONTEXTE

Alerte, la biodiversité cultivée est en déclin ! Trois espèces végétales seulement (blé, maïs, riz) constituent 60% des calories d'origine végétale consommées à travers le monde (FAO).

Et si on inversait la tendance, en s'appuyant sur l'agroécologie et sur l'intérêt croissant des consommateurs pour des produits végétaux naturels, sains et locaux ?

Des agriculteurs et transformateurs locaux sont déjà engagés en ce sens !

Ces initiatives ouvrent de **nouvelles voies d'innovation dans les territoires**, vers des filières courtes et de taille intermédiaire valorisant la biodiversité cultivée et ses bénéfices, des semences aux assiettes.

OBJECTIFS

Le projet DIVINFOOD vise à **faciliter et valoriser l'utilisation d'espèces sous-utilisées ou négligées à chaque étape des filières alimentaires** (sélection variétale, production, transformation, commercialisation, consommation).

L'objectif est de **diversifier l'alimentation en diversifiant les espèces cultivées** et en préservant leurs qualités nutritionnelles lors de leur transformation.

En ciblant les céréales mineures et les légumineuses, l'agroécologie, les transformations douces et les filières plus courtes, DIVINFOOD est un **levier pour la transition agroécologique et alimentaire**.



LIVING LABS

Le projet s'appuie sur **9 living labs répartis dans 7 pays d'Europe**.

Chaque living lab associe une **large diversité d'acteurs** (agriculteurs, transformateurs, chefs cuisiniers, distributeurs, collectivités, consommateurs, citoyens, chercheurs, conseillers agricoles, techniciens...).

Ces acteurs partagent des expériences, produisent de nouvelles connaissances, mènent des expérimentations, les évaluent collectivement : ces living labs sont **des laboratoires à ciel ouvert, en conditions réelles !**

IMPACT

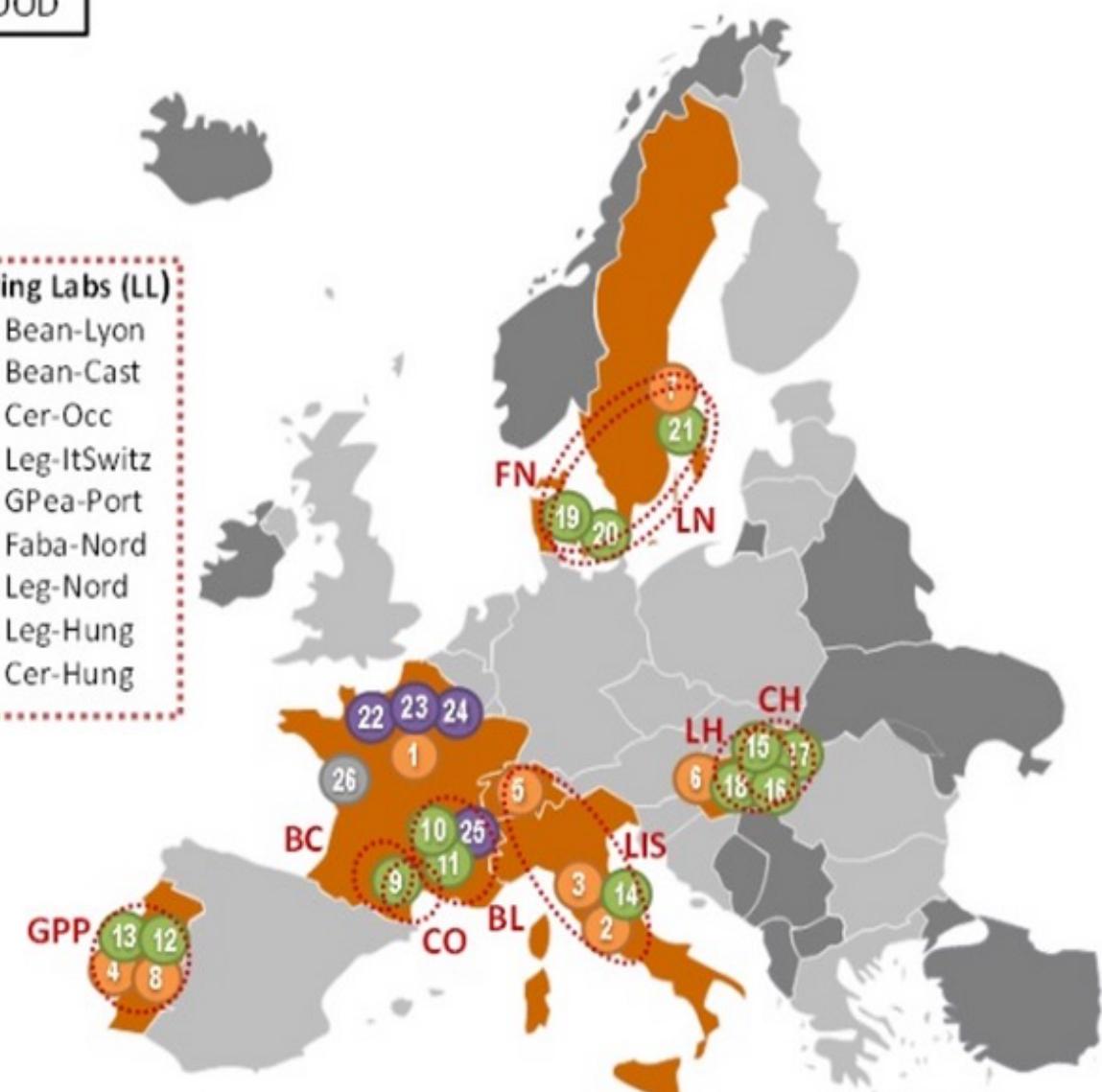
Le projet DIVINFOOD produit **des connaissances et des solutions** (variétés, itinéraires techniques, recettes, modèles économiques...) qui facilitent l'utilisation de la biodiversité cultivée et en améliorent les bénéfices. Il contribue à **structurer des réseaux pour la gestion et la promotion de la biodiversité cultivée dans les territoires, dans la perspective d'une économie des communs**.

ACTIVITES

- Co-développer des **circuits de commercialisation** valorisant le lien producteur-consommateur et la transparence sur les produits
- Co-créer **des produits et des recettes** en s'appuyant sur une transformation minimale, douce des matières premières
- Identifier **des systèmes de culture agroécologiques** qui améliorent les performances agronomiques et la fourniture de services écosystémiques
- Co-sélectionner **des variétés** adaptées aux situations locales, au changement climatique et aux filières courtes et de taille intermédiaire
- Développer **des modèles économiques** diversifiant les revenus et les activités pour les agriculteurs et les transformateurs locaux utilisant la biodiversité cultivée
- Diffuser **les connaissances et les solutions** auprès des acteurs des filières et des territoires, formuler des **recommandations pour l'action publique**



Living Labs (LL)
1 - Bean-Lyon
2 - Bean-Cast
3 - Cer-Occ
4 - Leg-ItSwitz
5 - GPea-Port
6 - Faba-Nord
7 - Leg-Nord
8 - Leg-Hung
9 - Cer-Hung



divinfood.eu



@DIVINFOOD



@DIVINFOOD.EU



DIVINFOOD



@divinfood



DIVINFOOD est financé par l'Union européenne dans le cadre du Programme de recherche et innovation Horizon 2020 sous le numéro d'agrément 101000383.

© Crédit photo : (1) M.H Robin & G. Jard, (2) Les Maîtres de mon Moulin, (3) IA Bing



Travaux de recherche sur les légumineuses

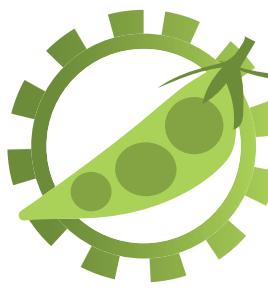
Reine Barbar - UMR IATE

Equipe Graines et Plateforme PLANET

THESE DE DOCTORAT SUR LE FRACTIONNEMENT VOIE SECHE DE LEGUMINEUSES : Les travaux de la **thèse de doctorat de Laurène KOEGEL (2022-25)** financée par le ministère auprès de l'école doctorale GAIA portent sur le sujet : **"Fractionnement de graines végétales - Couplage des procédés de fragmentation et de séparation à la diversité des graines, pour générer des poudres fonctionnelles"**. La thèse de doctorat vise la compréhension fine des mécanismes de fragmentation et de déstructuration de la structure des graines de légumineuses, en fonction de différents modes de sollicitations mécaniques. Les actions de la thèse permettront d'avancer dans la compréhension des interactions entre les opérations de fragmentation et les opérations de séparation, et de leurs impacts sur les rendements, sur les performances énergétiques des procédés, la composition et les propriétés fonctionnelles des fractions générées. Cette approche est un réel enjeu pour la communauté scientifique.

ETUDE ET OPTIMISATION DU PROCEDE DE DECORTICAGE EN LIEN AVEC LES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DE LA GRAINE DE FEVEROLE (IATE-Terres

Inovia ; Février-Juillet 2023) : Travaux dans le cadre d'un stage M2 en collaboration avec **Terres Inovia et Terres Univia** visant une étude approfondie des **procédés de décorticage et de séparation en lien avec les propriétés intrinsèques de la graine de féverole** (morphologie, propriétés physiques et physico-chimiques, composition biochimique). Les expériences ont été menées sur **différentes variétés** de féveroles, avec des variétés de printemps et d'hiver **sélectionnées auprès des transformateurs en vue de leurs potentielles utilisations en alimentation humaine**. Le projet a exploré différents **procédés de décorticage induisant des sollicitations mécaniques contrastées** (impact, friction, cisaillement, compression, abrasion). Le projet a ainsi permis de **valider l'itinéraire technologique du moulin à meules de pierre suivi du trieur à lit fluidisé permettant une séparation efficace des enveloppes et des cotylédons**. Cet itinéraire a été validé sur différentes variétés et permet un déploiement facile auprès des producteurs de la filière. Les retombées du projet intègrent l'objectif d'aide dans la création d'une véritable filière dédiée aux cultures de féveroles sur le territoire français et sa valorisation dans l'alimentation humaine par les procédés de première et de seconde transformation.



Insérez Les

Réussir avec les légumineuses

Innover ensemble pour
les légumineuses à graines,
du champ à l'assiette



AdobeStock

Une dynamique collective centrée sur l'agriculteur

Les légumineuses sont des cultures essentielles pour contribuer à une agriculture durable et renforcer l'autonomie protéique, grâce notamment à leur capacité à fixer l'azote de l'air, à diversifier les espèces cultivées en grandes cultures et à fournir des protéines végétales. Pour lever le verrouillage sociotechnique qui pèse sur ces cultures, des actions coordonnées, de l'amont à l'aval de la production, sont nécessaires.

Le projet Insérez Les est lauréat de l'appel à projets de 2023 "Développer les protéines végétales et diversifier les sources de protéines" de la Stratégie nationale "Alimentation durable et favorable à la santé" pour "France 2030". Il veut faciliter les innovations agronomiques, variétales, technologiques, économiques et sociétales en faveur de l'agriculteur. Il prend en compte l'ensemble de la panoplie des légumineuses à graines : pois, soja, féverole, lentille, pois chiche et lupin.

Un projet autour de 5 questions

- ➔ Pour quelle raison décider d'implanter des légumineuses à graines ?
- ➔ Comment choisir l'espèce, le système approprié et le modèle économique pour en retirer tous les bénéfices ?
- ➔ Comment viser l'expression du potentiel de rendement de la culture selon le contexte de l'exploitation ?
- ➔ Comment assurer davantage de valeur ajoutée pour l'agriculteur grâce à une première transformation ou aux services rendus par ces cultures ?
- ➔ Comment coordonner des actions collectives régionales pour la création de valeur et le développement de la production ?

Carte d'identité

Date de début :	mars 2024
Durée :	48 mois
Coordinateur :	Terres Inovia
Autres partenaires :	Université de Montpellier (UMR Qualisud), CTCPA, Terres Univia, Inrae (UMR Agir, UMR IGEPP), Institut Agro Dijon (UMR Agroécologie), Cirad (UMR Qualisud), Geves, Unilasalle, Graine de choc, Earl Lacour Brouet
Nom du projet :	INSERTion Réussie des LÉgumineuses à graines dans les Systèmes agricoles et alimentaires
Zone géographique :	France
Financeur :	ANR (France 2030, action "Protéines de légumineuses")
Coût total du projet :	7,8 M€ – Aide attribuée : 2,99 M€

Des innovations tout au long de la chaîne de valeur

A l'amont : faciliter l'adoption des légumineuses à graines

Accompagner la décision d'implanter ces espèces

- Générer davantage de références sur les services rendus par les légumineuses à la productivité, la robustesse des systèmes de culture, la biodiversité et l'atténuation du changement climatique.
- Estimer la plus-value apportée au système de culture, en plus de la marge à la culture, selon les situations territoriales et les climats actuels et futurs.
- Faciliter l'agrégation des informations pour décider du choix de la culture de légumineuse dans une situation donnée.

Assurer la réussite de la culture

- Mieux connaître les écarts de rendement entre le potentiel de ces cultures et les situations réelles dans des conditions pédoclimatiques différentes.
- Elaborer des stratégies agronomiques innovantes et des outils de gestion adaptative pour améliorer et stabiliser le rendement.
- Réduire le risque par le choix variétal en approfondissant les connaissances génotypiques et phénotypiques afin d'offrir un panel de variétés adaptées ou complémentaires.

A l'aval : accroître la valeur socio-économique des légumineuses à graines

Développer des technologies d'intérêt pour l'agriculteur et le consommateur

- Faciliter la mise en œuvre ou l'accès à la première transformation des graines par des procédés à basse intensité en capital, visant des circuits courts en alimentation humaine.
- Améliorer la valeur nutritionnelle et l'acceptabilité sensorielle des produits finis par les consommateurs.

Partager les connaissances socio-économiques entre acteurs

- Adapter le cadre général des systèmes de paiement des services environnementaux aux cas spécifiques des agriculteurs cultivant des légumineuses.
- Améliorer les connaissances sur les conditions d'équilibre économique des activités de transformation des légumineuses nécessitant un faible niveau d'investissement.
- Dresser un diagnostic des principales initiatives soutenant le développement des légumineuses à graines en France.

Un projet de cinq modules aux nombreuses interactions



IntercropVALUES, a European project granted by EC (Horizon Europe programme)

INTERCROPVALUES: DEVELOPING INTERCROPPING FOR AGRIFOOD VALUE CHAINS AND ECOSYSTEM SERVICES DELIVERY IN EUROPE AND SOUTHERN COUNTRIES

Abstract

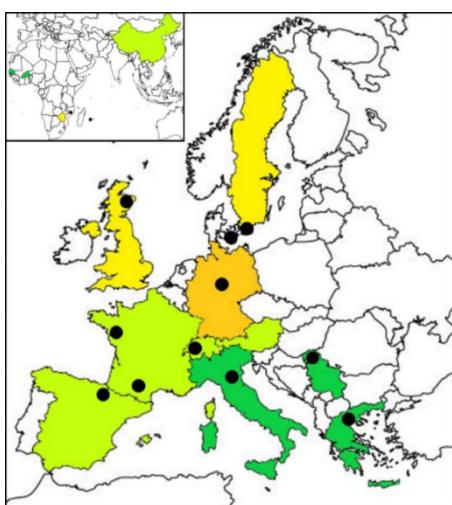
IntercropVALUES aims to exploit benefits of intercropping to design and manage productive, diversified, resilient, profitable, environmentally friendly cropping systems acceptable to farmers and actors in the agri-food chain. It will develop both a scientific research action for better understanding and modelling intimate intercrop functioning and a detailed analysis of lock-ins and levers at the value chain level to identify credible solutions that can be adopted by farmers and value chain actors. As a multi-disciplinary and multi-actor project, it brings together scientists and local actors representing food value chain. It includes 27 participants from 15 countries (3 continents) from a wide diversity of organizations and stakeholders. IntercropVALUES organizes its activities in 6 objectives, to: 1) support the design of locally relevant, legitimate and innovative agri-food chains, through 13 Co-Innovation Case Studies; ii) understand the functioning and Genotype*Genotype*Environment* Management interactions allowing the selection of compatible ideotypes and the optimization of machinery and management strategies for maximizing the productivity and delivery of ecosystem services with better soil health and mitigation of GHG (meta experiment 15 sites); 3) produce novel information, improved methods and tools for intercrop management and the assessment of their performance and profitability; 4) unravel intercropping performance by modelling; 5) analyse grain and sanitary quality of cereal-legume intercrops, functional qualities for food processing and new products, 6) uncover key barriers and levers at the value chain level to boost development, and identify new market avenues and solutions to increase economic added-value of intercrops. The Comms and Dissemination Plan is designed to diffuse outcomes widely by adapted channels to different end-users, such as farmers, advisors, food processing companies and machinery industries, retailers and citizens, academia, policymakers and influence bodies.

Web site: <https://www.intercropvalues.eu>

Keywords: *intercropping; biodiversity; agroecology; ecosystem services; soil health; GHG; sustainable farming; food quality; multi-actor; participatory research; intercrop models; field experiments; management*

Key information: IntercropVALUES in a nutshell

- **Coordination:** Eric JUSTES – Deputy Director of PERSYST Department at CIRAD (France)
- **Funding:** HORIZON-CL6-2022-BIODIV-01
- **Budget:** 7.5 M€ of EU Grants + \approx 2.5 M€ from governments of UK, Switzerland, China
- **Duration:** 4 years (from 01/11/2022 to 30/10/2026)
- **Consortium:** 27 partners from 15 countries, including Europe, China & Mozambique
- **Case studies:** 13 Co-Innovation Case Studies, including La Réunion Island & Mozambique
- **Meta-experiment:** 15 experimental sites, including China, Senegal and Zimbabwe



Countries involved in IntercropVALUES project, with the 13 case studies (black points) and 15 experimental sites composing the meta-experimentation (Green light & green dark).

Countries involved in IntercropVALUES project, with the 13 case studies (blank points) and 15 experimental sites composing the meta-experimentation (Green light & green dark).



→ PROJET EUROPÉEN H2020 innofood africa

- Exploration de cultures « **intelligentes face au climat** »
- **Bilan des besoins nutritionnels des populations Africaines**
- Développement de **nouveaux aliments** à destination des **personnes vulnérables** (femmes et enfants) souffrant de **malnutrition et/ou d'obésité** dans les pays d'Afrique

Objectifs de notre étude au sein de Innofood Africa

Optimisation de la **formulation de pâtes** répondant aux **besoins nutritionnels** des ces populations par **programmation linéaire, fabrication** et étude de leur **digestibilité in vitro**

1 thèse en cours: Pauline Pinel
2021-2024:

Propriétés culinaires, structure et digestibilité *in vitro* de pâtes formulées par programmation linéaire à partir de céréales, légumineuses et légumes feuilles résilients

→ MATIÈRES PREMIÈRES

- 8 Farines **complètes** et **sans-gluten**
- Caractéristiques **biochimiques**



→ OPTIMISATION DE LA FORMULATION DES PÂTES par PROGRAMMATION LINÉAIRE

- couverture 1/3 besoins nutritionnels des femmes /100g pâtes sèches
- Fonction objectif: Minimisation de **l'acide phytique**

→ FABRICATION DES PÂTES OPTIMISÉES



→ PROPRIÉTÉS CULINAIRES DES PÂTES OPTIMISÉES

→ PROPRIÉTÉS NUTRITIONNELLES DES PÂTES OPTIMISÉES

→ DIGESTIBILITÉ IN VITRO Amidon et protéines et Peptidomique aa libérés

A venir : Etude sensorielle sur les pâtes optimisées

En parallèle: Prétraitement des graines de Niébé par Trempage → diminution acide phytique



BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND COOKING BEHAVIOR OF LENTILS AND CHICKPEAS

F. MZE HAMADI¹, S. LE GALL¹, M. DUFRECHOU², G. DELLA VALLE¹

¹ UR 1268 BIA INRAE, Nantes, France

² USC 1422 GRAPPE, L'Ecole Supérieure des Agricultures (ESA), INRAE, SFR QUASAV, 55 rue Rabelais, 49007 Angers, France

Context and objective

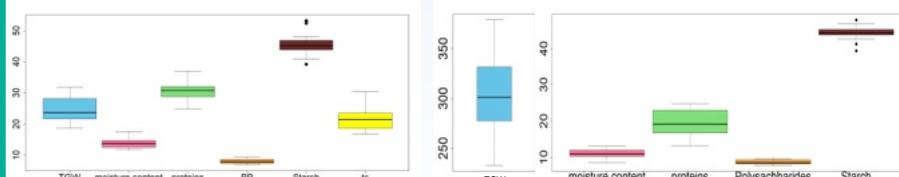
The biochemical characteristics of the seeds of various legumes (proteins, starch, anti-nutritional factors, etc.) are well established, but their links with functional properties remain little explored.

The aim of this study is to establish links between the biochemical characteristics of seeds and their distinctive cooking behavior.

With this in mind, an initial selection based on biochemical composition will be used to choose around ten batches. the structure, functional properties, and characteristic properties will be determined, in order to relate them to the culinary quality of the formulated model foods.

Evaluation of compositional variability of lentils and chickpeas

Lentils



Chickpeas

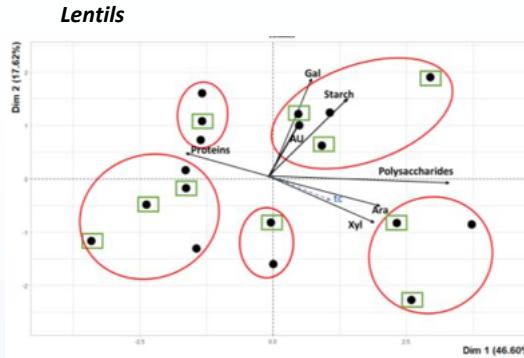
TGW variability higher than that of other variables

Starch and proteins contents are close to those reported in other studies (Wang & Daun, 2006, Wang et al., 2010)

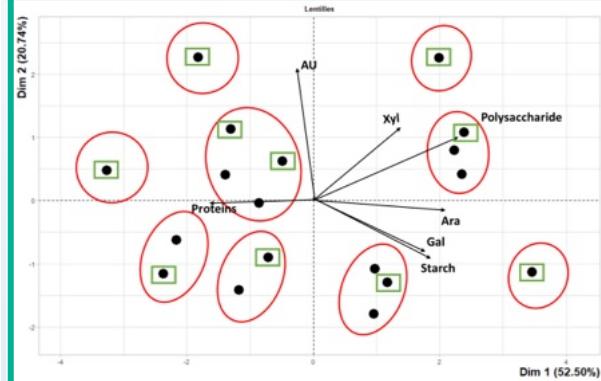
A principal component analysis (PCA) 18 batches of lentils and 18 batches of chickpeas

PCAs were used to determine different clusters (red circles) of each batch with similar compositional characteristics.

These 10 batches (green boxes) were chosen for their content of starch, polysaccharides or proteins, as they represent groups of lot with compositional characteristics.



Chickpeas



The different varieties, moisture content and yield were taken into consideration for this selection.

Lentils and chickpeas show different distribution within the PCA, with some batches showing high protein, starch or polysaccharides content.

Conclusion

This study shows differences in composition between different batches of lentils and chickpeas. This study enabled us to select different batches of each species, but the factors influencing the properties of grain-based foods are still to be determined.

These studies have been conducted as part of the ANR-Jack project (22-PLEG-0001), which has received support from France 2030.

Some references

Dueholm, B., Fonskov, J., Grimbberg, A., Carlsson, S., Hefni, M., Henriksson, T., Hammenhag, C. (2024). Cookability of 24 pea accessions-determining factors and potential predictors of cooking quality. *J. Sci. Food Agric.*
 Sabadoti, V. D., Miano, A. C., & Augusto, P. E. D. (2020). Automation of a Mattson Bean Cooker : A simple and a low-cost approach. *Journal of food processing and preservation*, 44(10), 14769
 Wang, N., Hatcher, D. W., Tyler, R. T., Toews, R., & Gawalko, E. J. (2010). Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*, 43(2), 589-594.
 Wang, N., & Daun, J. K. (2006). Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*). *Food Chemistry*, 95(3), 493-502.

Approach and Variables

Seed collections of various varieties from different production regions in France collected in 2023: 18 lentils batches and 18 chickpeas batches.

Agronomic variables

- Initial moisture content (%) drying – 131°C
- Thousand Grain Weight -TGW (g)

Biochemical variables

- Proteins (%MS) Dumas method (N x6,25)
- Starch (%Dw) (Enzymatic hydrolysis)
- Cell wall polysaccharides (%Dw) (PP) (Cellulose, Hemicelluloses, and pectines)

measurement of constitutive sugars → Uronic acids (AU), Rhamnose (Rha), Mannose (Man), Galactose (Gal), Xylose (Xyl), Arabinose (Ara)

Technological variables

- Cooking time distribution ($T= 92^\circ\text{C}$, distilled water, plunger weights 100g, triplicata) :

It adapted from Mattson Cooker (Fig 1) (Sabadoti et al., 2020) fitted according to logistic model for the fraction of cooked lentils $f(t)$:

$$f(t) = \frac{1}{1+e^{-b*(t-t_c)}}$$

b : slope : cooking speed (min^{-1})
 t_c : inflection point : characteristic cooking time (min)

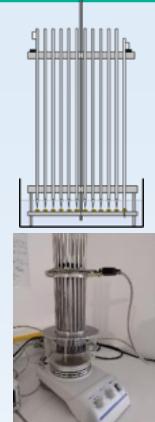
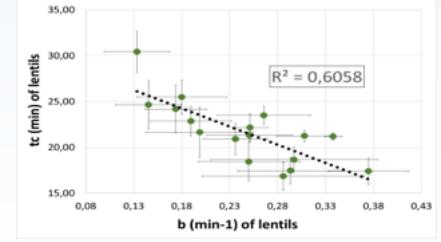
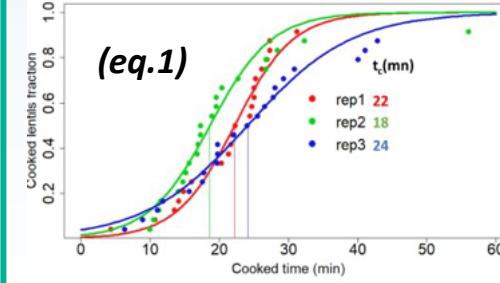


Fig.1: Mattson cooker

Cooking time distribution of lentils with Mattson cooker

Cooking time is often determined differently in different studies, with some defining cooking time when 40%, 50%, 60%, 80% or 92% of seeds are pierced. (Dueholm et al., 2024)



Low Internal variability between seeds for characteristic cooking time in the same batches the maximum coefficient of variation value is 13%

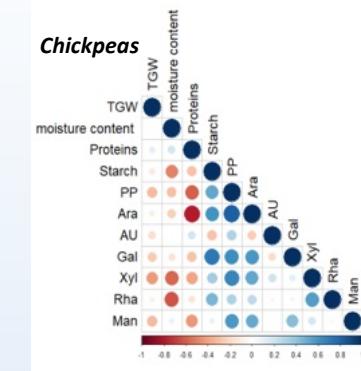
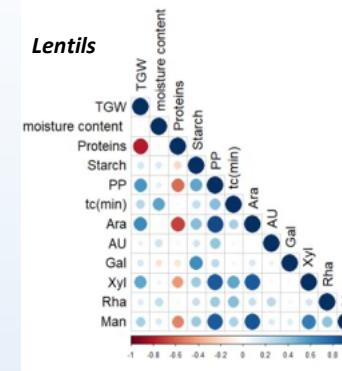
"The shorter the cooking time, the faster the lentils cook"

Before and after selection

	Nb of batches	Proteins	PP	Starch	moisture content	TGW	tc
Lentils	18	30,8±3,3	8,02±0,8	45,6±3,5	13,8±1,5	24,8±4,07	21,8±3,4
Lentils	10	30,5±3	8,05±0,8	45,1±3,6	13,5±1,2	25,5±3,7	20,9±3,1
Chickpeas	18	19,7±3,6	8,7±0,6	44,1±1,9	11,1±1,3	301,7±35,9	In progress
Chickpeas	10	19,6±3,98	8,7±0,6	43,8±2,3	11,2±1,5	299±23,5	In progress

The mean of the variables for the 10 batches of lentils and the 10 batches of chickpeas is close to the mean for all batches

Correlations



No correlation between TGW and biochemical variables for chickpeas, whereas for lentils, a correlation was observed with proteins (-0.8) and polysaccharides (PP) (0.6). A correlation is also observed between characteristic cooking time (tc) and moisture content (0.5) for lentils.

A correlation was also identified between starch and polysaccharides (PP) and between arabinose (Ara) and proteins for both species.

Perspectives

Therefore, an in-depth analysis of the structure, functional attributes, and characteristic properties of the 10 batches of lentils and chickpeas, will be conducted to establish correlations with the culinary quality of the model food (e.g. cooked seed, puree, shortcrust pastry)

Projet « LEGAE-Africa »

Porteur *M. Schill*, Ministère de l'Europe, pilotage *J. Dusserre* (CIRAD).
Participation IATE : Valérie Lullien-Pellerin

Projet « LEGAE-Africa » *Légumineuses pour la transition Agro-Ecologique et la sécurité alimentaire en Afrique*. **Fonds de solidarité pour les projets innovants (FSPI), (2022-24, 24 mois)**. Porteur *M. Schill*, Ministère de l'Europe, pilotage *J. Dusserre* (CIRAD).

Le projet vise à soutenir la démarche agro-écologique, l'autonomie alimentaire et l'emploi des femmes et des jeunes des pays Africains suivants : Sénégal, Bénin, Burkina-Faso, Ethiopie, Soudan. Il vise en particulier à **promouvoir les la culture des légumineuses locales** suivantes du champ à l'assiette et au consommateur : soja, niébé, arachide.

Contribution IATE au WP1 : identification des opportunités, freins et leviers à la culture, la transformation, la commercialisation et la consommation des légumineuses dans ces pays, en particulier, aux étapes de la transformation du niébé au Sénégal. Budget 5k€ pour missions + coût d'un stagiaire (9m) local payé par le CIRAD (1,8 k€).

Le projet visait à **mettre en avant l'usage de légumineuses en Afrique pour la transition agro-écologique et la sécurité alimentaire** (*FSPI LEGAE-Africa*, 2022-24 en lien avec le projet de l'Elysée « Elargir le champ des protéines végétales en Afrique » présenté au sommet UE-UA en Fév. 2022). Je me suis **intéressée aux freins et leviers à la transformation du niébé au Sénégal**, et en particulier son impact sur l'emploi. Les produits issus de cette légumineuse locale, riche en protéines, pourraient en effet remplacer aisément l'usage de la farine de blé, dans les aliments. Sa culture présente elle aussi un intérêt majeur du fait de sa résistance élevée aux conditions de sécheresse et fortes températures (*Carvalho et al., 2017*). Sa culture pourrait ainsi être étendue au Sud de la France pour faire face au changement climatique. Par le biais d'entretiens auprès d'unités de transformation, nous avons tenté de recenser et de vendreuses de rue de produits transformés, un **état des lieux de la transformation du niébé de la récolte à l'obtention d'un produit alimentaire** a été établi et des pistes d'amélioration organisationnelle et technique de la filière de la récolte à la commercialisation des produits, dont certaines concernent les politiques publiques ont été proposées. Ces travaux ont été présenté au dernières Rencontres Francophones sur les Légumineuses (RFL4, 2024) et font l'objet d'un article accepté pour Innovations Agronomiques.

Augmentation de la part des légumineuses dans l'alimentation : quel impact sur les systèmes alimentaires et les flux microbiens ?

Consortium 2023-2024 / Financement Métaprogrammes INRAE Syalsa et Holoflux

L'objectif du consortium consiste à déterminer quelle amplitude d'accroissement de la part des légumineuses dans notre diète est possible en France et quelles répercussions sur l'ensemble de la chaîne de production des légumineuses sont à prévoir tant au niveau agronomique, nutritionnel et microbien.

Contexte

L'augmentation de la part des végétaux dans l'alimentation humaine est un des leviers permettant, à l'horizon 2050, d'atteindre la neutralité carbone. Cela nécessite une augmentation très conséquente de la part des légumineuses dans notre alimentation. Un certain nombre de freins persistent pour permettre d'augmenter largement la part des légumineuses dans la diète des français. Ces freins sont à la fois organoleptiques, liés à un manque de praticité de préparation de ces produits et de recettes adaptées, un manque d'information sur leurs effets santé, les effets digestifs associés et le prix

Objectifs

L'objectif du présent consortium consistera d'abord à déterminer, après une analyse des données de consommation et d'achat de légumineuses par les Français, quelle amplitude d'accroissement de la part des légumineuse (et lesquelles) dans notre diète est possible en France. Ces données seront confrontées aux projections à l'horizon 2050 proposées par différents scénarii français et européens (TYFA, Afterres, SISAE) visant à promouvoir une alimentation saine et durable. Dans un second temps, il est envisagé de déterminer (également en lien avec les scénarii H2050), les répercussions sur l'ensemble de la chaîne de production des légumineuses (du territoire/sol au consommateur en passant par la plante et sa transformation et mise à disposition du consommateur).

Lorsque des scénarii stables et réalistes seront établis, nous évaluerons enfin les conséquences de cette augmentation de la consommation des légumineuses sur les flux microbiens du sol / plante rhizobium, lors de la transformation de ces produits (notamment par la fermentation), jusqu'au microbiote intestinal de l'Homme et les conséquences sur notre santé. Pour cela, nous nous baserons sur l'expérience issue du projet TANDEM porté par C Delbès de l'UMRF Aurillac qui a étudié les flux microbiens dans les systèmes d'élevage laitiers, depuis le sol jusqu'au fromage et son ingestion chez le monogastrique.

Point d'étape sur le travail réalisé à ce jour.

L'analyse des principaux scénarii a été faite et discutée lors de plusieurs réunions en distanciel et présentiel avec les partenaires du consortium. Un point d'alerte essentiel a été posé concernant l'estimation des ingérés en légumineuses des français qui peut être variable selon les études et les cohortes étudiées. Une étudiante M1 a été recrutée sur cet aspect, l'écriture du rapport est en cours. Des articles de synthèses seront envisagés dans les prochains mois pour partager l'ensemble de ces analyses avec la communauté. Enfin, les contacts ont été pris avec C Delbès pour aborder la question des flux microbiens dans le cas d'une augmentation significative de la part des légumineuses dans notre alimentation.

Unités INRAE impliquées

ACT, AGIR, Agroécologie, BIA, CRESS, CSGA, Micalis, UNH, PNCA, PSAE, Sayfood, UMRF

Partenaires

Terres Univia, Terres Inovia, Solagro

Contact

[Isabelle.savary-auzeloux@inrae.fr](mailto:isabelle.savary-auzeloux@inrae.fr)

christelle.guillet@uca.fr



DÉMONSTRATEUR TERRITORIAL DES FILIÈRES LÉGUMINEUSES POUR LE BASSIN TOULOUSAIN

AFIN DE RENFORCER LA DURABILITÉ ET LA RÉSILIENCE DE NOS SYSTÈMES ALIMENTAIRES

ÉCONOMIE LOCALE

Encourager le développement et la création d'entreprises sur le territoire

Développer des filières locales

Soutenir une commercialisation loyale et équitable

PRODUCTION AGRICOLE

Favoriser une plus grande biodiversité cultivée

Réduire les pesticides et engrais dans les systèmes de cultures

Préserver des sols fertiles

SYSTÈMES D'ÉLEVAGE

Augmenter l'autonomie alimentaire des élevages

Soutenir des élevages de qualité

Limiter les importations de soja

ALIMENTATION HUMAINE

Consommer des légumineuses au moins deux fois par semaine

Partager des recettes pratiques et savoureuses

Promouvoir une alimentation bonne pour notre santé et celle de la planète



Un projet porté par le territoire toulousain :



En partenariat avec les acteurs de la R&D :



Et des associations régionales :



Opération soutenue par l'État dans le cadre du dispositif des **Démonstrateurs territoriaux des transitions agricoles et alimentaires de France 2030**, opéré par la Banque des Territoires (Caisse des Dépôts)



Avec des contributions de :



LETSPROSEED | 2023→2028 |

Accroître la consommation des protéines de légumineuses en améliorant leur qualité sans compromettre les défenses contre les stress biotiques et abiotiques

Projet de recherche ANR - France 2030

Coordination INRAE, UMR Agroécologie Dijon – karine.gallardo-guerrero@inrae.fr



CONTEXTE & OBJECTIFS

Les graines de légumineuses constituent une source significative de protéines, sans nécessité d'engrais azotés. Elles jouent ainsi un rôle crucial dans la promotion d'une **double transition agroécologique et alimentaire**, visant à encourager la consommation de protéines végétales tout en réduisant l'empreinte environnementale.

LETSPROSEED rassemble **dix unités de recherche et six partenaires privés**, acteurs clés de la filière légumineuses, de l'amont à l'aval. L'objectif est d'acquérir de nouvelles connaissances visant à fournir des **leviers agronomiques, génétiques et technologiques** pour améliorer les protéines de légumineuses tout en préservant la performance des variétés au champ.

STRUCTURE DU PROJET

Du champ au développement de prototypes d'analogues de produits laitiers aux propriétés améliorées



- WP1. Leviers agronomiques pour améliorer le rendement et la qualité des graines sous stress abiotiques (féverole-pois-soja)
- WP2. Leviers génétiques pour améliorer la qualité des graines de légumineuses (féverole-pois)
- WP3. Qualité et fonctionnalité des protéines et des produits dérivés (féverole-pois)
- WP4. Transformation des aliments lors de la phase orale : perception de la saveur et digestibilité des protéines (féverole)
- WP5. Allergénicité, nutrition et santé (féverole)



PARTENARIAT

10 UMR/UR et 6 partenaires privés
De l'amont à l'aval de la filière

FORMATION:

6 thèses

Améliorer la qualité sans pénaliser les rendements

Différentes disciplines sont croisées afin d'**identifier les molécules de la graine** qui influencent les **caractéristiques fonctionnelles, organoleptiques et sanitaires** des protéines de légumineuses, de mettre en place des approches pour réduire leur abondance, mais aussi d'étudier leur interaction avec les **stress biotiques et abiotiques**.

STRATÉGIE, RESULTATS ATTENDUS

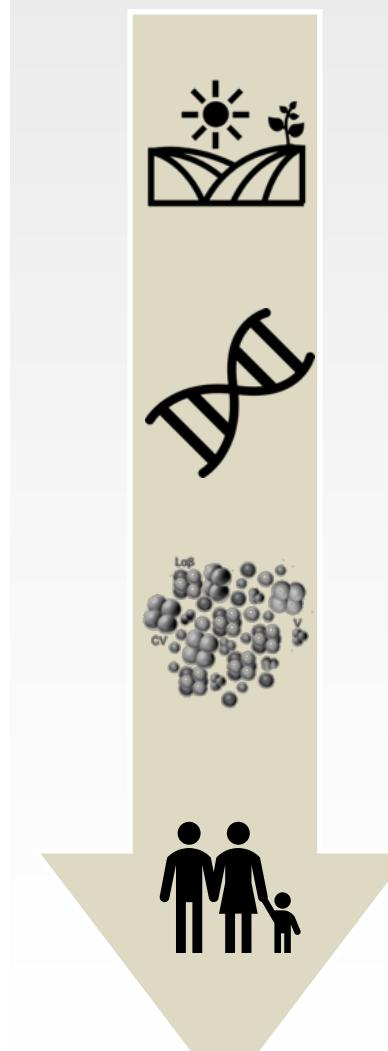
Les recherches visent à **produire des connaissances** pour mieux maîtriser rendement et qualité au champ, ainsi que pour améliorer, par la voie génétique, la qualité nutritionnelle et organoleptique des graines.

Pour optimiser la **transformation des graines en ingrédients**, l'accent est porté sur la féverole et le pois. Des études seront menées sur ces ingrédients afin d'améliorer leurs caractéristiques (sensorialité, digestibilité, allergie et santé) dans le but de développer et d'étudier des analogues de produits laitiers (yaourt, fromages).

Les recherches transversales sur les **métabolites spécialisés*** permettront de mieux **appréhender le compromis entre qualité des graines et résistance aux stress**, ce qui revêt un intérêt particulier dans le contexte du changement climatique, associé aux pratiques agroécologiques dépourvues de pesticides.



IMPACTS ESPÉRÉS



Les avancées scientifiques peuvent être appliquées

dans **divers domaines** pour accélérer la transition vers davantage de protéines de légumineuses dans notre alimentation:

- **Agronomique**, en permettant d'améliorer la nutrition des légumineuses à graines pour maintenir à la fois le rendement et la qualité des récoltes.
- **Sélection variétale**, pour mieux adapter les légumineuses à graines à une utilisation accrue dans l'alimentation humaine.
- **Agroalimentaire**, en favorisant le développement de produits à base de protéines de légumineuses dotées de propriétés améliorées.

Contribuer à accélérer la double transition agroécologique et alimentaire

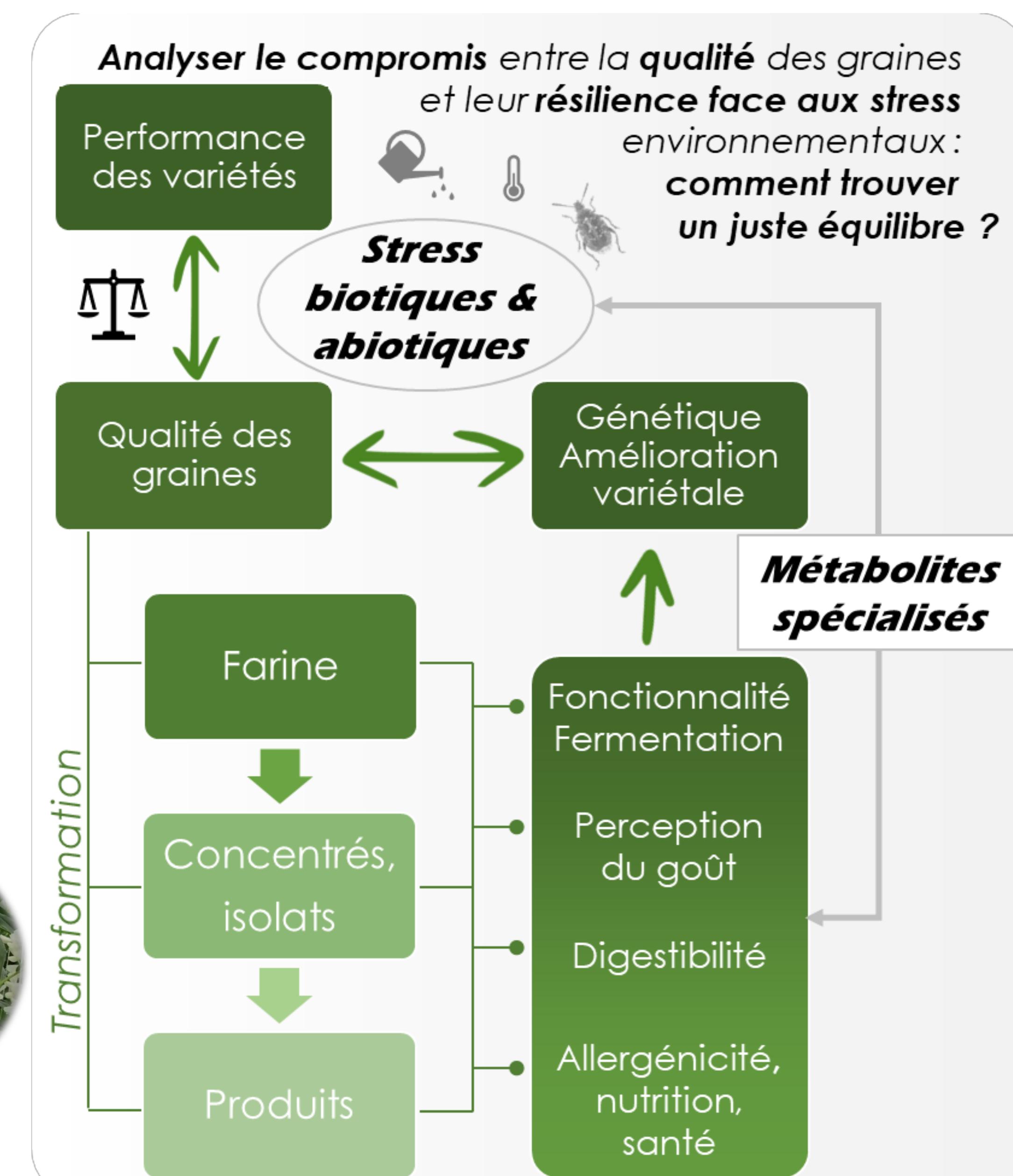
<https://letsproseed.hub.inrae.fr/>



@LETSPROSEED

anr[®]

ANR-22-PLEG-0002



Les **métabolites spécialisés*** occupent une place centrale dans LETSPROSEED car ils influencent la fonctionnalité des protéines, leur digestibilité, les propriétés organoleptiques, et contribuent à la résistance vis-à-vis des stress biotiques et abiotiques.

Section 1– Agro-food Value Chain 2020 1.3.1.- Valorising the health benefits of the Traditional Mediterranean food products – Innovation Action

Carte d'identité de LOCALNUTLEG

42 mois : mai 2021- oct 2024

20 partenaires : 11 académiques (instituts de recherche et instituts techniques) et 9 PME, association entre laboratoires de recherche et PME au sein de chaque WP

8 pays : Espagne (IRTA=coordination, Univ polytech Catalogne, Ingrid Aguijo), Portugal (MORE, Univ. Polytech. Bragança), Allemagne (Fraunhofer-Gesellschaft, Freising), Italie (Univ Milan), France (INRAE, Végeopolis Valley, La Mandorle), Israël (Tel-Hai Academic College, Agr. Res. Orga. Volcani Center), Turquie (Izmir Inst. Technol., Univ. Bursa Uludag) et Maroc (Moroccan Almonds International)

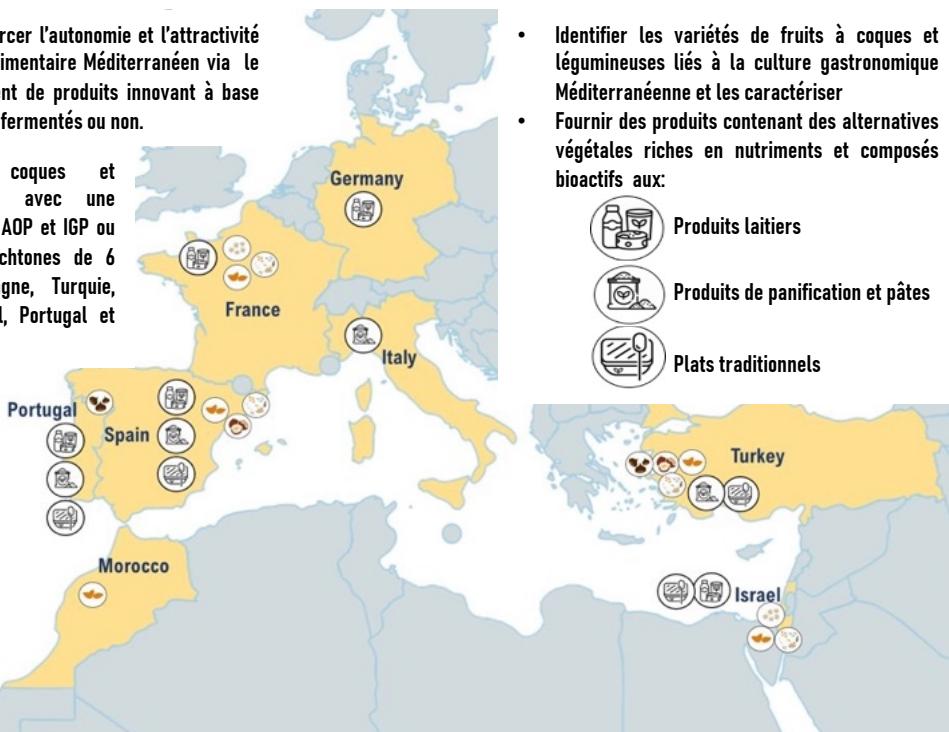
2M€ d'aides européennes



Site web : <https://localnutleg.eu>

Enjeu : renforcer l'autonomie et l'attractivité du régime alimentaire Méditerranéen via le développement de produits innovant à base de végétaux, fermentés ou non.

Fruits à coques et Légumineuses avec une dénomination AOP et IGP ou espèces autochtones de 6 pays : Espagne, Turquie, France, Israël, Portugal et Maroc



- Identifier les variétés de fruits à coques et légumineuses liés à la culture gastronomique Méditerranéenne et les caractériser
- Fournir des produits contenant des alternatives végétales riches en nutriments et composés bioactifs aux:



Produits laitiers

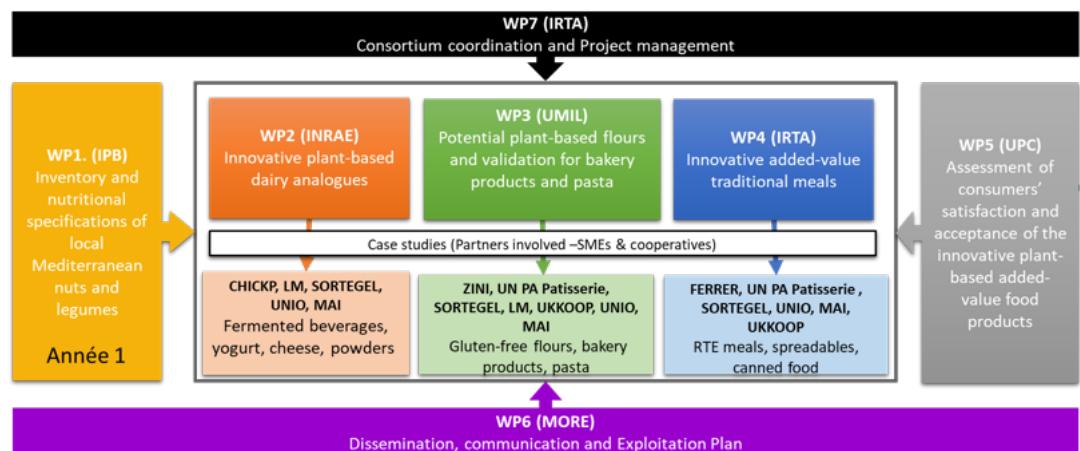


Produits de panification et pâtes



Plats traditionnels

Structure de LOCALNUTLEG



Projet MACHICOULIS:

Mitigation et adaptation au changement climatique par l'introduction de légumineuses en Occitanie : conception interdisciplinaire d'une démarche de modélisation conceptuelle adaptée à la régionalisation des systèmes agricoles

Financé par le métaprogramme CLIMAE (2022-2024)

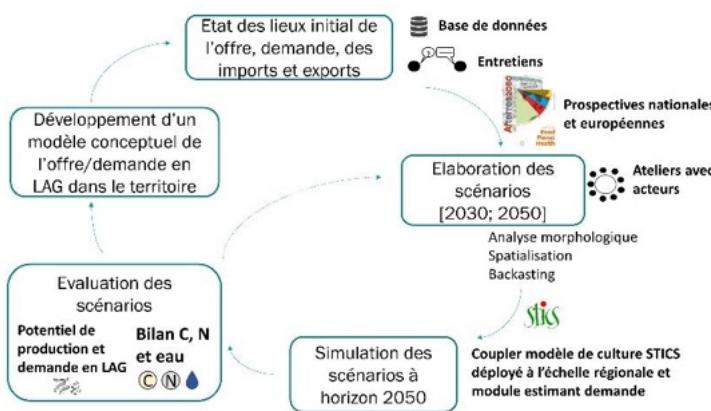
CONTEXTE : les légumineuses : un levier pour répondre aux enjeux climatiques et alimentaire

Relocaliser la production de légumineuses à graines (LAG) en France et accroître leur consommation permettrait de :

- Améliorer **l'autonomie protéique** (50% des besoins importés en alimentation humaine, 45% en alimentation animale)
- Satisfaire les **recommandations du PNNS** (en augmentant la consommation de 3 à 11 kg/hab/an)
- Réduire les **émissions** de **N₂O** (fabrication et épandage de fertilisants de synthèse) et de **CO₂** dues aux importations de protéines (transport, déforestation)
- S'adapter au changement climatique en optant pour des espèces de légumineuses permettant de **décaler** ou **réduire** les besoins en eau en période estivale

Le projet **MACHICOULIS** propose de développer une démarche de travail interdisciplinaire afin de construire un cadre **conceptuel** et **méthodologique** permettant de modéliser et d'évaluer des scénarios de développement des légumineuses à graines et les services rendus. Ce travail est déployé sur un cas d'étude : la région **Occitanie**, 1^{ère} région française productrice de LAG (100,000 ha).

DEMARCHE



OBJECTIFS

- Estimer la **surface en LAG** nécessaire pour satisfaire les besoins en protéines végétales pour l'alimentation humaine et animale à **l'horizon 2050**, dans le contexte du changement climatique, de hausse démographique, et de transition des régimes alimentaires
- Identifier des **scénarios** de développement des LAG concourant aux objectifs d'**atténuation** et d'**adaptation** au changement climatique tout en améliorant **l'autonomie protéique** de la région
- Identifier les **freins et leviers** pour favoriser la mise en place de ces scénarios

PREMIERS RESULTATS

- Etat des lieux** : Aujourd'hui, la production de LAG en Occitanie est **insuffisante** pour satisfaire la demande (déficit de 18 kT)
- 3 scénarios élaborés par les acteurs** :
 - Tendanciel** : maintien des surfaces en LAG et augmentation tendancielle de leur consommation (jusqu'à 6 kg/hab/an), légère baisse de la production animale
 - souhaitables** : hausse des surfaces cultivées en LAG et de leur consommation (jusqu'à 11 kg/hab/an), forte baisse de la production animale, baisse plus ou moins forte des surfaces irriguées (1: -66% vs 2: -20%), accès aux fertilisants contraint (1: forte vs 2: faible)
 - Spatialisation des scénarios** : Pour les 3 grandes zones pédo-climatiques d'Occitanie, proposition d'évolution des surfaces de chaque espèce
- Simulation et comparaison des scénarios** : en cours

PERSPECTIVES

- Mise au point d'un cadre conceptuel et méthodologique qui pourra être remobilisé dans d'autres projets et sur d'autres territoires (ex. projet ANR Protéines de Légumineuses INSEREZ-LES)
- Mobiliser les résultats de cette prospective pour structurer une réflexion collective sur le devenir des LAG en Occitanie (par l'association FILEG)

GROWING PROTECTING *differently*



- MObilizing and Breeding Intra and inter-specific crop DIVersity for a systemic change towards pesticide-free agriculture
- Coordinators: Jérôme Enjalbert & Aline Fugeray-Scarbel
- jerome.enjalbert@inrae.fr & aline.fugeray-scarbel@inrae.fr

CONTEXT

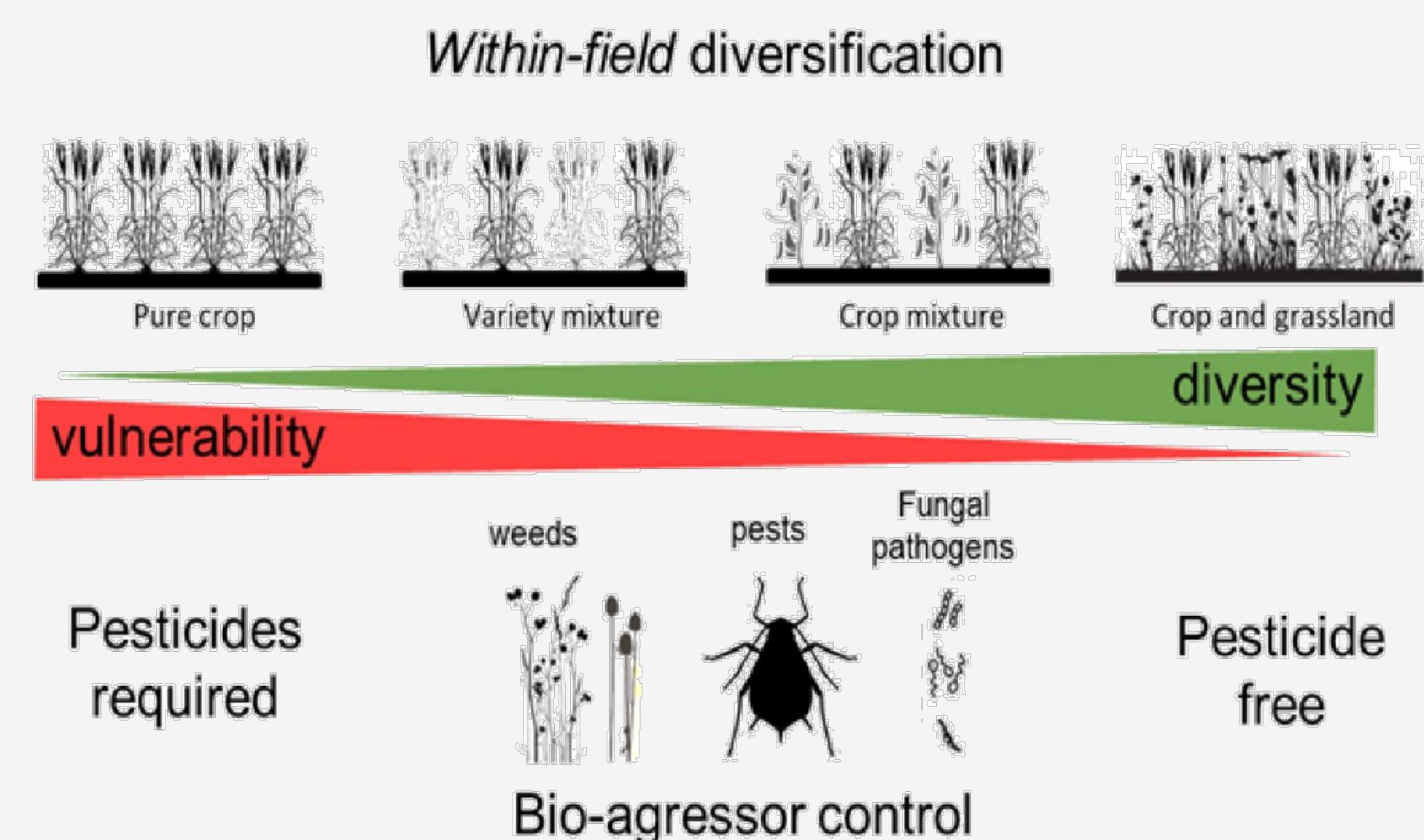
Current situation: A system focused on the paradigm of (varietal) homogeneity:

- Breeding schemes for homogeneous varieties (lines/hybrids)
- Royalty-based research concentrates research on dominant crops
- Knowledge and advice focused on pure crops
- Varietal evaluation in pure crops
- Pure crop based market standards
- Seed sector mostly selling pure varieties to farmers

Increasing within-field diversity reduces pesticide use:

- Known effect on pest, disease and weed control (eg., Borg et al. 2018)
- A recognized effect of diversification on crop stability (Li, ..., van der Werf 2020; Paut et al. 2020)

Mobilizing intra-plot diversity with gradients boosts natural regulation and reduces dependence on pesticides:



OBJECTIVES AND ORGANISATION

Outlines & outputs:



WP1 - National data

Analysis of intra-field diversification dynamics in France, impact on biotic pressures, biodiversity and pesticide use
Methodology: Statistics, Data analysis



WP2 - In lab

Identification of plant-plant interaction mechanisms and impact on pest, weeds and diseases control
Methodology: Modelling, Genetics and molecular approaches



WP3 - In field

Evaluation of the impact of diversification on pest control
Methodology: Field trials



WP4 - In firms and farms

Design of methods that can be used to select and design varieties and species mixtures
Methodology: Modelling, data analysis in farmers networks and experimental stations



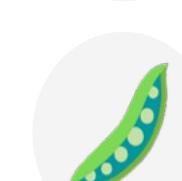
WP5 - In the seed sector

Design of tools and policies to encourage the involvement of economic actors in a diversification strategy
Methodology: Participatory approaches, qualitative surveys, micro-economic modelling

With 3 model crops:



Wheat, main player of pesticides in France



Peas, a good legume partner

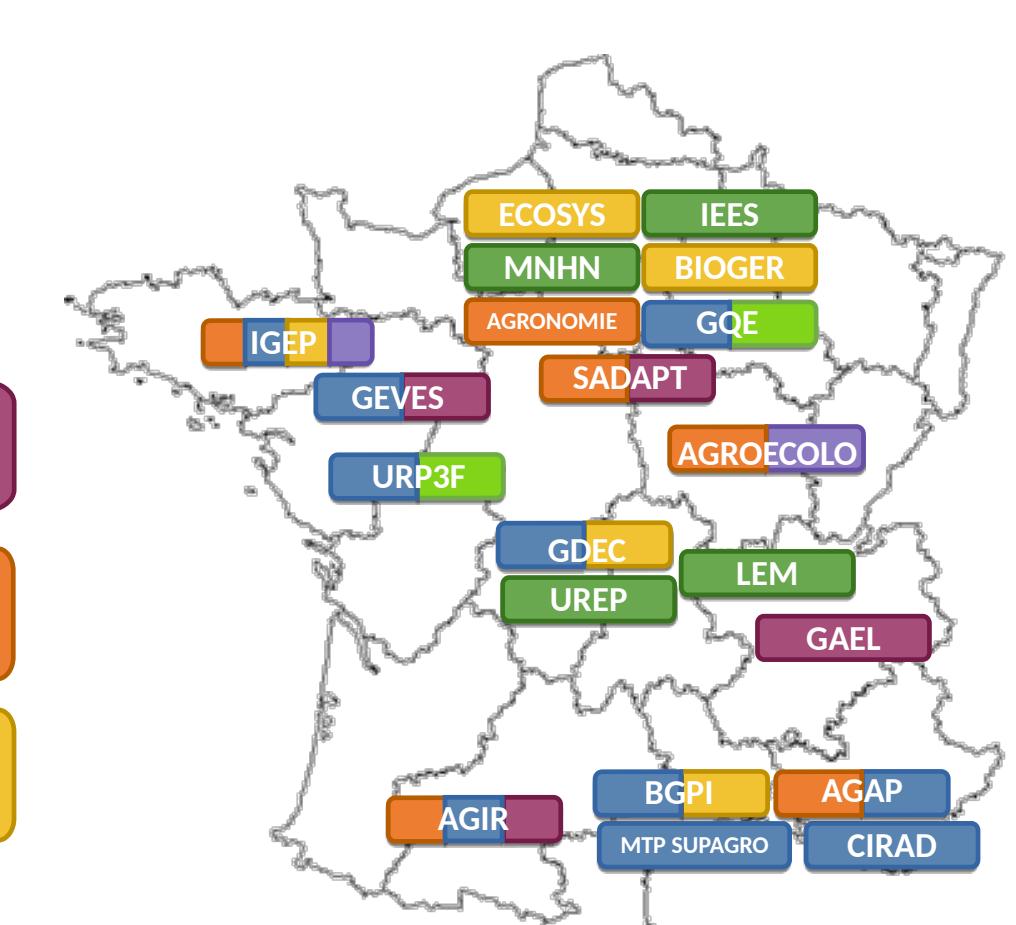
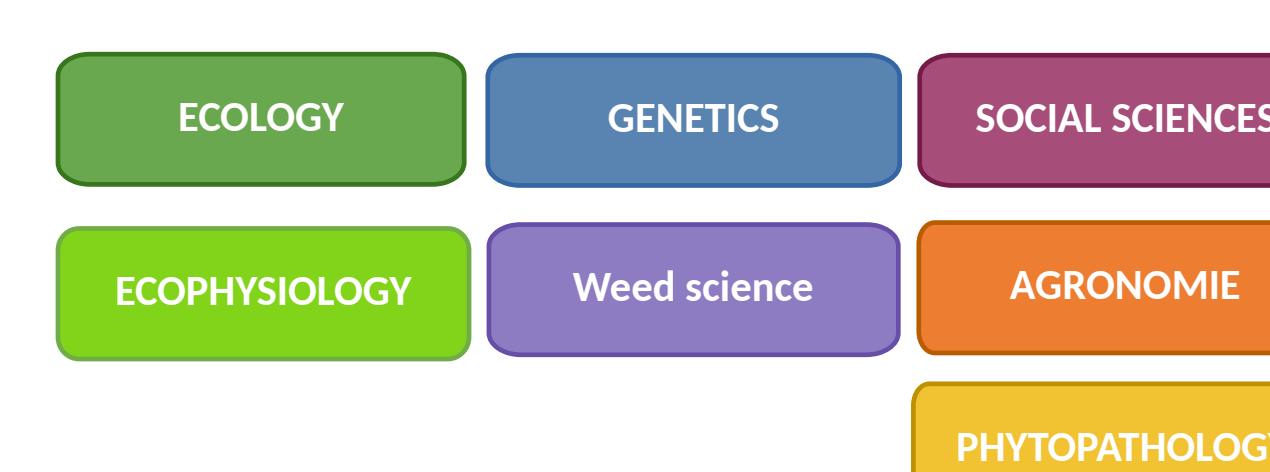


Fodder crops & grassland, emblematic for biodiversity and ecosystem services

Multi-actors at multiple scales of the agroecosystem:



Multi- and transdisciplinary approaches:



EXPECTED RESULTS

- Demonstration of the benefits of mixtures in pests regulation and in pesticides reduction
- Co-designed decision support tools for mixtures design
- Identification of traits and genomic regions driving mixing ability
- Plant ideotypes adapted to mixtures
- Co-designed tools for breeders and farmers (breeding schemes, models, markers, phenotyping strategies)
- Methods and know-how for participatory breeding and evaluation of mixtures
- Regulatory and financing tools for diversification
- Scenarios for relaxing upstream and downstream quality standards

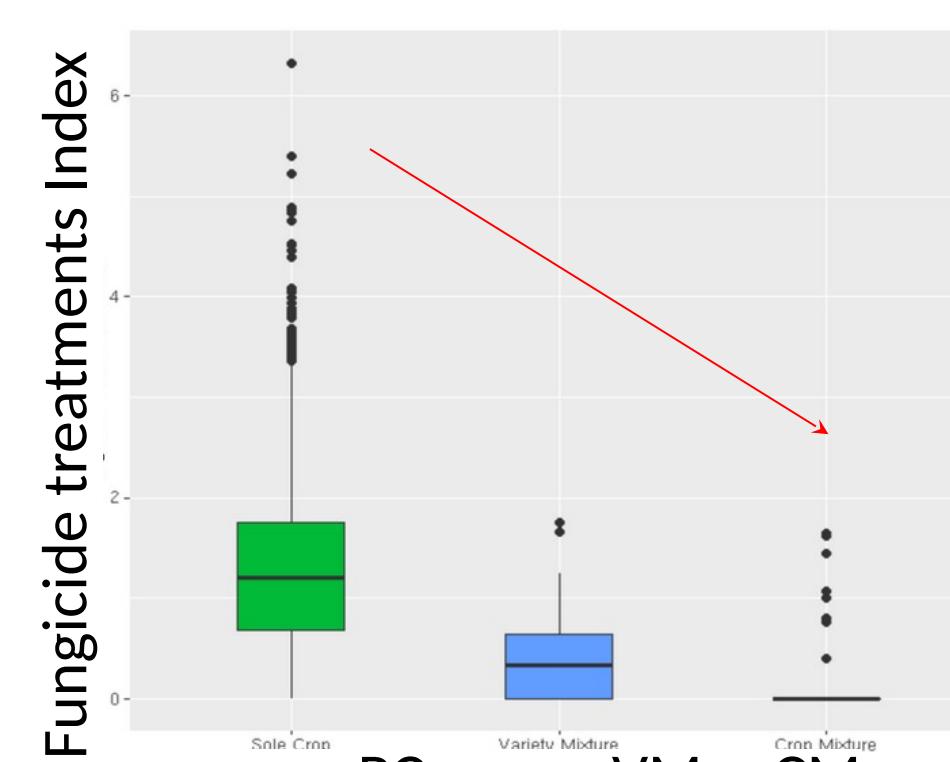


Fig 1. An effective decrease in pesticide use with PC : (Wheat) Pure crop; VM : Variety mixture; CM : Crop mixture

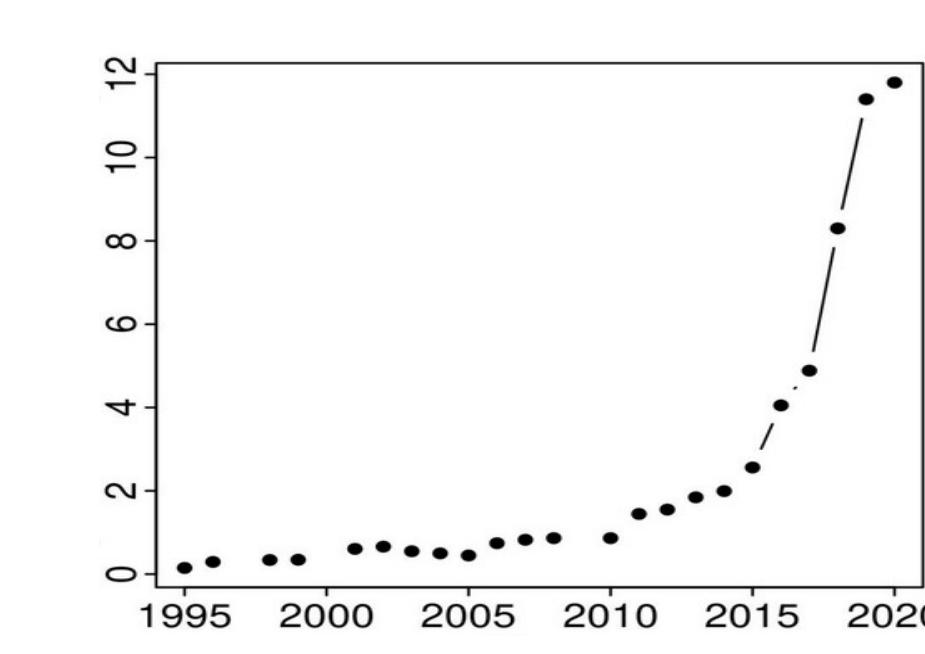
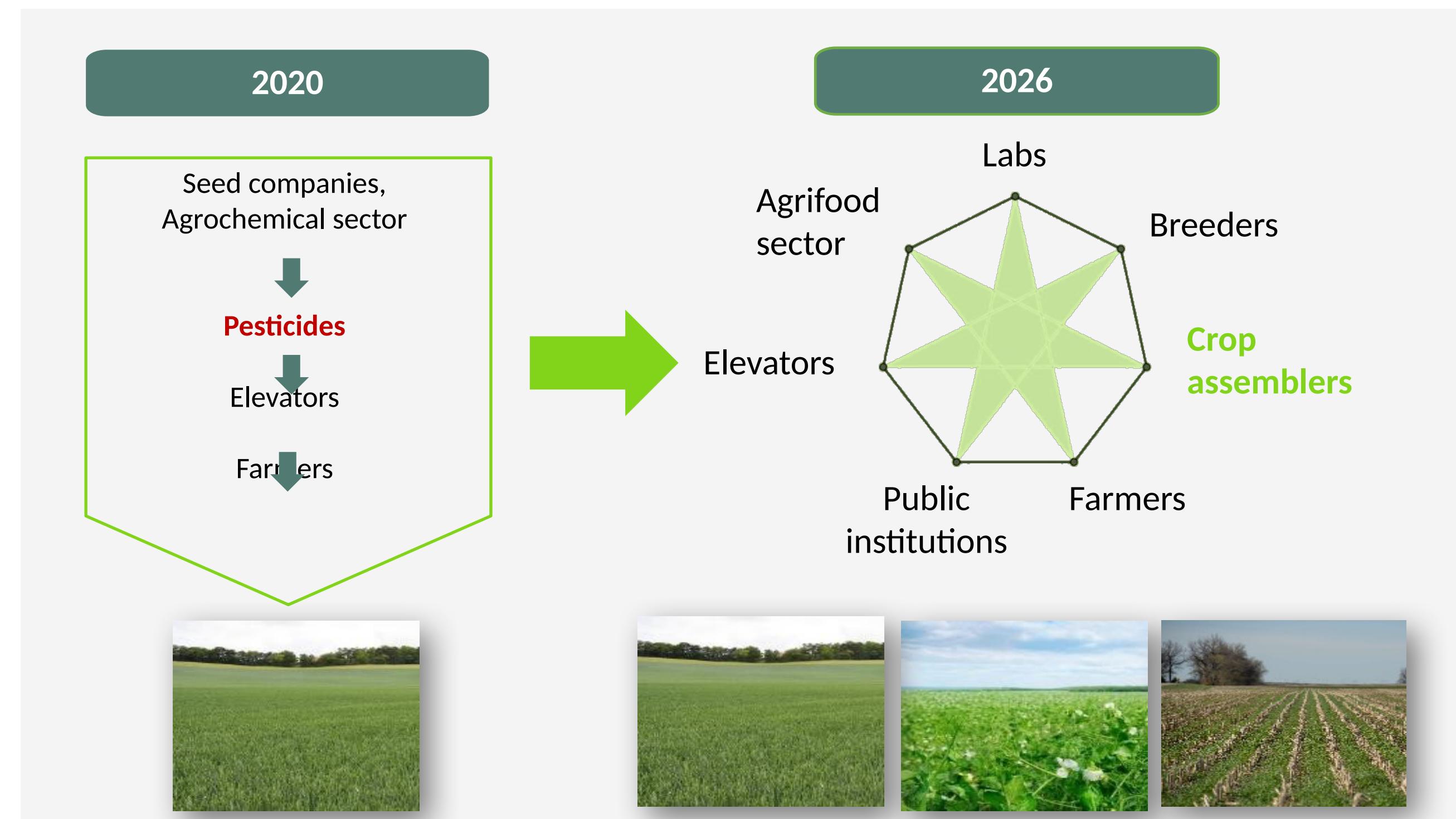


Fig 2. Progression of mixture use in farms

& PERSPECTIVES

Transformation and diversification of the seed sector:



- ✓ Breeding programmes for the production of mixtures
- ✓ Changing regulations on variety registration
- ✓ Ready-to-use mixtures available to farmers
- ✓ Organisations providing specific advice on mixtures
- ✓ Increasing adoption of mixtures
- ✓ Cooperatives accepting deliveries of mixtures

CONCLUSION

MOBIDIV aims at creating methods and tools to select, assemble, register and evaluate varieties for zero-pesticide agriculture.



anr[®] ANR n°



www.inrae.fr/mobidiv

Projet MYOVEG – La végétalisation de l'alimentation des seniors: quelles conséquences pour leur santé musculaire ?

Marine Gueugneau, UNH, INRAE UCA, Clermont-Fd

marine.gueugneau@inrae.fr

Financement ANR JCJC 2023-2028

Contexte : Pour parvenir à un avenir plus durable pour tous, les aliments végétaux suscitent un intérêt croissant. Aussi, le remplacement d'aliments riches en protéines animales par des sources végétales pourrait être associé à des bienfaits pour la santé et à un vieillissement réussi. Le vieillissement est associé à une diminution de la masse et de la fonction musculaire entraînant une perte d'autonomie et une mauvaise qualité de vie. Aussi, la qualité des protéines alimentaires a un rôle majeur dans le maintien de la santé musculaire des seniors. Bien que les protéines végétales soient moins anabolisantes que les protéines animales, leur qualité peut être améliorée en combinant différentes sources, comme les légumineuses et les céréales. De plus, la matrice alimentaire végétale pourrait également contribuer au maintien de la santé musculaire chez les seniors, notamment à l'aide des fibres ou d'acides gras polyinsaturés. Cependant, les effets de la végétalisation de l'alimentation sur la santé musculaire des personnes âgées restent à étudier et des études cliniques sont nécessaires.

Objectifs : L'objectif principal du présent projet est de déterminer comment une augmentation de la part des aliments végétaux dans l'alimentation affecte la masse, la fonction musculaire et le métabolisme protéique des seniors. Une étude clinique sera menée pour comparer les effets de régimes contenant différentes proportions d'aliments végétaux sur le muscle squelettique et sur le métabolisme protéique chez des hommes et des femmes âgés en bonne santé. Des analyses omiques identifieront les mécanismes moléculaires et les biomarqueurs musculaires potentiels qui pourraient refléter les changements du muscle squelettique liés à l'alimentation végétale. Ainsi, notre projet MYOVEG fournira des informations sur les conséquences d'une végétalisation de l'alimentation sur la santé musculaire des seniors, mais aussi des recommandations pour le maintien de la santé musculaire des hommes et des femmes âgées.

WP1

Impact of plant-based diet on body composition, physical performance and protein metabolism in older people



3-month nutritional intervention

STANDARD diet vs PLANT diet

Impact on skeletal muscle of older adults

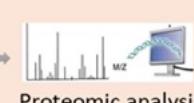
- muscle mass and strength
- muscle metabolism adaptation to diets using isotopic tracer methodology

WP2

Changes of skeletal muscle proteome and secretome associated to a plant-based diet in elderly

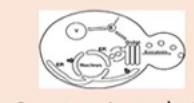


BIOPSY



Proteomic analysis

Characterization of metabolic pathways and molecular mechanisms



Secretomic analysis

Identification of muscle biomarkers associated to diets

OPTILEG

2024 - 2030



ORGANISME COORDINATEUR

UMR Agroécologie Dijon

PARTENAIRES PRIVÉS

TERRES INOVIA

AGRI OBTENTIONS

LALLEMAND SAS

LIMAGRAIN INGREDIENTS

Alliance BFC

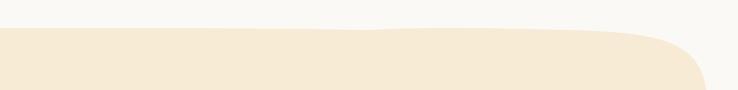
ESA



PÔLES DE COMPÉTITIVITÉ

Vegepolys valley

Vitagora



OPTIMISATION DES INTERACTIONS MICROBIENNES POUR UNE PRODUCTION DURABLE DE PROTÉINES DE LÉGUMINEUSES BÉNÉFIQUES POUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

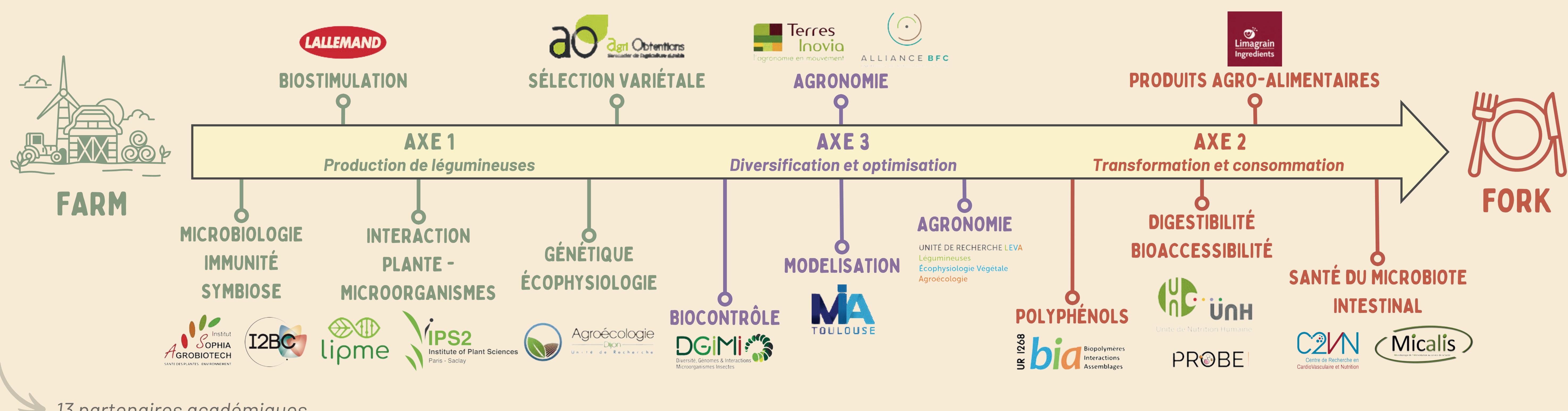
OBJECTIFS DU PROJET

L'objectif d'**OPTILEG** est de fournir de nouvelles connaissances et des solutions innovantes pour optimiser l'interaction des légumineuses avec des micro-organismes bénéfiques pour produire des protéines végétales de haute qualité, sous faibles intrants et bénéfiques pour l'environnement et la santé.

Dans un contexte de changement climatique, l'agriculture doit s'orienter vers des stratégies alternatives **durables**. Les légumineuses, consommées dans le cadre d'une alimentation équilibrée, sont reconnues pour leurs effets bénéfiques sur la **santé** humaine et sur l'**environnement**. Leur capacité de symbiose est un levier essentiel de la transition agroécologique, bien que l'inclusion des légumineuses à graines dans les systèmes de culture européens soit encore trop faible.

5 partenaires privés

UN PARTENARIAT COMPLÉMENTAIRE



13 partenaires académiques

QUATRE LEVIERS MOBILISÉS

INOCULATION

Développement d'inoculums microbiens innovants

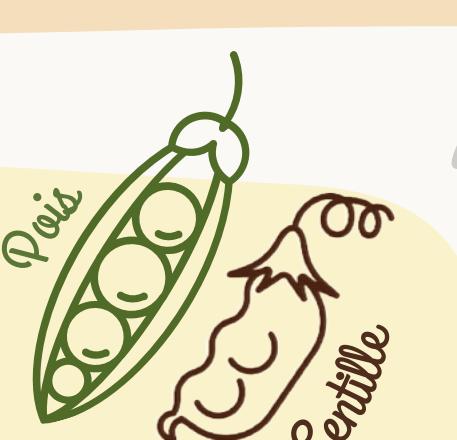
Caractérisation de l'inoculation de **pois** et de **lentilles** avec un inoculum existant au champ

Sélection de nouvelles souches Rlv efficaces et compétitives (chez **pois** et **lentille**)

Identification de souches Rlv optimisant le priming de défense des plantes

Identification de contextes microbiens permettant une meilleure résilience du **pois** au déficit hydrique

Conception de communautés microbiennes simplifiées optimisant la croissance et la santé du **pois** et de la **lentille**



1

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE

De la résilience des légumineuses à la sécheresse, focus sur leur capacité symbiotique

Diversité génétique du **pois** en symbiose confrontée au stress hydrique du sol

Sélection génétique de **pois** et de **lentilles** pour leur tolérance au stress hydrique



2

PRATIQUES CULTURALES

Optimisation du potentiel symbiotique au champ pour améliorer les bénéfices agronomiques et environnementaux



Identification des principales pratiques agricoles explicatives et des conditions pédoclimatiques influençant le succès de la nodulation et de la fixation de N_2



Mobilisation de la variabilité génétique et approche de biocontrôle pour augmenter la fixation de N_2 au champ

Prédiction d'idéotypes adaptés aux conditions pédoclimatiques et aux stress abiotiques liés au changement climatique

Evaluation des bénéfices écosystémiques et environnementaux de l'inoculation de la fixation de N_2



3

TRANSFORMATION DES PRODUITS

Symbiose, qualité des produits et impact sur la santé humaine

Evaluation de la composition des **lentilles** - impact des facteurs génétiques, agronomiques et technologiques sur la qualité nutritionnelle des **lentilles**

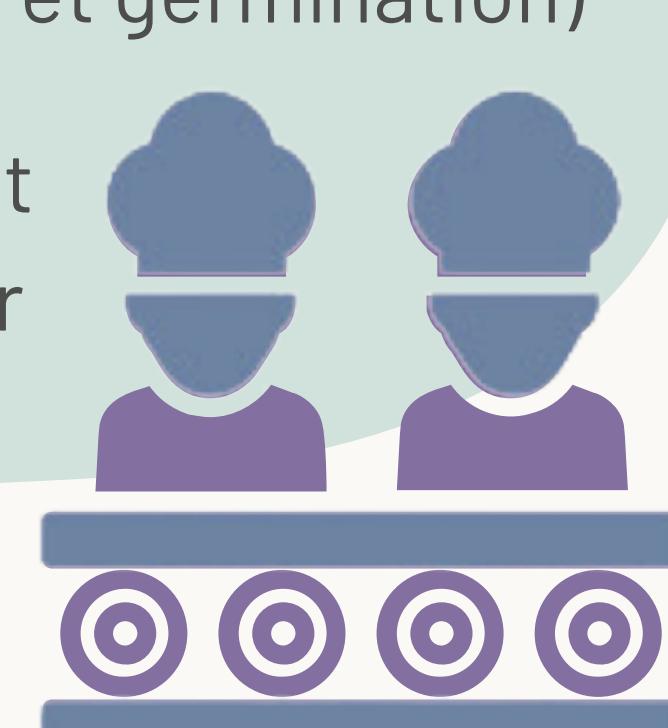
Améliorer la qualité nutritionnelle et sensorielle des **lentilles** avec la germination

Digestibilité des protéines - bioaccessibilité et transport du glucose suite à l'ingestion des **lentilles** - impact des procédés "soft" (cuisson et germination)



4

Effet des conditions de culture en champ sur l'impact à long terme des **lentilles** sur la santé humaine et sur le microbiote intestinal



MANAGEMENT ET COMMUNICATION

Pilotage du projet, ateliers de réflexion entre parties prenantes, participation à des conférences

Communication extérieure via un site web, X, YouTube, LinkedIn, publication d'articles...

CONTACT

marion.prudent@inrae.fr

Ce projet a été financé par :



ANR-23-PLEG-0002

© INRAE-BFC Paloma Veyland

Projet déposé en 2024.

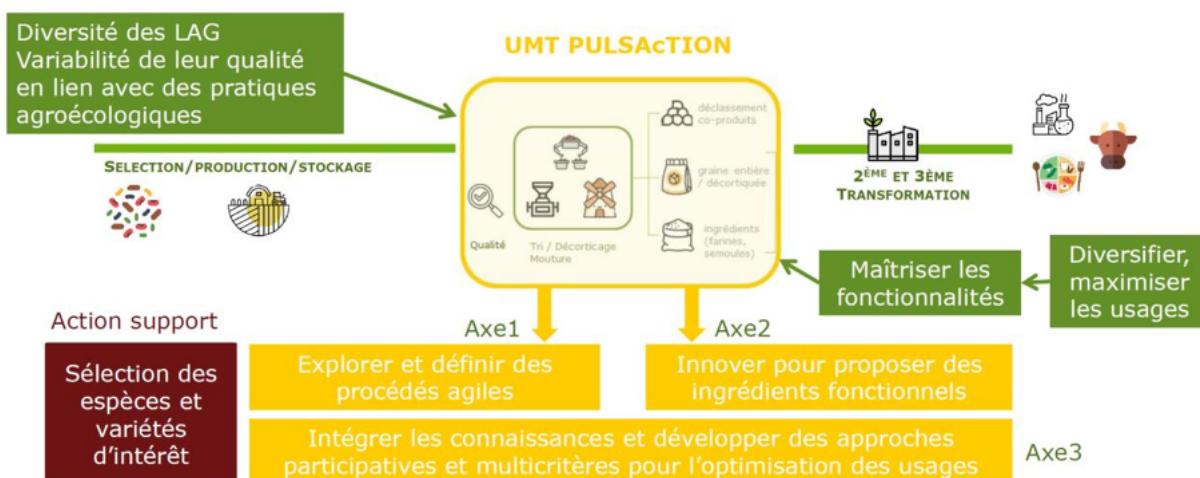
UMT PULSACTION

« Première transformation des Légumineuses pour l'implantation d'une filière française durable »

Partenaires : UMR IATE et Terres Innova

L'UMT PULSACTION a pour objectif de produire des connaissances et des outils utiles à la transformation des graines de légumineuses et favorisant leur implantation large et diversifiée sur le territoire français. Ces connaissances et outils permettront une bonne valorisation de l'ensemble des fractions issues des graines de légumineuses et le développement d'une filière plus concurrentielle où la chaîne de valeur est bien définie.

Afin de favoriser le développement d'une filière légumineuse dynamique il est proposé d'aboutir à la définition de procédés de transformation éco-efficients favorisant la diversification des usages et la valorisation de l'ensemble de la graine en fractions/ingrédients d'intérêt.



Face à la diversité des graines de légumineuses produites (espèces, variétés, qualité), le développement et la conception de procédés de 1^{ère} transformation posent des questions de recherche et de développement génériques, qui structurent le projet d'UMT en trois principaux objectifs inter-reliés :

- Explorer et définir des procédés de transformation permettant d'accompagner et d'anticiper les changements des systèmes de production en lien avec la transition agroécologique en développant des procédés modulables agiles et multi-échelles capables de s'adapter à des graines variées, variables, notamment issues de co-cultures.
- Innover dans la première transformation des graines de légumineuses et créer de la valeur en mettant en place des procédés économiques en eau et en énergie permettant de limiter les pertes à la transformation et développer des ingrédients et notamment des fractions granulaires nouvelles (semoules, farines, concentrats, sons..) aux fonctionnalités maîtrisées.
- Aider à la création de valeurs sur les filières de transformation des graines de légumineuses en intégrant les connaissances obtenues et en développant des approches participatives et multicritères pour l'optimisation des usages des graines et des co-produits.

Outre ce corpus de connaissances en agronomie, physico-chimie et procédés de transformation des graines, l'UMT pourra mobiliser des approches de modélisation numérique permettant d'une part d'explorer l'impact d'une plus grande variabilité de facteurs sur l'aptitude au fractionnement de graines très diverses et d'autres part l'intégration des connaissances acquises et des approches de modélisation multicritères.

PULSAR: a France 2030 project for unlocking white lupin from field to fork

Joëlle FUSTEC¹ & Hélène PIDON²

Adam BENSLIMANE⁴, Marie BODINIER², Valérie GAGNAIRE², Nathalie HARZIC³, Christophe Naudin¹,
Ronan SYMONEAUX¹, Nadim TAYEH², Guillaume TCHERKEZ^{2,5}

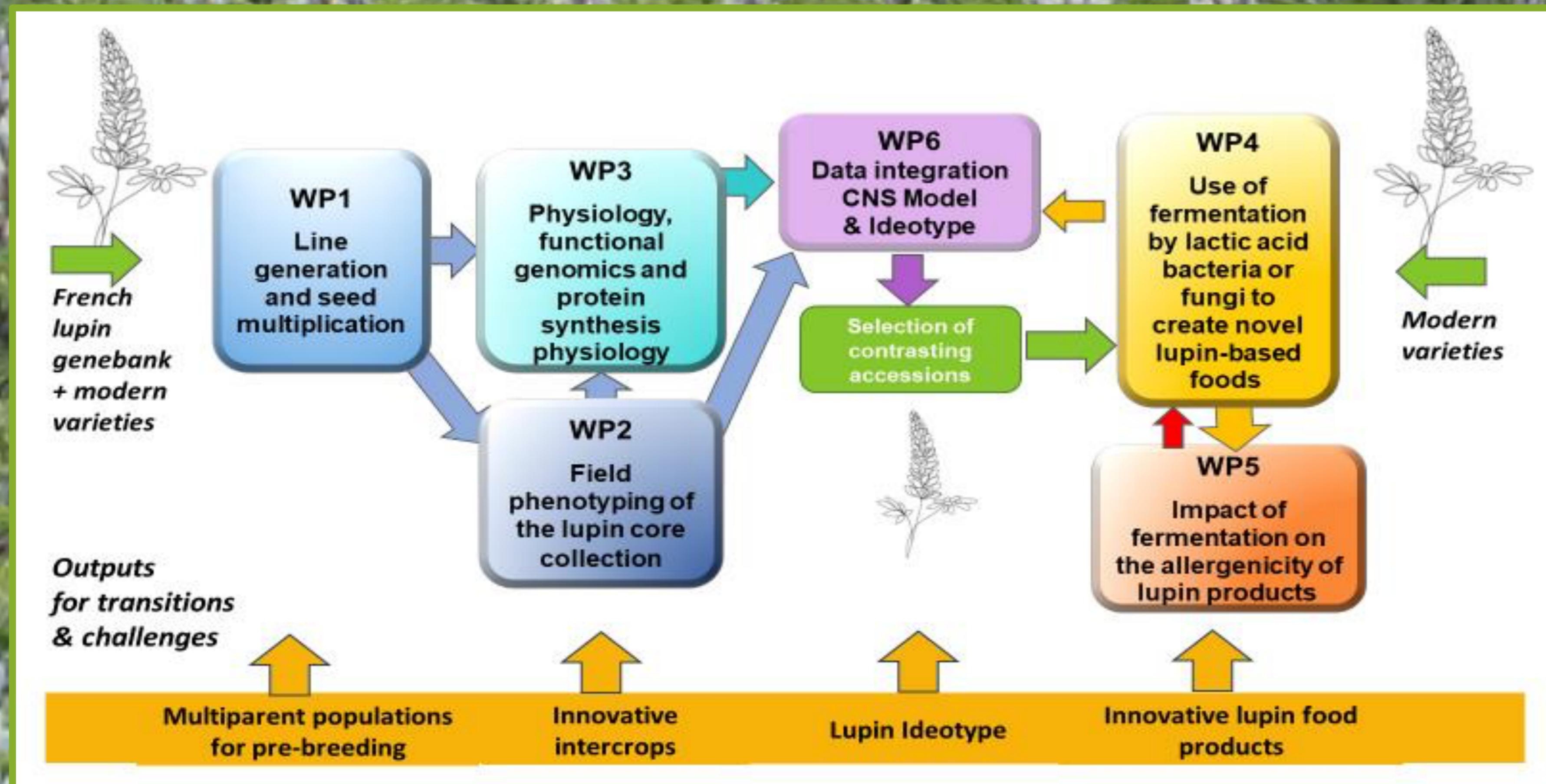
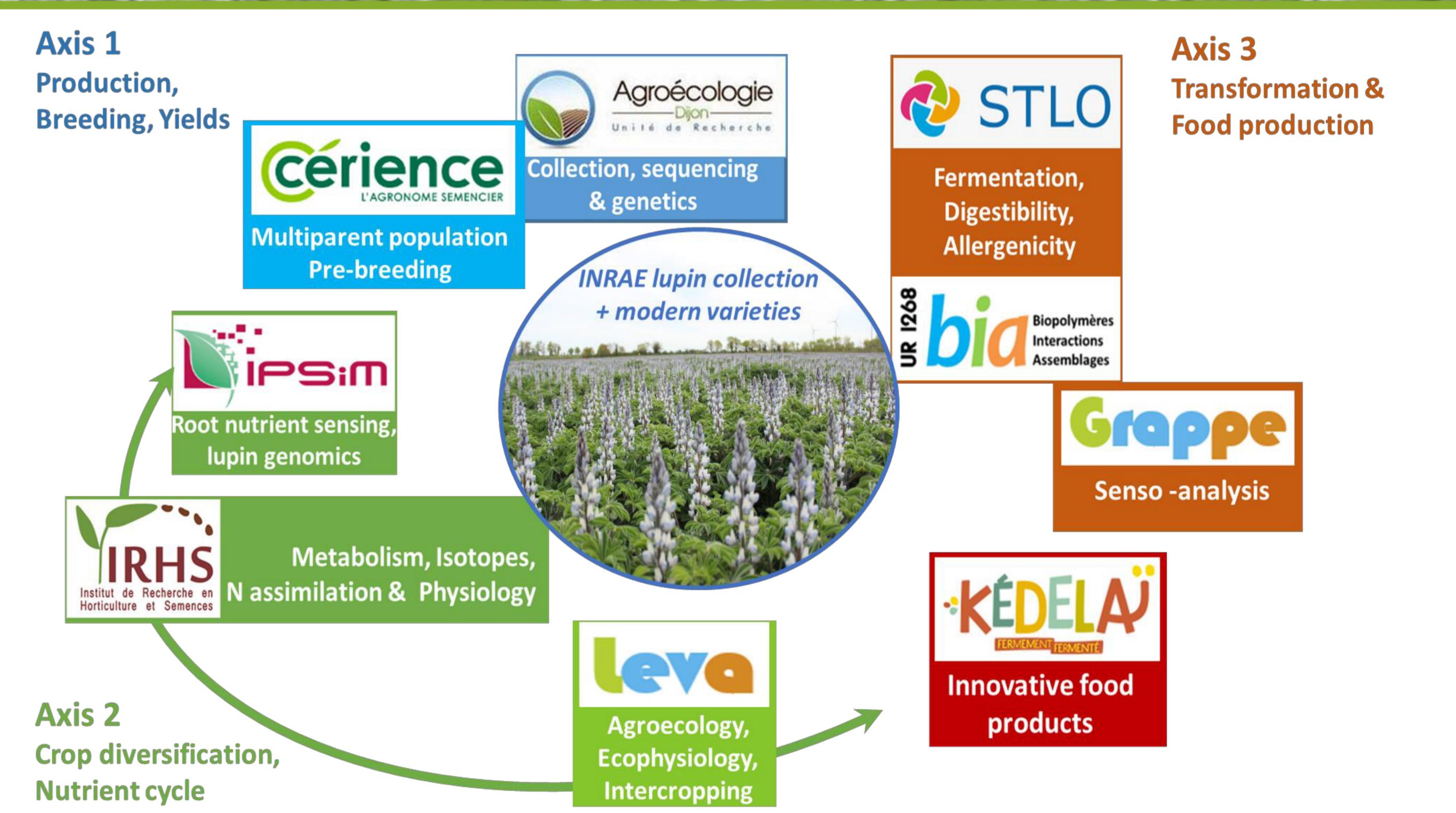
1 ESA, Ecole Supérieure des 'Agricultures - Angers, France - j.fustec@groupe-esa.com
2 INRAE, French National Research Institute for Agriculture, Food and Environment - Nantes, Rennes, Dijon, Angers, France
3 Cérence - Erdre-en-Anjou, France
4 Kedelai - Paris, France
5 Université d'Angers, France

Lupin, a legume such as peas, beans, lentils, peanuts and soybean, has a seed rich in proteins, fiber, essential amino acids, microelements and Omega 3s, making it a valuable component of a healthy and balanced diet.

Among legumes, lupins are close to soybean in terms of protein content, but they are richer in fiber. Their agronomic and environmental benefits are of great interest. Lupins, like all legumes, are able to fix nitrogen from the air, but they can also improve soil phosphorus availability thanks to their particular root system. It is also an attractive melliferous species for pollinators.

Despite these remarkable qualities, lupins are still largely unknown to the general public as a foodstuff, and as a result, production is struggling to develop in France. Its consumption, which was significant in the past, has gradually declined over the last few decades due to the massive use of nitrogen fertilizers and a lack of varieties adapted to changes in farming practices and climate.

The PULSAR project (Protein Utilization and production in Lupinus: Species Association-driven Reviving of an orphan legume species) is being run by a multidisciplinary consortium of four partners (ESA, INRAE, Cérence and Kedelai) with the aim of rehabilitating this little-known and neglected crop. The aim of the PULSAR project is to explore the genetic potential of white lupins and propose new ways of incorporating them into cropping systems and diets to meet the challenge of climate, food and environmental change.



To this end, the PULSAR team is exploring INRAE Dijon's heritage collection of white lupins (*Lupinus albus* L.) to identify relevant accessions for improving the productivity of sustainable agricultural practices offering greater resilience to climate hazards, such as intercropping.

By studying fermentation processes using lactic bacteria or filamentous fungi, the PULSAR team is seeking to improve the digestibility of lupins and mask any allergenicity, paving the way for a wide range of lupin-based food products. Sensory analyses will be carried out to assess consumer taste preferences and attitudes towards lupin-based products, to ensure that they meet market requirements and the expectations of modern consumers.

The PULSAR project aims to improve the resilience of cropping systems in the face of climate change while helping to revolutionize the way we think about food by introducing lupins as a versatile and sustainable source of plant protein, thereby helping to promote a diet that is diverse, nutritious, tasty, reduces the risk of diabetes and allergies, and strengthens the immune system.



PULSENHANCE : Amélioration de la qualité et l'acceptabilité des légumineuses par voie fermentaire.



Les aliments fermentés à base de légumineuses répondent à une demande pour des systèmes alimentaires plus durables et la substitution de protéines animales par des protéines végétales. Cependant, la qualité organoleptique de ces produits est souvent jugée insuffisante par les consommateurs et ils contiennent également des facteurs antinutritionnels. L'objectif de PULSENHANCE est d'étudier la capacité d'une large variété de micro-organismes (procaryotes et eucaryotes) à améliorer les propriétés organoleptiques, à réduire des facteurs antinutritionnels. Pour ce faire, un milieu de fermentation végétal simplifié sera développé et des conditions de fermentation adéquates seront définies. Les activités des micro-organismes sélectionnés seront évaluées par des analyses métabolomiques et volatilomiques ainsi que par des évaluations sensorielles orthonasales. Les données générées liées à la qualité organoleptique et aux composés antinutritionnels seront utilisées pour classer les souches. Des stratégies impliquant des communautés synthétiques ou la culture séquentielle de différentes souches seront également étudiées.

Mots clés: microbiologie, métabolomique, fermentation des légumineuses, farines

Ce projet est lauréat du premier appel à projets 2023 Ferments du Futur. Il a débuté en janvier 2024 pour une durée de 2 ans.

Projet porté par l'UMR SayFood (Sandra Helinck et Christophe Monnet)

Contacts : sandra.helinck@agroparistech.fr; christophe.monnet@inrae.fr

Partenaire : Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire Universitaire de Biodiversité et Ecologie Microbienne (Emmanuel Coton)



Université de Bretagne Occidentale



Identification de régions génétiques chez les apparentées sauvages du pois résistants au puceron du pois *Acyrthosiphon pisum*, par des approches de phénotypage digital et de génomique en lien avec la diversité génétique des pucerons (projet RAPP, AAP Plant Alliance 2024).

Maïwenn Le Floch¹, Stéphane Jumel¹, Angélique Lesné¹, Isabelle Glory¹, Romuald Cloteau¹, Akiko Sugio¹, Mathieu Tiret¹, Yann Le Cunff³, Jonathan Kreplak², Grégoire Aubert², Karen Boucherot², Nadim Tayeh², Nicolas Parisey¹, Marie-Laure Pilet-Nayel¹, Marc Galland^{1,¶}.

¹UMR IGEPP (Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes, Domaine de la Motte, 35657 Le Rheu Cedex, France.

²UMR Agroécologie, 17 rue de Sully, BP86510, 21065 Dijon Cedex, France.

³UMR IRISA Inria Rennes, 263 avenue du Général Leclerc, 35042 RENNES cedex, France.

¶Coordinateur du projet : marc.galland@inrae.fr

Favorisés à la fois par le réchauffement du climat et par les restrictions concernant les insecticides, les pucerons constituent l'un des insectes ravageurs des légumineuses les plus problématiques. Ces insectes altèrent le développement de la plante et sont vecteurs de nombreuses maladies virales. Parmi ceux-ci, le puceron du pois (*Acyrthosiphon pisum*) est l'un des principaux ravageurs qui limite la culture d'espèces d'intérêt agroécologique comme le pois (*Pisum sativum* ssp *sativum*), alors que celles-ci possèdent de nombreux intérêts pour la transition vers une agriculture plus durable. L'identification du QTL *ApRVII* impliqué dans la résistance au puceron du pois chez le pois cultivé constitue une avancée importante (Ollivier et al., 2022). Lors de ces travaux, des sources de résistance chez plusieurs génotypes d'espèces sauvages apparentées au pois (*P. fulvum* et *P. sativum* ssp *elatius*) ont été découvertes. Cette résistance semble différente de celle identifiée chez le pois ce qui suggère des bases génétiques également distinctes (González et al. 2022). L'objectif de ce projet vise à améliorer la résistance du pois au puceron du pois en caractérisant les régions génétiques et leurs marqueurs moléculaires associés chez les espèces sauvages apparentées du pois. Ces connaissances permettront à leur tour d'initier un programme de sélection afin d'introduire ces résistances chez des variétés de pois cultivées. Pour cela, un système de phénotypage haut débit *ad hoc* sera développé pour caractériser l'interaction pois-puceron de manière reproductive et exhaustive. En particulier, des descendance issues de croisements interspécifiques (Figure 1) chez *Pisum* sp. entre espèces sauvages et deux variétés cultivées seront générées et génotypées. Les régions du génome impliquées dans la résistance seront cartographiées par une approche d'analyse de liaison et par une approche basée sur du Machine Learning supervisé. Le spectre d'efficacité des résistances des meilleures lignées F6 sera évalué sur des populations du puceron *A. pisum* disponibles au sein du laboratoire.

Ce projet participera à la transition vers une agriculture plus durable et plus autonome en offrant des pistes tangibles pour améliorer génétiquement une espèce majeure pour la transition agroécologique.

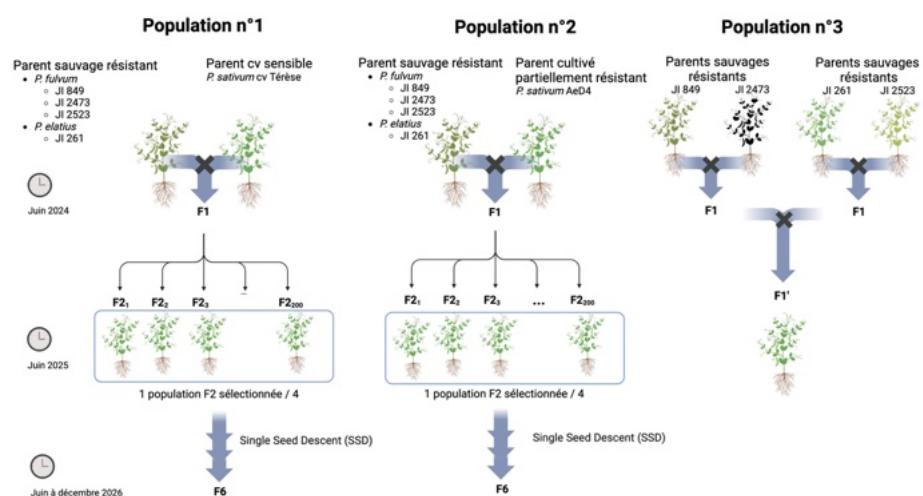


Figure 1. Populations interspécifiques de *Pisum* sp. générées pendant le projet.

Références

Ollivier et al., (2022) A major-effect genetic locus, *ApRVII*, controlling resistance against both adapted and non-adapted aphid biotypes in pea. *Theoretical and Applied Genetics* 135:1511–1528.
 González et al. (2022) Aphid Resistance in *Pisum* Affects the Feeding Behavior of Pea-Adapted and Non-Pea-Adapted Biotypes of *Acyrthosiphon pisum* Differently. *Insects*. 2022 13(3):268.

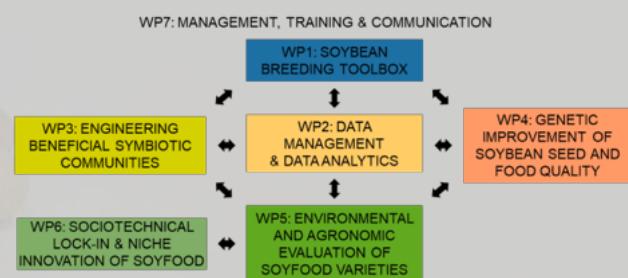
SOYSTAINABLE: towards a local and sustainable production of soyfood resilient to climate change

Context

Soybean (*Glycine max* Mer.) is the first cultivated legume crop worldwide with uses in food and feed industry. As other legume crops, soybean interacts in root nodules with N₂-fixing symbiotic soil rhizobia. Despite its high protein content, low susceptibility to pests, and its deep root system, France imports over 85% of its soybean consumption each year. To increase self-sufficiency and to produce non-GM soybean locally, SOYSTAINABLE reunites French public and private partners into a consortium that aims at promoting a qualitative protein-rich food production in France by contributing novel genetic resources and cultivation methods for locally adapted soybean cultivation.

Objectives and project structure

1. **Improving soyfood and protein quality** without affecting plant physiology
2. Increasing **the cold adaptation** of soyfood varieties
3. Identification of **beneficial microbes** optimized for soybean cultivation
4. **Using agronomic modelling** to predict local soyfood production
5. Identification of **sociotechnical lock-in** of soyfood
6. New sustainable food use of soy: **edamame**



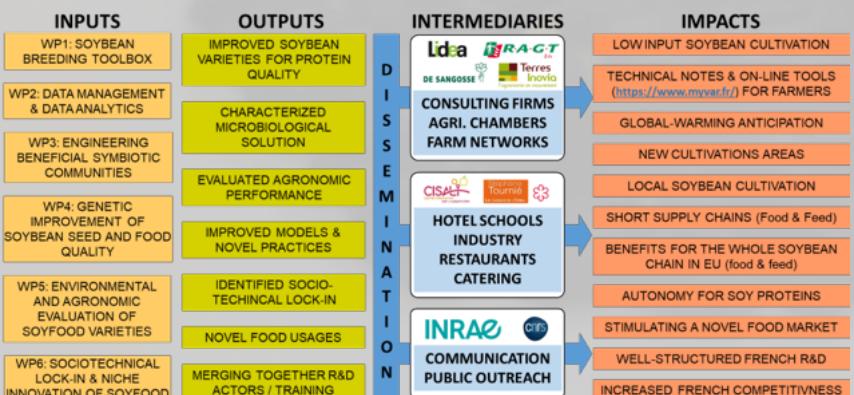
A French multidisciplinary network of synergistic partners and national network of experimental fields, farmers and infrastructures



- ✓ **Public and private partners** with a **wide expertise** in ecophysiology, agronomy and modelling, quantitative genetics, bioinformatics, mutagenesis, microbial genetics, rhizobial stresses, root microbiota and endosymbioses, plant molecular genetics, seed quality, socio-economics
- ✓ **Multi scale, state of the art, unique, high-throughput research infrastructures:** Automated phenotyping facilities (Phenotoul-Heliaphen, PHENOTIC), EPITRANS mutagenesis facility, seed production units & trials, experimental stations and network of survey farms
- ✓ Readiness and documented relevance for **soybean R&D**

Expected outcomes of SOYSTAINABLE

- ✓ **Generating knowledge, resources & methods** for locally-adapted non-GM soyfood production
- ✓ **Using transdisciplinary approaches** based on citizen science, test groups & sociological surveys, public outreach
- ✓ **Disseminating results** via hotel schools, agro food-chain and forming students via intern projects and organization of summer schools



We thank the SOYSTAINABLE consortium, which is supported by the French government grant managed by the Agence Nationale de la Recherche in the frame of the France 2030 program (ANR-22-PLEG-0003).

contact information: jean-malo.couzigou@cnrs.fr

Follow us on [LinkedIn](#)



picture credit: Josep Vy-Lu

SPECIFICS

Sustainable Pest Control In Fabaceae-rich Innovative Cropping System
Conception de systèmes de culture sans pesticides et riches en légumineuses à graines

Judith BURSTIN & Stéphane CORDEAU (coordinateurs)
Sandie BARBOT (gestionnaire)

UMR Agroécologie Dijon – specifics-com@inrae.fr



CONTEXTE & OBJECTIFS

SYSTÈMES DE CULTURES RICHES EN LÉGUMINEUSES ET SANS PESTICIDES



SPECIFICS vise à acquérir de nouvelles connaissances pour aider à la conception et au développement de systèmes de culture **sans pesticides et riches en légumineuses**.

- Variétés multi-résistantes
- Conception de systèmes de culture diversifiés et riches en légumineuses
- Conseils et formations
- Opportunités de marché, contrat de culture, résilience agricole
- Incitations publiques

ORGANISATION ET MÉTHODOLOGIE

Pois, Féverole, Lentille, et plus de légumineuses à graines...



6 RAVAGEURS CIBLES

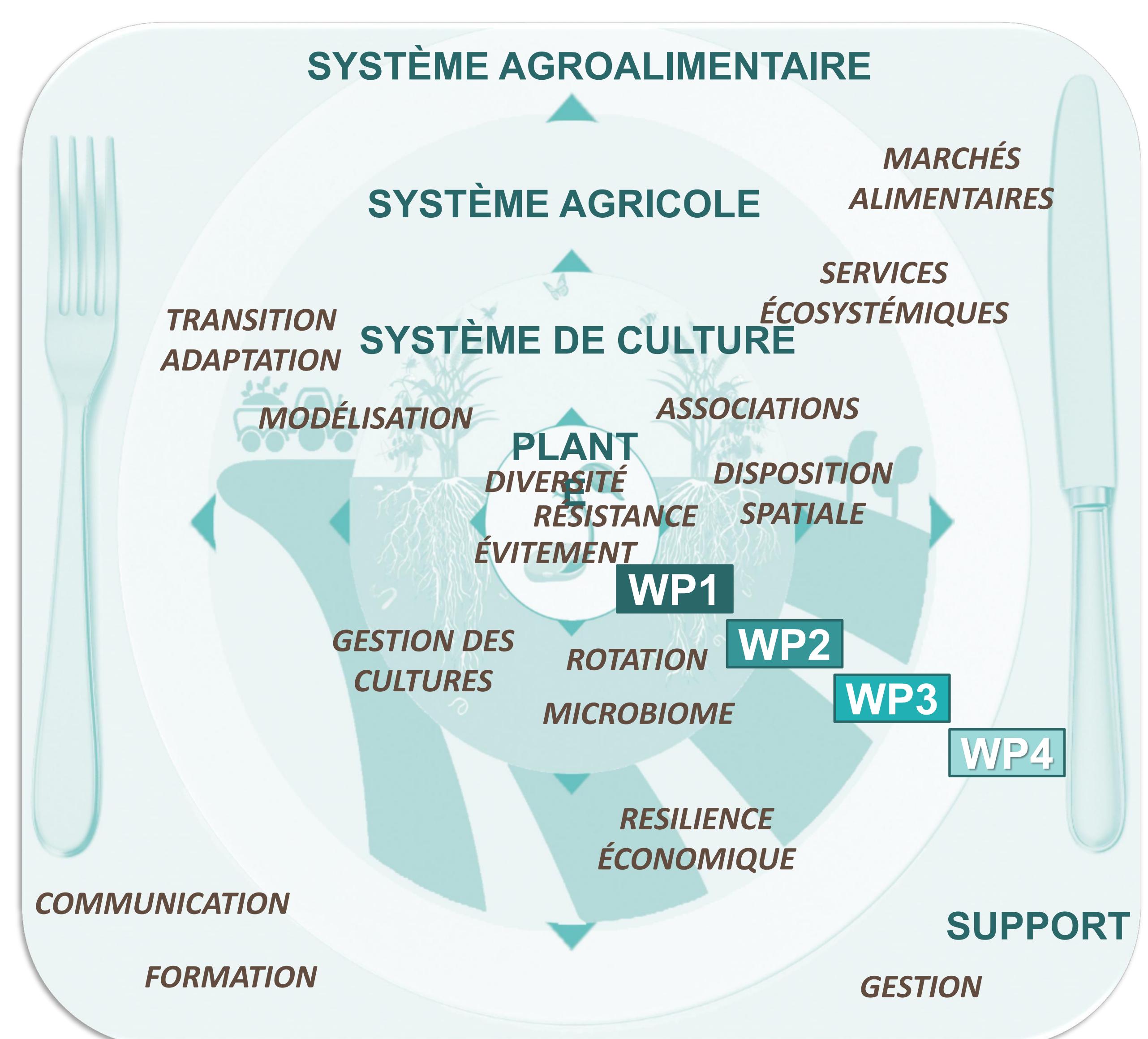


Figure 1. Ciblage de caractères végétaux pour la lutte antiparasitaire (racines de féverole en RhizoTubes®, INRAE-4PMI, France)



Figure 2. Systèmes agroécologiques sans pesticides pour grandes cultures, plateforme CA-SYS, Bretenière, France

Les grandes lignes de SPECIFICS



12 PARTENAIRES

1945 PERS/MOIS

20 STAGES 6 THÈSES

3 PLATEFORMES

EXPÉRIMENTALES SANS PESTICIDES

ENTOMOLOGISTES
ECOLOGISTES
AGRONOMISTES
ECOPHYSIOLOGISTES
SOCILOGISTES

PATHOLOGISTES
BIOINFORMATICIENS
ENSEIGNANTS
GÉNÉTIENS
ÉCONOMISTES

RÉSULTATS ATTENDUS

WP1

Nouvelles connaissances et ressources pour la sélection de variétés de légumineuses à graines pour des systèmes de culture sans pesticides

WP2

De nouvelles connaissances pour un changement radical de la protection des cultures et la conception de systèmes de culture diversifiés avec les agriculteurs et les acteurs

WP3

De nouvelles connaissances pour guider les agriculteurs, les services de vulgarisation et les décideurs publics

WP4

Gestion transparente et efficace, communication et formations pionnières

COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE

PUBLIC « ÉCLAIRÉ » EN AGRICULTURE

PARTIES PRENANTES

ETUDIANTS

GRAND PUBLIC

DÉCIDEURS POLITIQUES RÉGIONAUX, NATIONAUX ET EUROPÉENS

CONCLUSION

Le changement radical du projet SPECIFICS est **l'approche basée sur la biodiversité** pour la gestion des bio-agresseurs et la traduction rapide des avancées génétiques et génomiques sur le terrain et du terrain au marché. Ce projet ne considère plus les légumineuses comme une culture de service, mais comme des **espèces clés dans la transition agroécologique et alimentaire**.

PERSPECTIVES

- Fournir des outils et des recommandations à tous les acteurs de cette transition
- Contribuer à une évolution vers des systèmes alimentaires et agricoles riches en légumineuses
- Produire un ensemble de connaissances scientifiques transférables dans les domaines des sciences de la vie, des sciences humaines et des sciences sociales.



Référent recherche

Francine FAYOLLE et Emilie KORBEL
 UMR CNRS 6144, USC INRAE 1468 GEPEA
Francine.fayolle@oniris-nantes.fr
Emilie.korbel@oniris-nantes.fr

Référent acteur

Antoine RONDEAU
 LEGGO – Chambre d'Agriculture
antoine.rondeau@pl.chambagri.fr

Partenaires de recherche

GRANEM, Université Angers
 USC INRAE – GRAPPE
 UR INRAE BIA
 UMR INRAE SECALIM

Partenaires du développement territorial

Chambre d'Agriculture / Association LEGGO
 Végépolys Valley - Ligeriaa
 Lycées agricoles : Jules Rieffel (Saint Herblain)
 Agglomérations (Nantes Métropole et Angers Loire Métropole)

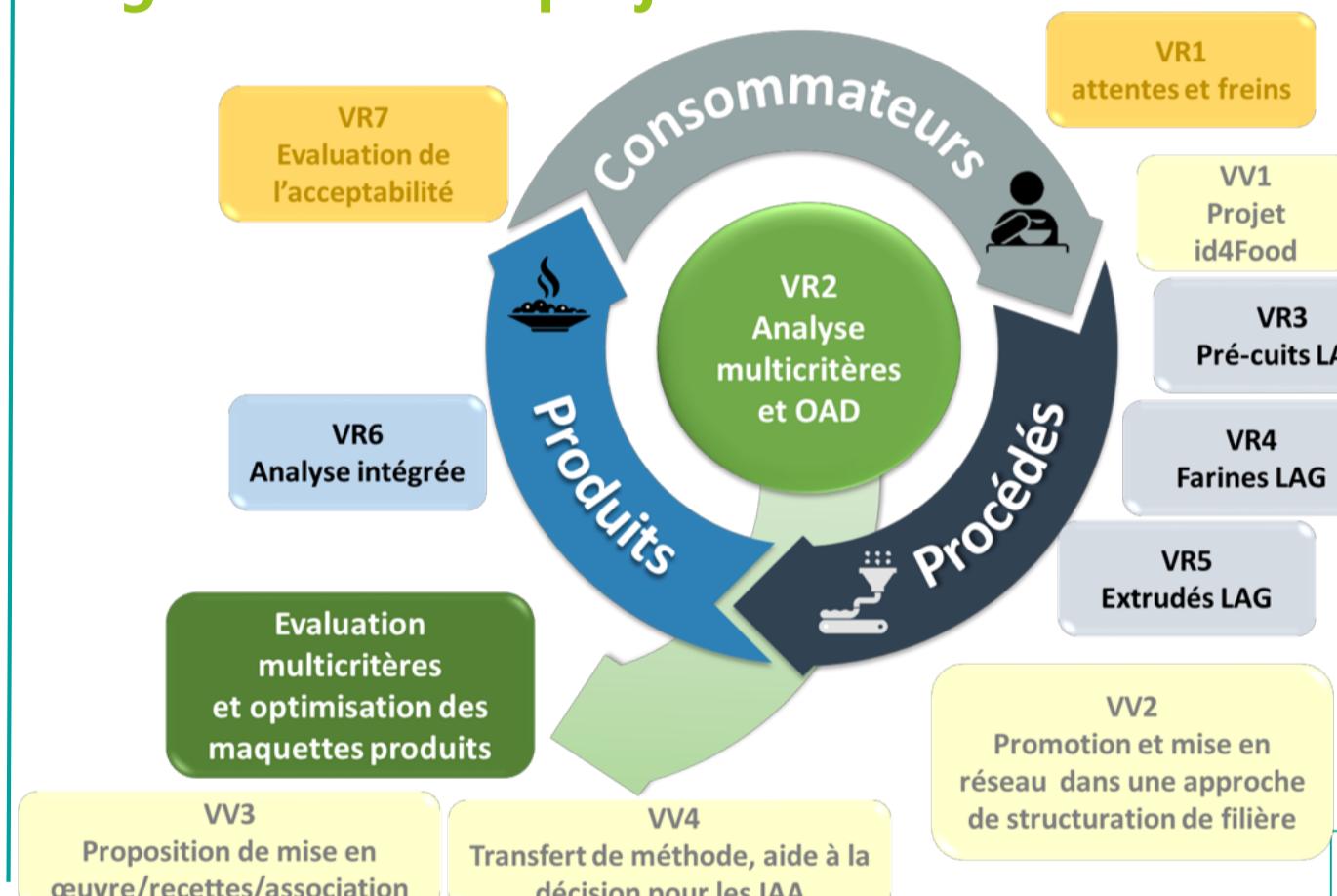
Objectifs généraux du programme

Favoriser la diversification protéique :

- en proposant des produits nouveaux à base de légumineuses à graines
- dont le niveau de transformation pourra être plus ou moins élevé mais en limitant au maximum la présence d'additifs

La demande du consommateur, son appropriation des produits sont des drivers du projet, au même titre que les risques liés à la sécurité des aliments (sanitaire et nutritionnelle).

Organisation du projet



Cibles consommateurs

- Les 65-80 ans, représentés par des séniors, autonomes ou non, qui doivent maintenir un apport suffisant en protéines, voire augmenté, alors qu'ils ont tendance à consommer moins de viande.
- Les enfants et adolescents dont les besoins en protéines liés à la croissance sont importants mais pour lesquels le risque de Junk Food est aggravé.

Légende :
 VR : volet recherche
 VV : volet valorisation

Objectifs scientifiques

- Etape 1 :** Identification des besoins des consommateurs cibles, meilleure compréhension de leurs attentes et de leurs freins vis-à-vis de la consommation de légumineuses.
- Etape 2 :** Afin de lever ces freins, développer des produits innovants dont les différents modes d'utilisation répondront aux critères de choix de ces populations cibles (crus, précuits, cuits, farine, texturés).
- Etape 3 :** Evaluer l'influence de la transformation sur les caractéristiques physico-chimiques, nutritionnelles, organoleptiques et sanitaires des produits finis. L'intérêt majeur est d'évaluer l'ensemble de ces dimensions sur les produits proposés, alors que très souvent seules une ou deux dimensions sont optimisées au détriment des autres.
- Etape 4 :** En parallèle, développer un outil d'aide à la décision de type analyse multicritère permettant d'intégrer les attentes consommateurs et les caractéristiques mesurées dans le choix des produits à optimiser.
- Etape 5 :** Optimiser les procédés de transformation afin de garantir des propriétés de produits répondant à l'analyse précédente, tout en limitant l'impact environnemental de cette transformation (eau, énergie...).
- Etape 6 :** Tester des outils (type nudge) permettant de promouvoir le choix des produits à base de légumineuses à graines par les consommateurs. Evaluer l'acceptabilité par ces consommateurs des nouveaux produits développés, et identifier les produits les plus prometteurs.

Projet ANR ValoN : Valorisation de l'azote du champ au consommateur : cas de la lentille et du pois chiche



En dépit des recommandations alimentaires encourageant les légumes secs, leur consommation est faible en France. Leur production ne permet cependant pas d'atteindre les besoins du marché. Pour la lentille et le pois chiche, la production est cinq fois plus faible que la consommation. Ces légumineuses populaires sont souvent consommées sous forme de graines dans les plats traditionnels mais sont également utilisées comme ingrédients dans les procédés de production alimentaire. Actuellement, très peu d'études se sont intéressées à leurs qualités protéiques pour l'homme. La digestibilité de la plupart des légumes secs étant modérée, de nombreux paramètres du champ à l'assiette sont à optimiser pour améliorer leur qualité protéique.

Le projet ValoN se propose d'actionner différents leviers agronomiques, de production d'ingrédients et de transformations alimentaires afin d'améliorer l'efficacité nutritionnelle de l'azote des lentilles et des pois chiches. Pour cela, il est nécessaire de combler le manque de connaissance sur la façon dont de valoriser au mieux l'azote, en sélectionnant des graines sur la base de leurs compositions en facteurs antinutritionnels et en acides aminés, en produisant des ingrédients par des procédés qui minimisent le degré de transformation tout en réduisant les teneurs en facteurs antinutritionnels, et en choisissant des procédés de transformation alimentaire qui favorisent la biodisponibilité protéique. De plus, afin de développer la culture de la lentille et du pois chiche en France, il est important d'étudier le rendement et les bénéfices pour les producteurs ainsi que l'ensemble des opportunités de marché. Le projet rassemble une expertise académique complémentaire de haut niveau : AgroParisTech, INRAE (4 UMR dans les domaines de la sélection variétale, de l'agronomie, de la transformation alimentaire et de la nutrition), CNRS, NEOMA associé à l'UMR LISIS. Un partenaire industriel, Agri-Obtentions, complète le consortium. L'originalité principale de ce projet est l'alliance pluridisciplinaire de ses différents acteurs afin d'évaluer les leviers d'efficacité de l'azote de la lentille et du pois chiche tout au long de la chaîne alimentaire par le prisme de la nutrition.

Dans le WP1, le **phénotypage de la graine** sera étudié sur différents génotypes puis les résultats seront implantés en cocultures avec la caméline (UMR IJPB, Agri-Obtentions). Les **flux d'azote et de carbone dans la plante** seront modélisés (UMR ECOSYS). Le WP2 s'intéressera à la **production d'ingrédients** avec différents niveaux d'abattement en facteurs antinutritionnels et en miroir différents degrés de pureté de protéine. Chaque lot de paramètres sera caractérisé pour évaluer les facteurs antinutritionnels et la bioaccessibilité protéique (CNRS). Dans le WP3, ces ingrédients seront intégrés dans des **procédés de transformations alimentaires** suivant 2 itinéraires: la fermentation et la cuisson. Les données d'indicateurs de qualité, structurels, biochimiques et organoleptiques seront évaluées afin de caractériser les produits (UMR SAYFOOD). Le WP4 s'intéressera à la **qualité nutritionnelle in vivo** tout au long de la chaîne de transformation, chez des volontaires sains, en utilisant des méthodes d'isotope stable et des tubes intestinaux ainsi que dans des modèles animaux de manière non-invasive (UMR PNCA). Enfin, la **chaîne de valeur** de la chaîne alimentaire, du champ à l'assiette, sera analysée dans le WP5 (NEOMA, LISIS). Le projet ValoN permettra de connaître comment la valorisation de l'azote issu des cultures de lentille et de pois chiche peut être optimisée du champ à la chaîne de transformation alimentaire et dans quelle mesure cela constitue un levier pour augmenter leur attractivité pour les agriculteurs, les acteurs de la filière et les consommateurs.

Coordinateur du projet : Claire Gaudichon (claire.gaudichon@agroparistech.fr)

Etablissement coordinateur : AgroParisTech - CAMPUS AGRO PARIS SACLAY

Partenaire(s) : INRAE Centre Ile-de-France - Versailles-Saclay, CNRS Centre Est (Vandoeuvre), NEOMA Business School, AGRI OBTENTIONS

Durée du projet : 60 mois à partir de mars 2024



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

INRAe

anr[®]
agence nationale
de la recherche
AU SERVICE DE LA SCIENCE



VEG&LAIT

Produire, transformer et innover à la ferme: créer une nouvelle chaîne alimentaire pour des produits mixtes lait-légumineuses innovants



INRAE
UMR AGRONOMIE
AgroParisTech

université
PARIS-SACLAY

UMR CSGA

L'INSTITUT
agro

UMR SECALIM

Oniris

UMR STLO

L'INSTITUT
agro

UR ETTIS

INVITATION A LA FERME

TERRES INOVIA

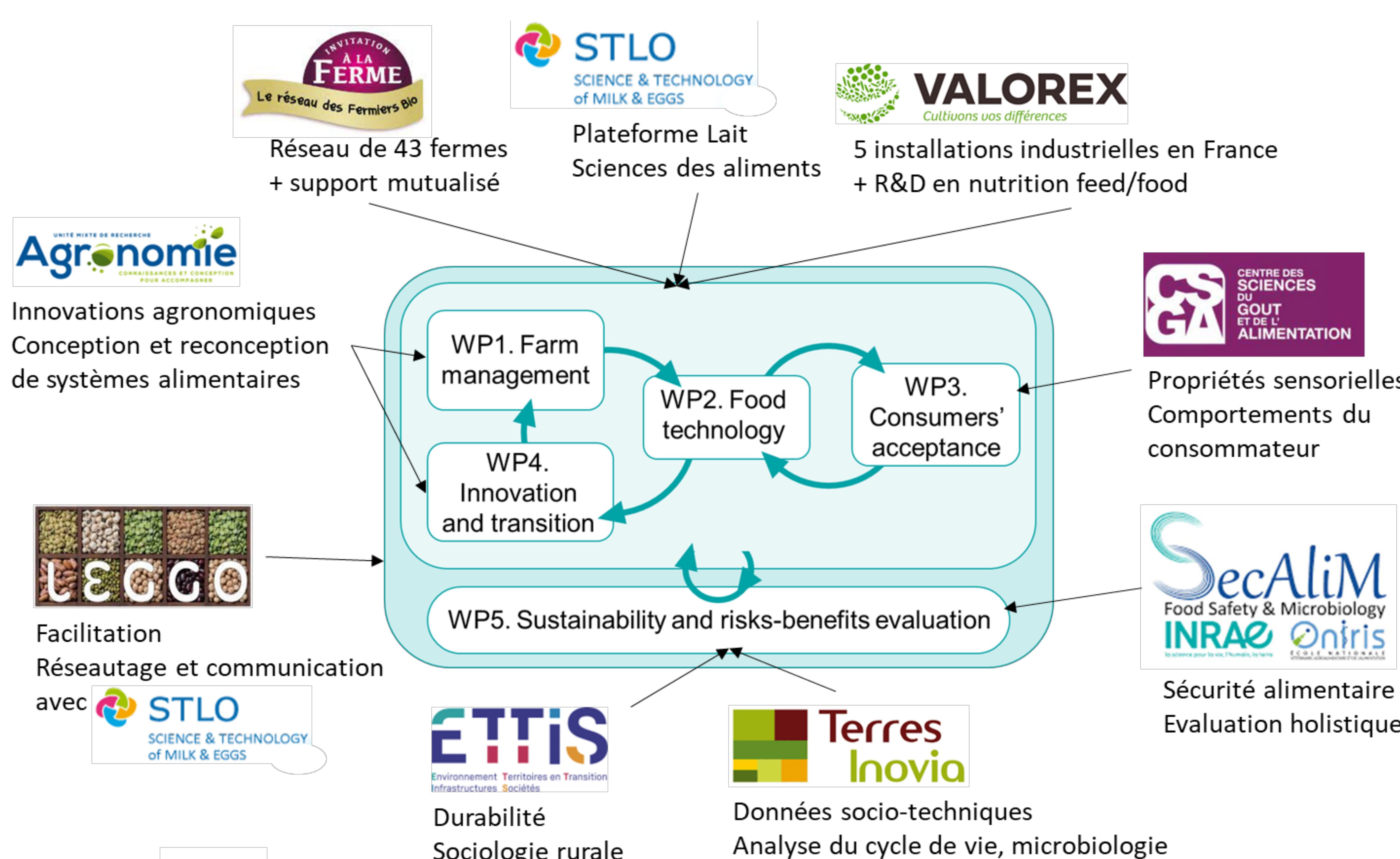
LEgumineuses à Graines
du Grand Ouest

VALOREX

Promouvoir les protéines de légumineuses par le biais du secteur laitier, en tant que pionnier de la pénétration des aliments d'origine végétale chez les consommateurs et consommatrices;

Exploiter les complémentarités du lait et des légumineuses à tous les stades du cycle de vie, de la ferme à la cuillère;

Mobiliser différentes disciplines dans le cadre d'une approche transdisciplinaire afin de garantir l'autonomisation des acteurs, la prise en compte de leurs objectifs, moyens et contraintes dans le processus d'innovation et l'évaluation complète de la durabilité du système.



Centre coordonnateur
Bretagne-Normandie

Projet financé par l'aide de l'État ANR-23-PLEG-0006 gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030

Projet incubé grâce à l'aide attribuée à IMAGINABLE (STLO-CSGA 2021/2023) par le métaprogramme SYALSA de l'INRAE

Unité coordonnatrice :
UMR Institut Agro - INRAE
Science et Technologie du Lait et de l'Œuf (STLO)
65 rue de Saint Brieuc
35042 Rennes Cedex
<https://stlo.rennes.hub.inrae.fr>

Thèse : Assemblage de communautés microbiennes et diversité métabolique dans une matrice enrichie en légumineuses

Résumé : L'objectif principal de cette thèse est de mettre en place une démarche d'écologie synthétique permettant l'étude des mécanismes d'assemblage des communautés microbiennes capables de fermenter des matrices à base de légumineuses (ex : lentilles, pois chiche, soja) tout en améliorant ses propriétés organoleptiques. L'étude des interactions qui opèrent au sein de ces matrices et en préciser la nature, constitue également un objectif majeur.

Les résultats attendus sont :

- Apporter des connaissances sur le potentiel d'implantation de chaque écosystème, de sa plasticité métabolique, de sa redondance fonctionnelle en fonction de la nature de la matrice.
- Mieux définir les règles d'assemblage des communautés microbiennes et les interactions microbiennes au sein de la matrice.
- Proposer quelques principes pour la constitution de communautés synthétiques pour la fermentation de produits enrichis en légumineuses.
- Etre en mesure de proposer des maquettes de produits fermentés à base de légumineuses aux industriels pour des essais pilotes.

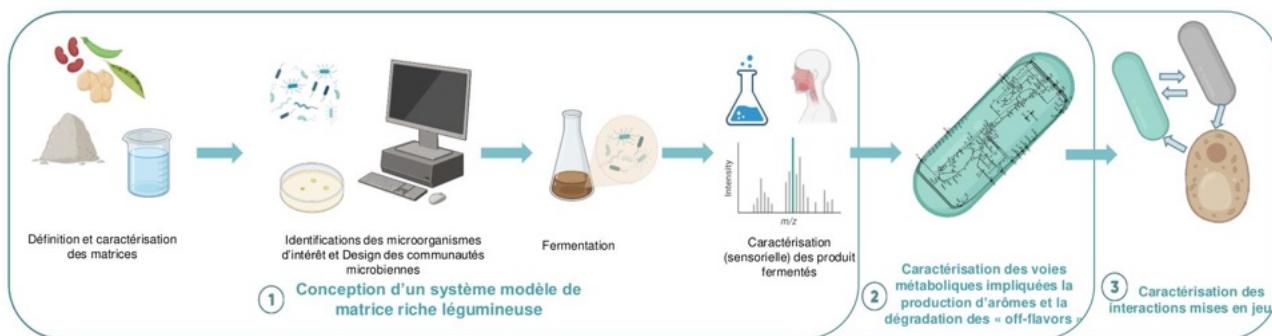


Schéma (*created with BioRender.com*) des principales étapes de la thèse d'Ayité Adama Hondegla.

Mots clés : écologie synthétique, fermentation, interactions microbiennes, approches multi-omiques

Contacts : Pascal Bonnarme (pascal.bonnarme@inrae.fr) ; Ayité Adama Hondegla (ayite.adama-hondegla@inrae.fr)

Partenaires : Cette thèse s'inscrit dans le projet européen DOMINO (<https://www.domino-euproject.eu/>)



Funded by
the European Union

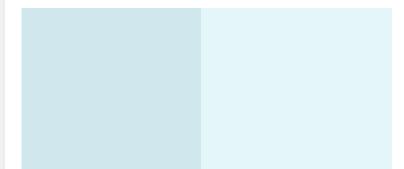
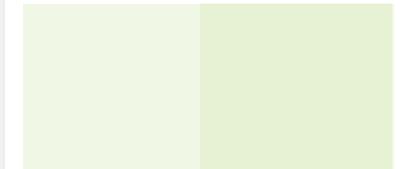


Histoire de diversification de la luzerne

Journée des doctorants

30.05.2024 | Irving ARCIA-RUIZ

Encadré par : Bernadette JULIER & Marie PÉGARD



> Contexte. Le complexe *Medicago sativa* : source de diversité pour la luzerne

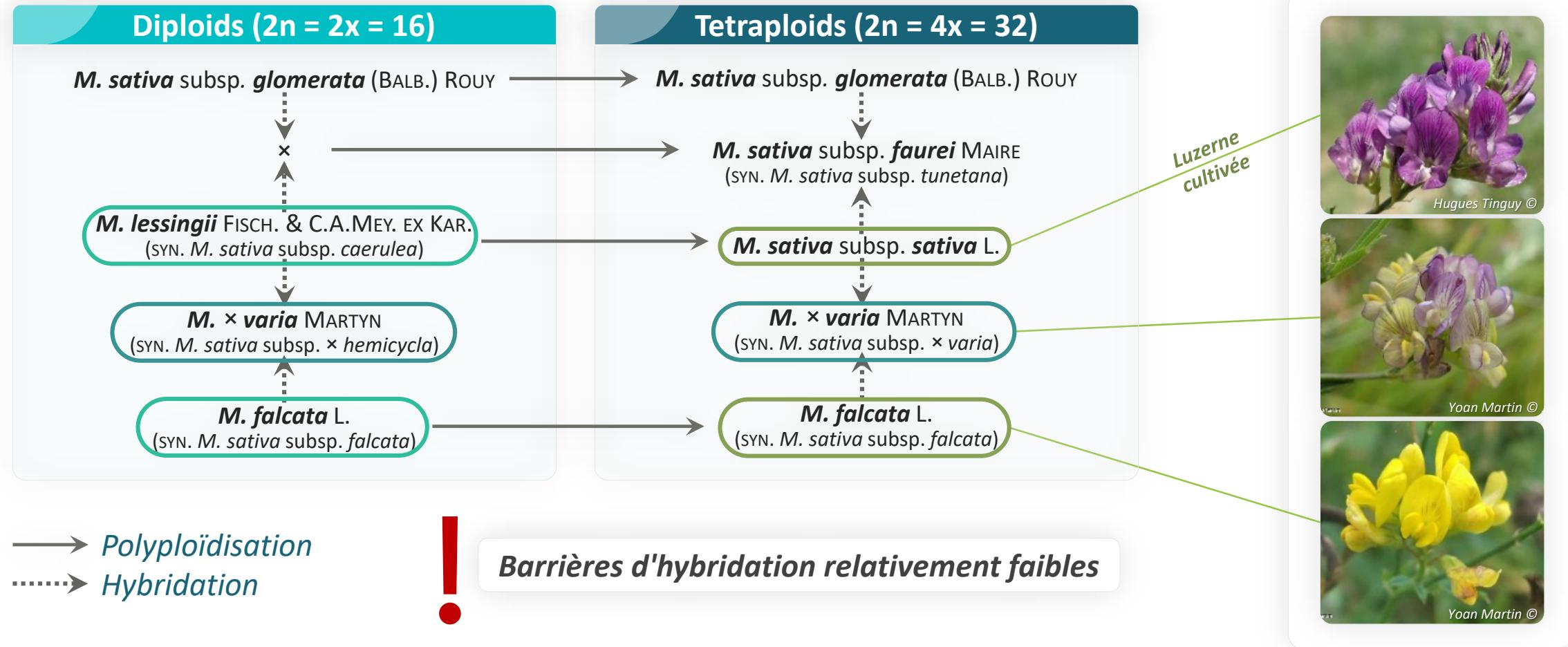
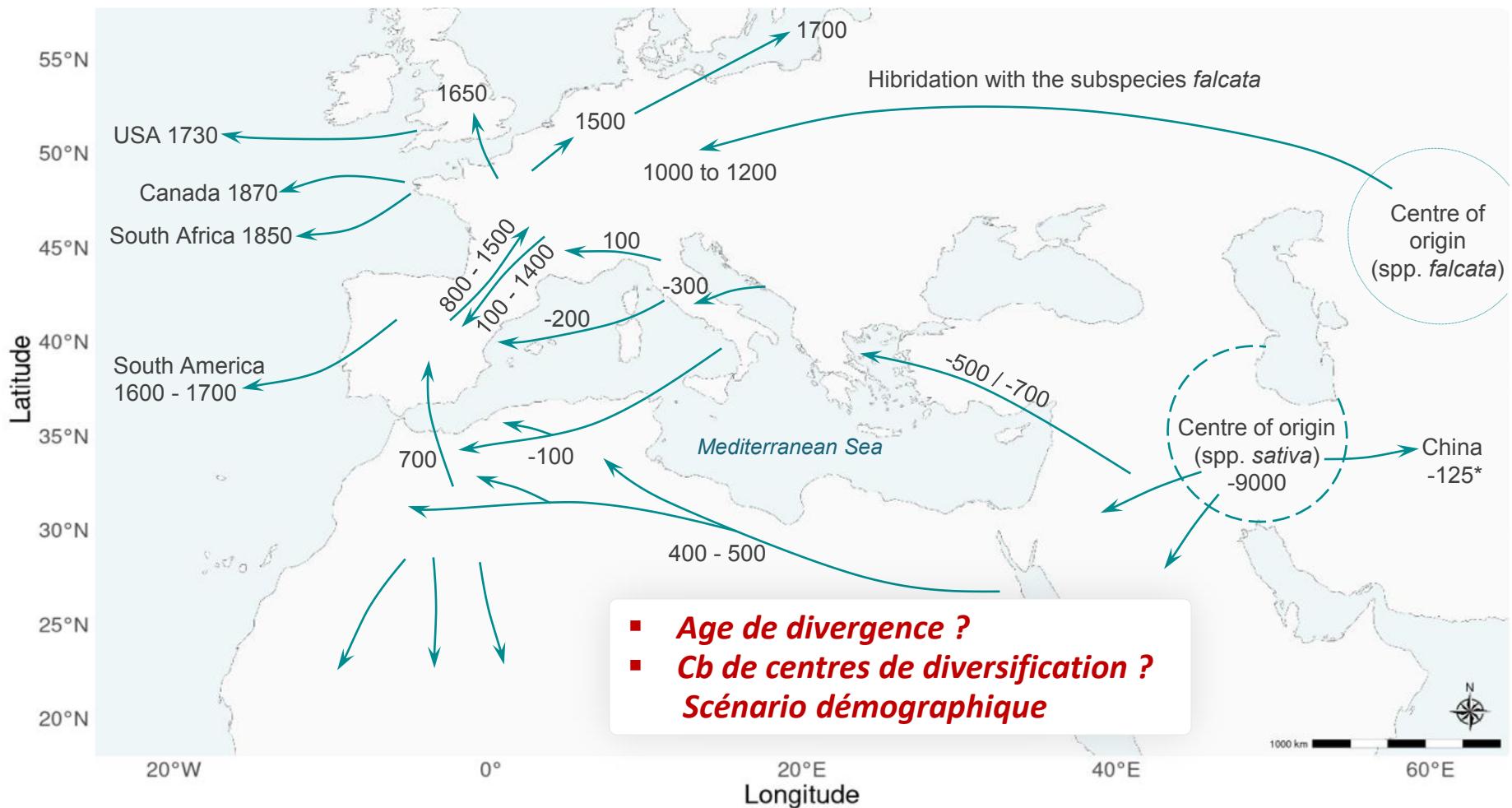


Schéma adapté de Havananda et al., 2011.

> Contexte. Histoire de la luzerne : entre domestication et diversification



Histoire d'expansion de la luzerne à partir de son centre d'origine présumé. (Adapté de Prosperi et al. 2014)

PhD candidate: Hippolyte Lion DA SILVA AGUIAR

Supervisors: Marie-Benoit MAGRINI and Pierre LABARTHE

Institution: INRAE – unité AGIR

Title: How Mission-oriented Innovation Systems could drive responsible innovation for sustainability? Insights from the French legume value-chains

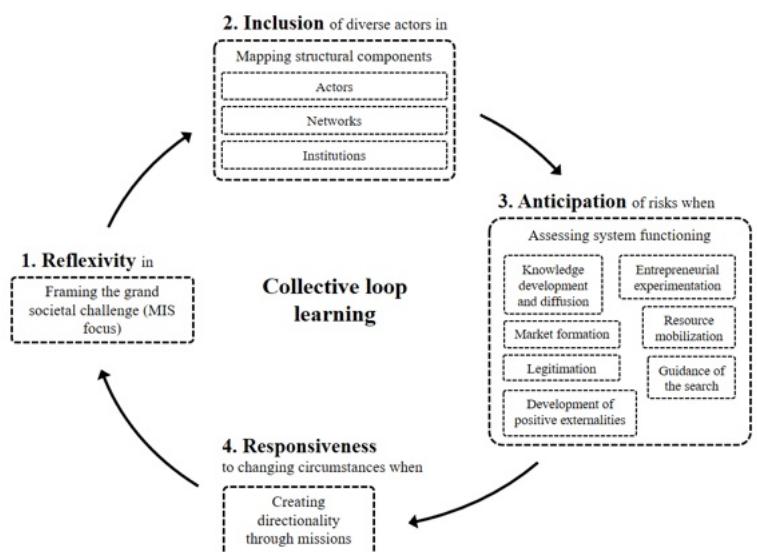
Abstract:

Sustainability transition relies on actor networks engaged in developing and diffusing eco-innovations in societal functions. For decades, public policies have actively supported such networks, in particular through mission-oriented strategies to achieve outcomes related to societal issues (food, defence, energy, mobility...). These approaches have been promoted as tools for innovation policy to address current grand societal challenges, with the aim of achieving systemic transformation. However, while well-intentioned, a mission-oriented approach can expose innovation systems to certain risks such as adherence to mainstream narratives, reliance on top-down governance structures, limited actor diversity, a bias toward incumbent actors, and the potential for unintended negative social and environmental outcomes (Hekkert, 2023; Kirchherr et al., 2023). This is because mission building involves dealing with complexity, contestation and uncertainty in the framing of problems and solutions (Wanzenböck et al., 2020). Being normative, missions are inherently political and, as in other process of defining a “common-good”, their content and legitimacy are subject to power asymmetries between actors and strategic games (Reynaud and Richebé, 2009), which raises question on how to achieve deep transition (Schot and Kanger, 2018).

To deal with missions' risks, collective learning around responsibility may be essential for building missions and the formation of Mission-oriented Innovation Systems (MIS). My thesis explores the integration of the notion of responsibility in mission approach. This is done by adopting mechanisms to ensure different dimensions of responsibility (Stilgoe et al., 2013), such as reflexivity in questioning problem and solution framings, the inclusion of diverse stakeholders in the decision-making process, the anticipation of possible future outcomes of the system, and responsiveness to monitor the effects of actions in changing circumstances, creating a collective learning process. To conceptualise the process of responsible mission building, I propose step-by-step scheme based on the established structural-functional approach to Technological Innovation Systems (TIS) (Bergek et al., 2008) and Stilgoe et al.'s (2013) dimensions of responsibility (Figure 1). This scheme aims at providing guidance for thinking about how networks of actors could collectively and progressively engage in deep transition.

In order to illustrate and provide support for those arguments, I mobilize case studies from the legume value chain. Currently, there is a push to promote the cultivation and human consumption of legumes as a key driver for environmentally sustainable agri-food systems (Billen et al., 2024). New legume missions are being considered at the European and member-state levels aiming at reducing soy imports, cultivating local legumes and encouraging a shift towards more plant-based diets, following recommendations from the European Parliament (2023) and European Commission (2018). These new 'legume missions' places a priority on boosting

Figure 1 - Steps to foster responsible learning in Mission-oriented Innovation Systems (author)



innovation through the use of new policy instruments, including living labs, local cluster initiatives and multi-actor R&D projects that create many actor networks of variable size and scale of action. Part of my ongoing PhD research explores how the legume mission is interpreted and put into practice within French multi-stakeholder regional projects developed in the scope of those policy instruments. Some of these projects, launched in 2017, have formed strong networks of diverse public and private stakeholders, brought together incumbent actors and new firms (start-ups), and led to the creation of regional non-profit organizations. Through surveys, interviews with stakeholders, and desk research of organisational documents, I ultimately aim at understanding how these networks (functioning as regional governance structures for the mission) are able (or not) to define and collectively seek the legume societal mission regarding a great societal challenge of a healthier and more sustainable agri-food system, their potential role in achieving it, and how they deal with each dimension of responsibility to prevent mission's risks.

References

Bergek, A., Hekkert, M.P., Jacobsson, S., 2008. Functions in Innovation Systems: a framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system building activities by entrepreneurs and policy makers. *Innov. Low Carbon Econ. Econ. Institutional Manag. Approaches*.

Billen, G., Aguilera, E., Einarsson, R., Garnier, J., Gingrich, S., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Le Noë, J., Sanz-Cobena, A., 2024. Beyond the Farm to Fork Strategy: Methodology for designing a European agro-ecological future. *Sci. Total Environ.* 908, 168160. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168160>

European Comission, 2018. Report from the Comission to the Council and the European Parliament on the development of plant proteins in the European Union (No. COM(2018)757). European Comission, Brussels.

European Parliament, 2023. European protein strategy (No. A9- 0281/2023).

Hekkert, M.P., 2023. Response to “Missions and mission-oriented innovation policy for sustainability: A review and critical reflection.” *Environ. Innov. Soc. Transit.* 47, 100722. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2023.100722>

Kirchherr, J., Hartley, K., Tukker, A., 2023. Missions and mission-oriented innovation policy for sustainability: A review and critical reflection. *Environ. Innov. Soc. Transit.* 47, 100721. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2023.100721>

Reynaud, J.-D., Richebé, N., 2009. Rules, Conventions and Values : A Plea in Favor of Ordinary Normativity. *Rev. Fr. Sociol.* 50, 3–35. <https://doi.org/10.3917/rfs.505.0003>

Schot, J., Kanger, L., 2018. Deep transitions: Emergence, acceleration, stabilization and directionality. *Res. Policy* 47, 1045–1059. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.009>

Stilgoe, J., Owen, R., Macnaghten, P., 2013. Developing a framework for responsible innovation. *Res. Policy* 42, 1568–1580. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.05.008>

Wanzenböck, I., Wesseling, J.H., Frenken, K., Hekkert, M.P., Weber, K.M., 2020. A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem–solution space. *Sci. Public Policy* scaa027. <https://doi.org/10.1093/scipol/scaa027>

La construction de valeur(s) autour de la diversité variétale de haricots secs : une approche relationnelle aux marchés

Projet de thèse de Tara Dourian

Université Gustave Eiffel/ UMR LISIS-Innovation, INRAE
contact: tara.dourian@inrae.fr



Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation
Grant agreement n°101000383



La préservation de la biodiversité est reconnue comme un enjeu social et environnemental majeur, ainsi qu'un pilier de transformation des systèmes agro-alimentaires. Cependant, la perte de biodiversité se poursuit, autant dans sa dimension sauvage que cultivée. La perte de diversité des plantes domestiquées semble néanmoins plus négligée que son homologue sauvage, surtout animal (Pollan, 2001), et notamment concernant certaines "espèces-phares" (Grandcolas & Marc, 2023). De plus, comparée à la diversité des espèces (dite spécifique), la diversité variétale (ou génétique) est moins mise en avant (Fredriksen, 2017 ; Jacobson et al., 2010). Pourtant, cette perte variétale de plantes domestiquées est évidente car aujourd'hui, environ 60% de l'apport énergétique humain dans le monde provient de seulement trois espèces : le blé, le riz, et le maïs (FAO, 2012 ; 2021a), ce qui représente 80% de la surface mondiale cultivée (Birlouez, 2022). La viabilité des systèmes agro-alimentaires se retrouve alors au cœur d'un paradoxe : elle repose sur la biodiversité pour se reproduire et elle contribue simultanément à sa perte (Loconto et al., 2020). Par conséquence, certaines familles de plantes, comme les légumineuses à graines, font actuellement l'objet de revendications de valeurs plus prometteuses pour un avenir alimentaire plus durable, plus sain, et plus protecteur de biodiversité (Champ et al., 2015 ; FAO, 2021b). Toutefois, depuis la période d'après-guerre en France, elles font face à un "verrouillage sociotechnique", marginalisées dans les champs comme dans les assiettes (Magrini et al., 2016). Elles ne représentent que 4% des surfaces cultivées, et leur consommation annuelle par personne représente en moyenne 2 kg, comparée à 85 kg de viande (Agreste, 2022 ; 2023).

Parmi la diversité des légumineuses à graines, la culture du genre *Phaseolus vulgaris*, ou "haricot commun", est parmi la plus ancienne et la plus répandue dans le monde (Debouck & Hidalgo, 1987). Jusqu'en 1970 environ, elle était la plus cultivée en Europe, présente surtout dans les zones rurales, paysannes (Zander et al., 2016). A l'exception de quelques filières à haute valeur ajoutée, les haricots secs en France sont devenus marginaux. Le soutien politico-économique a eu tendance à favoriser les légumineuses fourragères telles que le soja et le pois fourrager destinés à l'alimentation animale (Magrini et al., 2016 ; Zander et al., 2016). Malgré une demande maigre, la production française de haricots secs ne couvre que 10% de la consommation nationale, le reste étant importé (FNLS, 2021). Grâce à leur mauvaise réputation digestive et leur perception comme étant les "protéines des pauvres", ils ont perdu leur statut au fil du temps. Finalement, le manque d'investissement de la recherche dans la conservation et l'amélioration variétale est un autre facteur impactant leur développement, ce qui est surprenant, étant donné que le haricot est reconnu pour sa diversité génétique abondante (Jacobsohn et al., 2010).

Compte tenu de ce contexte historique et du regain d'intérêt actuel pour ces cultures, cette thèse de sociologie, adossée au projet européen DIVINFOOD (N°agrément 101000383), cherche à comprendre et étudier deux dynamiques distinctes de (re)valorisation autour de deux variétés de haricots secs, notamment les processus de création de marchés. Dans un cas, il s'agit d'un haricot nain blanc de type "lingot", un des ingrédients du cassoulet de Castelnau-d'Armagnac. Portant une IGP depuis 2020, ce haricot est devenu indissociable du plat phare, symbole de l'économie locale. Par contre, face à la sécheresse et aux quotas d'irrigation, les rendements sont faibles, variables, parfois insuffisants pour fournir l'approvisionnement local, menant à une remise en question de la résilience de la variété, suscitant une attirance nouvelle de la part de certains acteurs en quête de diversité génétique. Dans l'autre cas d'étude, il s'agit de fédérer de nombreux acteurs pour créer une micro-filière autour d'une variété grimpante originaire de la Chartreuse surnommée le « haricot viande », sauvegardée par un conservatoire botanique. Avec l'objectif de répandre cette variété dans le bassin lyonnais, un réseau d'usagers se développe autour d'elle, composé notamment d'agriculteurs, d'acteurs de la restauration collective et privée, et de transformateurs. Bien que ces deux haricots appartiennent à la même espèce, ils sont génétiquement distincts et offrent donc une comparaison intéressante, mettant en lumière les synergies et les disparités entre les deux processus.

En s'appuyant sur les théories et les concepts de la sociologie économique et de la sociologie des sciences et des techniques, l'observation participante ainsi que des entretiens semi-directifs sont utilisés pour conduire une analyse qualitative et comparative des deux cas. Les objectifs sont de : caractériser les diverses valeurs (économiques et non-économiques) revendiquées par différents acteurs dans le processus de construction de marchés ; comprendre comment les réseaux se construisent afin de créer des marchés ; décrire l'organisation et les règles des marchés qui se mettent en place ; comprendre si de nouvelles façons d'organiser les marchés, avec des valeurs propres, peuvent influer sur la protection de la biodiversité cultivée.

Agreste. (2022). La consommation de viandes en France en 2022. Juillet 2023, no 412.

Agreste. (2023). Graph'Agri 2023.

Birlouez, E. (2022). Petite et grande histoire des céréales et légumes secs. Versailles : Éditions Quae.

Champ, M., Magrini, M-B., Simon, N., Le Guillou, C. (2015). Les légumineuses pour l'alimentation humaine : apports nutritionnels et effets santé, usages et perspectives. *Les légumineuses pour des systèmes agricoles éthiologiques durables*. In Schneider, A. & Huyghe, C. Versailles : Éditions Quae.

Debouck, DG & Hidalgo, R. (1986). *Morphologie de la plante du haricot commun (Phaseolus vulgaris L.)*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

FAO. (2012). Dimensions of need - Staple foods: What do people eat? Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2021a). Food Balances. In: FAOSTAT. Rome.

FAO. (2021b). *Pulses and biodiversity*. Poster, 10 February 2021, World Pulses Day.

Fredriksen, A. (2017). Valuing Species: The Continuities between Non-Market and Market Valuations in Biodiversity Conservation. *Valuation Studies*, 5(1): 39-59.

Grandcolas, P. & Marc, C. (2023). *Tout comprendre (ou presque) sur la biodiversité*. CNRS Editions : France.

Loconto, A. et al. (2020). The land sparing-land sharing controversy : Tracing the politics of knowledge. *Land Use Policy*, 96, 103610.

Jacobsohn, A. et al. (2010). *Du Fayot au mangoutou - l'histoire du haricot sans en perdre le fil*. Editions du Rouergue.

Magrini, MB et al. (2016). Why are grain-legumes rarely present in cropping systems despite their environmental and nutritional benefits? Analyzing lock-in in the French agrifood system. *Ecological Economics*, 126 : 152-162.

Ragot, V. (2021, février 2021). Les légumes secs prennent du poids en France. Marchés by Réussir.

Zander et al. (2016). Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 36(26).

Conception d'un idéotype de luzerne pour un usage de mulch vivant au service des cultures de rente et étude génétique des caractères impliqués

Thèse Zineb El Ghazzal, INRAE URP3F Lusignan, 2023-2026

Résumé

Pour la transition agroécologique, la culture d'espèces de rente sur des mulchs vivants composés de légumineuses fourragères pérennes comme la luzerne permettrait de réduire l'utilisation d'herbicides tout en assurant une part de la nutrition azotée. Les variétés actuelles de luzerne sont trop vigoureuses, mais le complexe d'espèces *Medicago sativa* contient des morphotypes qui pourraient être appropriés. Une analyse de la diversité génétique basée sur 30 populations de luzerne étudiées en mélange avec du blé permettra de concevoir un idéotype variétal. Le déterminisme génétique des caractères à sélectionner sera étudié sur des plantes phénotypées dans un dispositif de plantes espacées.

Contexte et problématique

La lutte contre les adventices et la réduction des engrais azotés de synthèse sont des enjeux majeurs. Des pratiques agricoles envisagent une couverture pérenne des terres, assurée par des légumineuses, dans lesquelles des cultures de rente sont semées. La luzerne a émergé comme une espèce appropriée mais une forte compétition entre la luzerne et le blé est constatée, produisant des effets négatifs sur le rendement du blé. Le levier de la création variétale peut permettre de créer des variétés moins vigoureuses permettant de concilier la production du blé, la lutte contre les adventices et la fourniture d'azote symbiotique.

Description du sujet

Dans ce contexte, l'objectif est de concevoir un idéotype ou variété idéale de luzerne dont la dynamique de croissance serait compatible avec une production de culture de rente durable, d'un point de vue quantitatif, qualitatif et environnemental. Pour cela, les enjeux scientifiques sont de décrire et comprendre les relations d'interaction entre plantes dans ce type de couvert, en identifiant les caractères à l'origine de ces interactions. La connaissance des corrélations génétiques entre ces caractères dans des fonds génétiques adaptés et de leur déterminisme génétique permettra de proposer une sélection de variétés performantes pour cet usage.

Méthodologie et mise en oeuvre (

Un essai implanté en 2021 avec 30 populations de luzerne, en pur et en mélange avec deux variétés de blé, permettra d'**identifier les caractéristiques des populations de luzerne permettant les meilleures composantes de la culture de blé (rendement, teneur en protéines, adventices)**.

La recherche des déterminants génétiques composant l'idéotype sera conduite sur une **descendance de croisements, et sur les 30 populations étudiées en essai**. L'héritabilité et les corrélations génétiques entre caractères seront calculées. Les marqueurs associés à ces caractères seront recherchés. Des voies de sélection de variétés de luzerne dédiées à un usage de mulch vivant seront proposées.

COLLEGE	ECOLOGIE
DOCTORAL	GEOSCIENCES
BRETAGNE	AGRONOMIE ALIMENTATION

DESCRIPTION D'UN PROJET DE THÈSE FINANCÉ -

ÉCOLE DOCTORALE « Écologie, Géosciences, Agronomie, ALimentation »

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre de la thèse : Intérêt des ensilages de grandes légumineuses (luzerne et trèfle violet) en alimentation des bovins laitiers : ingestion, digestion et production de méthane
Champ disciplinaire 1 : Agronomie
Champ disciplinaire 2 : Choisissez un élément.
Trois mots-clés : ruminants, grandes légumineuses, valeur alimentaire
Unité d'accueil : UMR1348 PEGASE
<p>Nom, prénom du directeur de thèse (HDR indispensable) : DELAGARDE Rémy</p> <p>Adresse mail : remy.delagarde@inrae.fr</p> <p>Nom, prénom du co-directeur (le cas échéant) (HDR indispensable) :</p> <p>Adresse mail :</p> <p>Nom, prénom du co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant) : HUANG Yayu</p> <p>Adresse mail : yayu.huang@inrae.fr</p> <p>Nom, prénom du co-encadrant de thèse 2 (le cas échéant) :</p> <p>Adresse mail :</p>
Financement (origine et montant) : China ScholarShip Council (1350 € net/mois) et China Agricultural University (350 € net/mois)
Contact(s) (adresse postale) : Rémy Delagarde, INRAE, Pegase, 16 Le Clos, 35590 Saint-Gilles

**Une fois complété, merci d'enregistrer ce document au format pdf avec le nom suivant :
Nom du Directeur thèse_Unité.pdf**