

# Evolution du marché français des légumineuses et déterminants de la consommation de 2009 à 2019

## Introduction

### Contexte :

- **Transition** vers des régimes alimentaires plus durables
- Consommation française de légumineuses **faible et en baisse sur le long terme**, malgré leurs **atouts nutritionnels et environnementaux**

### Objectifs :

- Caractériser **l'évolution récente** de la consommation de légumineuses
  - Mieux comprendre ses **déterminants**
- afin d'identifier des **leviers de politique publique** possibles pour augmenter la part des légumineuses dans la diète

## Matériel et Méthodes

### Périmètre :

- **Légumineuses à grains secs**  
lentille, haricot sec, flageolet, pois chiche, pois cassé, fève
- **Soja**



### Sous toutes leurs formes :

- sèches
- transformées non cuisinées (précuites, en conserve ou surgelées)
- transformées cuisinées (cassoulet...)



### Données d'achats alimentaires

**Kantar WorldPanel 2009-2019**  
25 000 ménages représentatifs de la population française

Descriptifs des produits  
Caractéristiques des ménages  
Quantités achetées  
Sommes dépensées

Agrégation des quantités achetées  
→ **tendance de consommation**

Modèle Truncated Normal Hurdle  
- analyse de la décision d'achat  
- analyse la quantité achetée  
→ **déterminants sociodémographiques de la consommation**

Conversion des quantités en équivalent légumineuses sèches  
**Données QuantiLeg**

## Résultats

### Consommation de 2009 à 2019

#### Ensemble des légumineuses hors soja

- Une **consommation faible** : autour de 1 kg/pers./an en eq. légumineuses sèches, soit 10 fois en dessous des recommandations\* (Fig. A)
- A comparer à celle de la viande (36 kg/pers. en 2019), très au-delà des recommandations\*, et celle des féculents (hors pommes de terre) (16 kg/pers)
- En **hausse quasi-continue entre 2010 et 2019** (+27%) (Fig. B)
- **7,2% de ménages non-acheteurs** de légumineuses en 2019

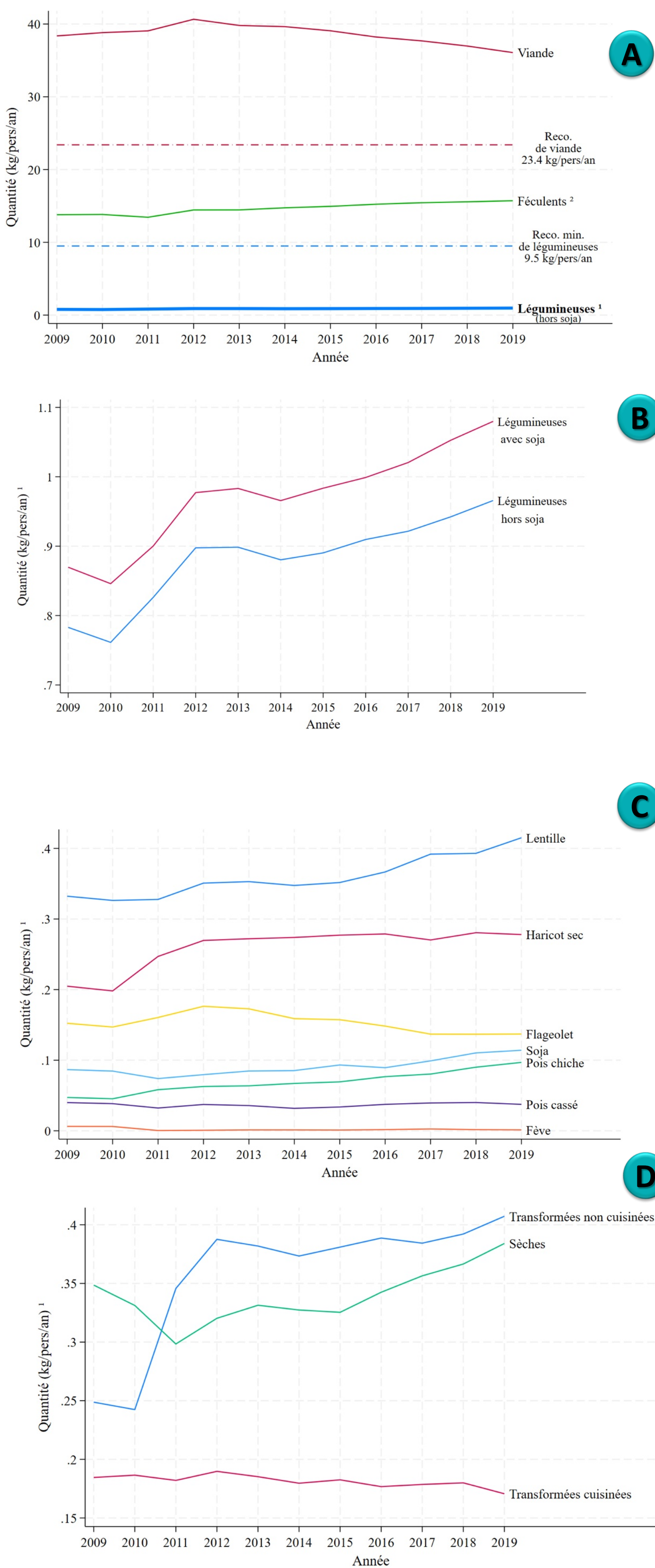
#### Selon l'espèce de légumineuses (Fig. C)

- **Lentilles et haricots secs** majoritaires
- Consommation en hausse pour les **lentilles** (+25%), les **haricots secs** (+36%) et les **pois chiches** (+100%)
- Consommation en baisse pour les flageolets (-10%)

#### Selon le degré de transformation (Fig. D)

- Les légumineuses **transformées non cuisinées et sèches** majoritaires
- Consommation en hausse pour les **légumineuses transformées non cuisinées** (+64%) et **sèches** (+10%)
- Consommation en baisse pour les légumineuses transformées cuisinées (-10%)

\* recommandations 2024 du Réseau Action Climat et de la Société Française de Nutrition



### Déterminants sociodémographiques

Caractéristiques sociodémographiques des ménages	Effet significatif sur au moins 6 années sur 11	
	Probabilité d'achat	Quantité
Composés d'au moins une personne majeure de sexe féminin	NS	.
Composés d'au moins une personne majeure de sexe masculin	NS	+
Composés d'au moins une personne < 18ans	NS	-
Composés d'au moins une personne > 65ans	+	NS
Composés d'au moins une personne obèse/en surpoids	NS	-
Célibataires / Monoparentales	-	+
Composés d'au moins un adulte sans emploi	+	NS
Composés d'au moins une personne possédant un bac+2 ou plus	-	NS
De classe économique	Moyenne haute	NS
	Moyenne basse	+
	Basse	+
Vivant en zone rurale	NS	+
Possédant un arbre fruitier	NS	+
Possédant un potager	NS	NS
Vivant dans le sud de la France	+	+
Quantité de viande conso. par individu	+	+
Quantité de féculents conso. par individu	+	+
Quantité de soja conso. par pers.	NS	+

- Un niveau plus faible d'éducation ou de revenu ne semble pas être un frein à la consommation de légumineuses
- La consommation de légumineuses semble être complémentaire à celle de viande et de féculent

### Quels leviers de politique publique ?

1. Cibler des instruments de politique publique pour stimuler spécifiquement la consommation de certaines légumineuses (ex: pois chiches)
2. Mettre en cohérence les différentes mesures de politique alimentaire : une politique visant à diminuer la consommation de viande pourrait ne pas se faire en faveur d'une hausse de la consommation de légumineuses
3. Questionner le rôle des plats cuisinés comme levier de développement de la consommation de légumineuses. Un levier possible : augmenter la part des légumineuses et diminuer celle de la viande dans les recettes

- projet « Brightspace » du programme européen Horizon recherche
- projet « CHESS » du programme ANR des Investissements d'Avenir
- projet « Durqual » du métaprogramme INRAE SYALSA





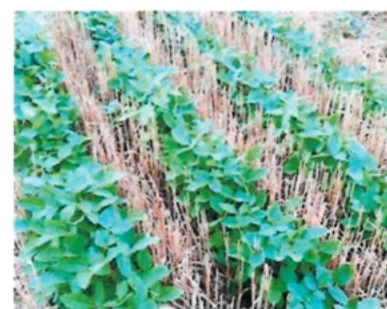
©Philippe Debaeke INRAE

## La double culture : une opportunité offerte par le changement climatique ?

Les systèmes de double culture (culture en relai ; culture dérobée) apparaissent comme de nouvelles opportunités face aux enjeux de la transition agroécologique (ex. diversification par les légumineuses) et de l'adaptation au changement climatique (ex. réalisation de 2 cycles culturaux annuels). Quelle faisabilité et quelles performances agronomiques et environnementales caractérisent ces nouveaux systèmes en climat actuel et futur ? Quels nouveaux idéotypes variétaux seraient à sélectionner pour rendre les services attendus ? Quels impacts du changement climatique sur l'extension territoriale de la double culture ? En 2023, deux projets CASDAR (3C2A, IPHARD) associant INRAE (UMR AGIR, UE APC, UMR LIPME) aux Chambres d'Agriculture d'Occitanie et de Nouvelle-Aquitaine, à Terres Inovia et au GEVES ont fourni de premières réponses par la mobilisation de plusieurs approches : expérimentation à la ferme, enquête sur les pratiques culturales, expérimentations au champ et en conditions contrôlées, modélisation. Ces travaux ont été valorisés sur le plan académique mais aussi par des sorties opérationnelles montrant l'intérêt potentiel de la double culture dans le contexte du changement climatique.

### CONTEXTE ET ENJEUX

Les systèmes de double culture apparaissent comme de nouvelles opportunités face aux enjeux de la transition agroécologique (ex. diversification par les légumineuses) et de l'adaptation au changement climatique (ex. réalisation de 2 cycles culturaux annuels). Par double culture, on entend principalement la succession d'une culture d'hiver puis d'une culture d'été récoltées la même année ; on parle de culture en relai (ou relay-cropping) lorsque la culture n°2 est semée avant la récolte de la culture n°1 et de culture dérobée (ou double culture séquentielle) quand la culture n°2 est semée après la récolte de la culture n°1. Le plus souvent, ces systèmes se basent sur le soja (adapté aux deux types de double culture) et le tournesol (adapté surtout en dérobé), deux oléoprotéagineux succédant le plus souvent à une céréale à paille. En 2023, deux projets CASDAR (3C2A, IPHARD) associant 3 unités INRAE (UMR AGIR, UE APC, UMR LIPME) aux Chambres d'Agriculture d'Occitanie et de Nouvelle-Aquitaine, à Terres Inovia et au GEVES ont vu leurs travaux se conclure et être valorisés de manière diversifiée.

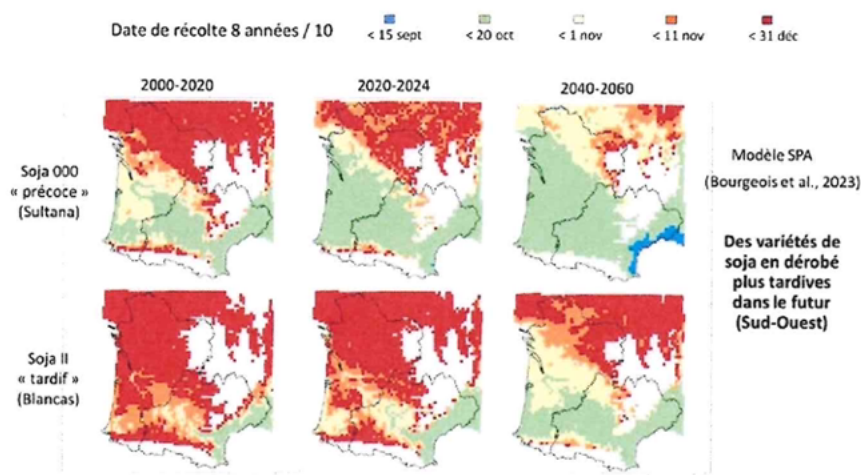


Expérimentation IPHARD 2021 (INRAE Auzeville) Soja en culture relais dans un blé d'hiver ©Philippe Debaeke, INRAE



## RÉSULTATS

- Un suivi pendant 4 ans de 130 parcelles d'agriculteurs du Sud-Ouest a permis d'évaluer la faisabilité et les performances d'une gamme de cultures en dérobée et de capter par enquête les atouts et limites de cette pratique au regard de la disponibilité hydrique (Pitchers et al., 2023)
- Des travaux expérimentaux menés à Auzéville depuis 2020 ont permis d'analyser le fonctionnement du relay-cropping (soja semé dans du blé) et de la culture en dérobée (tournesol semé après pois, soja après orge) en mettant l'accent sur la diversité de la réponse variétale et en suggérant les traits morpho-physiologiques à sélectionner pour ce type de systèmes (Debaeke et al., 2023 ; Lamichhane et al., 2022, 2023 a-b). Des travaux en pots (Heliaphen) et en phytotrons ont permis d'évaluer la réponse différentielle de ces cultures (germination, levée, expansion foliaire, croissance précoce...) en conditions d'humidité limitantes.
- La modélisation a été appliquée en climat actuel et futur (2050): 1) pour déterminer les zones favorables à la pratique de la culture dérobée de soja (modèle SPA) en forte extension en France; 2) pour évaluer les impacts environnementaux favorables de cette pratique, assez comparables à ceux des cultures intermédiaires (modèle STICS)



Détermination des zones favorables à la pratique de la culture dérobée de soja dans le futur

## PERSPECTIVES

Ces travaux se poursuivent dans le cadre du Laboratoire International Associé franco-chinois (thèse de Lin Kang) par l'exploration des potentialités de la culture de soja dérobé en France.

## VALORISATION

La valorisation scientifique de ces travaux a été significative en 2023 (3 articles à comité de lecture) et trois communications ont été présentées lors de la 11ème World Soybean Research Conference à Vienne (Juin 2023). Un colloque de restitution des résultats du projet « 3 Cultures en 2 ans » a été organisé à INRAE Auzéville le 6 Juin 2023 et les 9 communications sont librement accessibles sur [ce site](#).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- > Lamichhane J.R., Wojciechowski A., Bourgeois C., Debaeke P., 2022. Genetic variability for early growth traits in second season sunflower. *Frontiers in Agronomy* 4, 822456. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.822456>
- > Lamichhane J.R., Alletto L., Cong W., Dayoub E., Maury P., Plaza-Bonilla D., Reckling M., Saia S., Soltani E., Tison G., Debaeke P., 2023a. Relay cropping for sustainable intensification of agriculture across temperate regions: crop management challenges and future research priorities. *Field Crops Research* 291, 108795. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108795>
- > Lamichhane J.R., Varillas C., Debaeke P., 2023b. Seedling emergence and biomass production of soybean cultivars under wheat-soybean relay cropping. *Plos One* 18 (11), e0293671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293671>
- > Pitchers J., Ferrand N., Pull M., Minette S., Abella M., Debaeke P., 2023. Opportunities and risks of double cropping in southwestern France with a focus on soybean and sunflower crops. *OCL, Oilseeds & fats Crops and Lipids* 30, 16, <https://doi.org/10.1051/ocl/2023016>
- > Pull M., Minette S., Ferrand N., Abella M., Constantin J., Debaeke P., Tison G. 2023. Doubles cultures : opportunités, faisabilité et multi-performances de cultiver trois cultures en deux ans dans le Sud-Ouest de la France. *Connaissances acquises issues du projet CASDAR 3C2A, CRAO & CRANA, Dossier 31 p.*



Contact : Philippe Debaeke, Jay Ram Lamichhane, Pierre Maury, Julie Constantin, Lionel Alletto, Gilles Tison

Unité : [UMR AGIR](#)

Département : AgroEcoSystem

Centre INRAE : Occitanie-Toulouse

Mots clés : culture en relai, culture dérobée, soja, tournesol, adaptation au changement climatique, idéotypes

# Using simple cultivar phenotyping and photothermal algorithm to explore the suitability of spring-sown grain legumes in France

D. Bourgeois<sup>1</sup>, P. Debaeke<sup>1</sup>, B. Quinquary<sup>2</sup>, V. Biarnès<sup>3</sup>, H. Tribouillois<sup>4</sup>, P. Maury<sup>2</sup>

Contact : pierre.maury@ensat.fr

## Background & Aims



Improving grain legume production in Europe under climate change needs a good prediction of cultivar phenology under different temperature and photoperiod conditions. For that purpose, the **Simple Phenology Algorithm (SPA)** was developed on soybean (Schoving *et al.*, 2020 ; Bourgeois *et al.*, 2023) then extended to 3 spring-sown legumes: chickpea (*Cicer arietinum*), faba bean (*Vicia faba*), and field pea (*Pisum sativum*). Before being applied, the generic SPA requires the calibration of **7 genotypic parameters**. Therefore, a **simple phenotyping method** was designed and set up under natural and controlled conditions to determine these parameters for chickpea, faba bean and pea varieties on 2 cultivars for each species.

### SPA algorithm

- Formalism of development rate (Rdev)
- 7 genotypic parameters

$$R_{dev} = R_{dev.max} \cdot f(T) \cdot f(P)$$

3 parameters - thermal function  $F(T)$ : minimum  $T_0$ , optimum  $T_{opt}$ , and maximum  $T_{max}$

3 parameters - photoperiodic function  $F(P)$ : optimal ( $P_{opt}$ ) and critical ( $P_{crit}$ ) daylength for development, and  $S$  sensitivity coefficient

1 parameter - maximal development rate: optimal Physiological Development Days to complete a given phenological phase (PDD opt)

### Phenotyping of $F(T)$ parameters

- Experiment in controlled conditions
- Determination of the rate and speed of seed germination

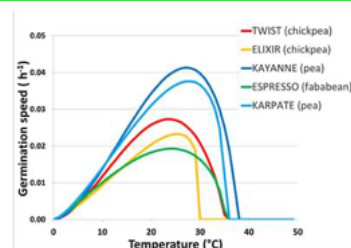
#### EXP 1 : Climatic chambers



4 x 25 seeds ; 11 temperatures

Fitting of germination speed according to Yin *et al.* (1995) for 50 % of germination rate

$$\frac{1}{tG} = EXP(\alpha) \times (T - T_0)^\beta \times (T_{max} - T)^\gamma$$



### Phenotyping /optimization of $F(P)$ parameters

- Experiment in outdoor conditions
- Recording of main phenological stages (VE, R1, R5, R7, R8)

#### Exp 2 : Heliaphen platform

3 species x 2 cultivars (2022)



5 planting dates (from March to July)

Observed day of appearance of a main stage (e.g R8)

Daily or hourly air temperatures tested as input data for parameterization

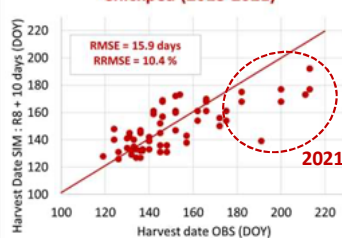
#### SPA parameterization

	$T_{opt}$ °C	$T_{max}$ °C	$P_{crit}$ h	$P_{opt}$ h	$S$	PDDopt d	RMSE d
Espresso	25.2	35.5	7.5	18.0	1.00	52.6	2.87
Victus	23.6	35.2	7.5	18.0	2.34	67.8	0.25
Elixir	24.0	32.0	11.0	21.0	1.00	34.1	5.89
Twist	26.0	35.2	11.0	21.0	1.00	33.9	3.50
Karpate	27.7	35.9	19.6	12.0	1.00	23.0	1.91
Kayanne	28.3	37.6	20.9	12.0	1.00	28.3	3.54

### SPA Evaluation

- Multi-environment trials at France level
- Hourly or daily temperatures for PDD optimisation

#### Chickpea (2018-2021)

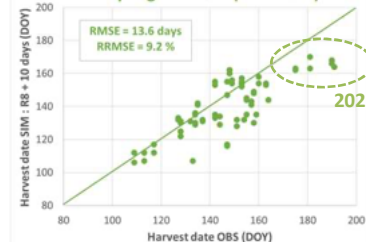


Simulation of harvest date with daily temperatures applied on the post-registration network of Terres Inovia

Wet conditions in 2021 delayed the harvest dates

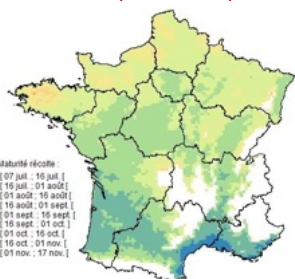
Cv Elixir & Twist  
Cv Espresso & Victus

#### Spring fababean (2017-2021)



## SPA Application

Harvest date (8 years on 10) of chickpea (cv Twist) sown on 15/01 (2001-2021)



## Conclusion & perspectives

- This approach - simple cultivar phenotyping and photothermal algorithm – first developed on soybean was successfully applied to three other grain legumes and will be reproduced on other spring and winter-sown legumes
- The SPA could be improved by better predicting the emergence and grain desiccation phases and introducing the effect of water stress on development acceleration.
- Exploiting the variety trials at national level to calibrate photoperiod response as a function of latitude could be an alternative to EXP2 approach.

<sup>1</sup> INRAE, UMR AGIR, Castanet-Tolosan, France

<sup>2</sup> Université Fédérale de Toulouse, INP-ENSAT, UMR AGIR, Castanet-Tolosan, France

<sup>3</sup> Terres Inovia, Thiverval-Grignon, France

<sup>4</sup> Terres Inovia, Baziège, France

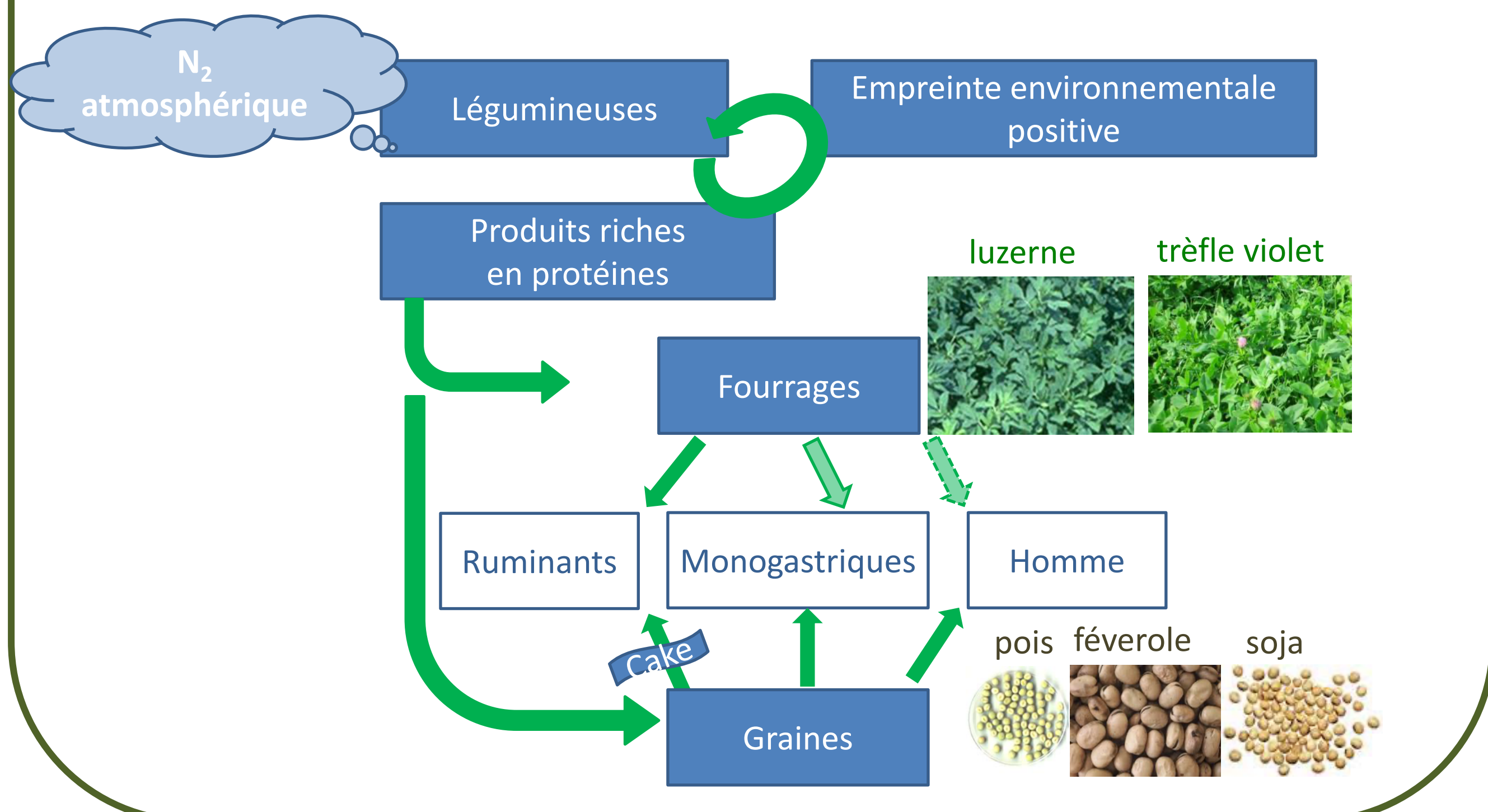
## References

- Bourgeois D *et al.*, 2023. *Proc. 11th World Soybean Research Conference*, Vienna (Austria), p 307
- Schoving C *et al.*, 2020. *Front. Plant Sci.* 10, 1755
- Yin XY *et al.*, 1995. *Agric. For. Meteorol.* 77, 1-16

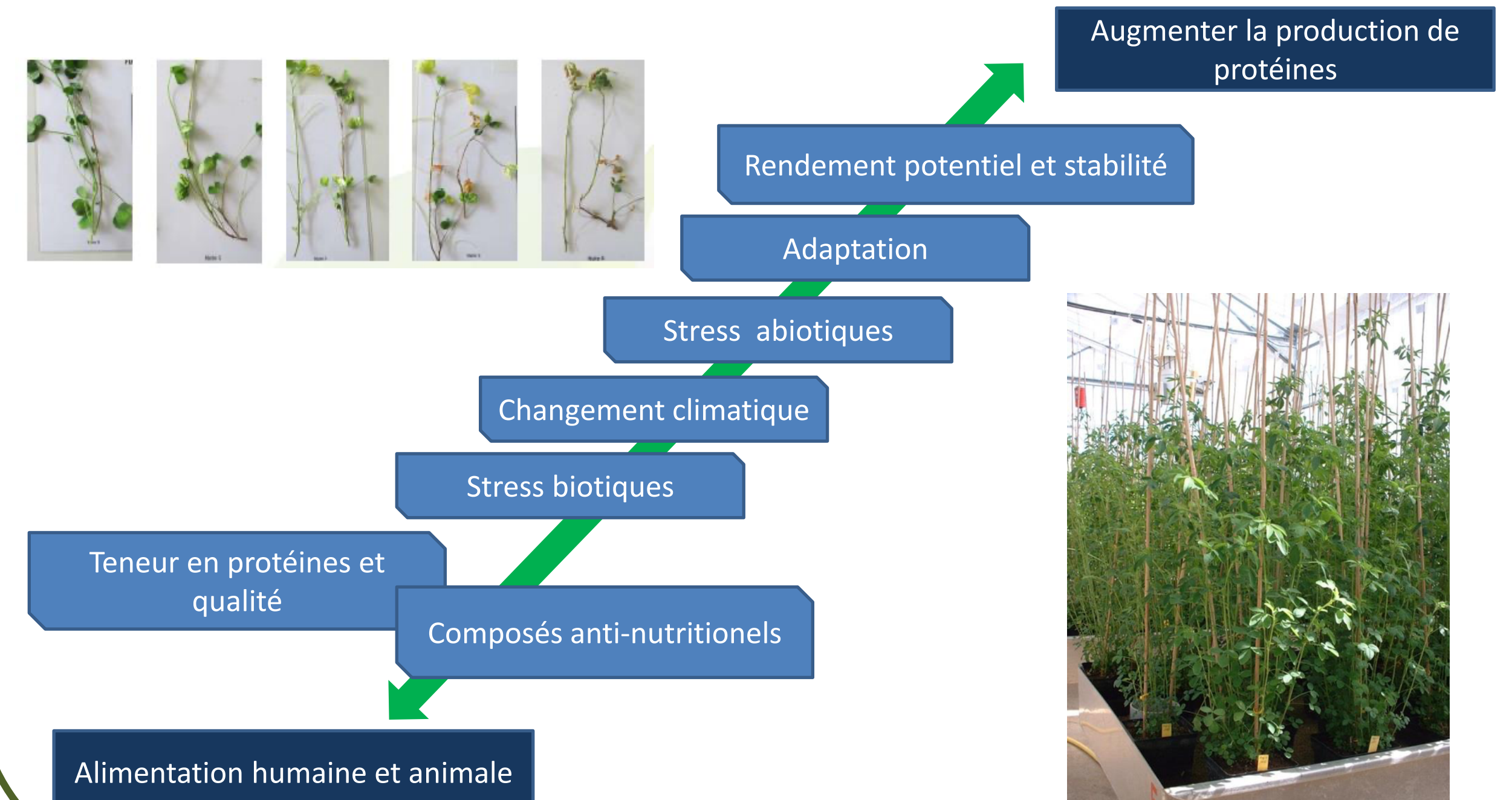


## EUCLEG: Breeding forage and grain legumes to increase EU's and China's protein self-sufficiency

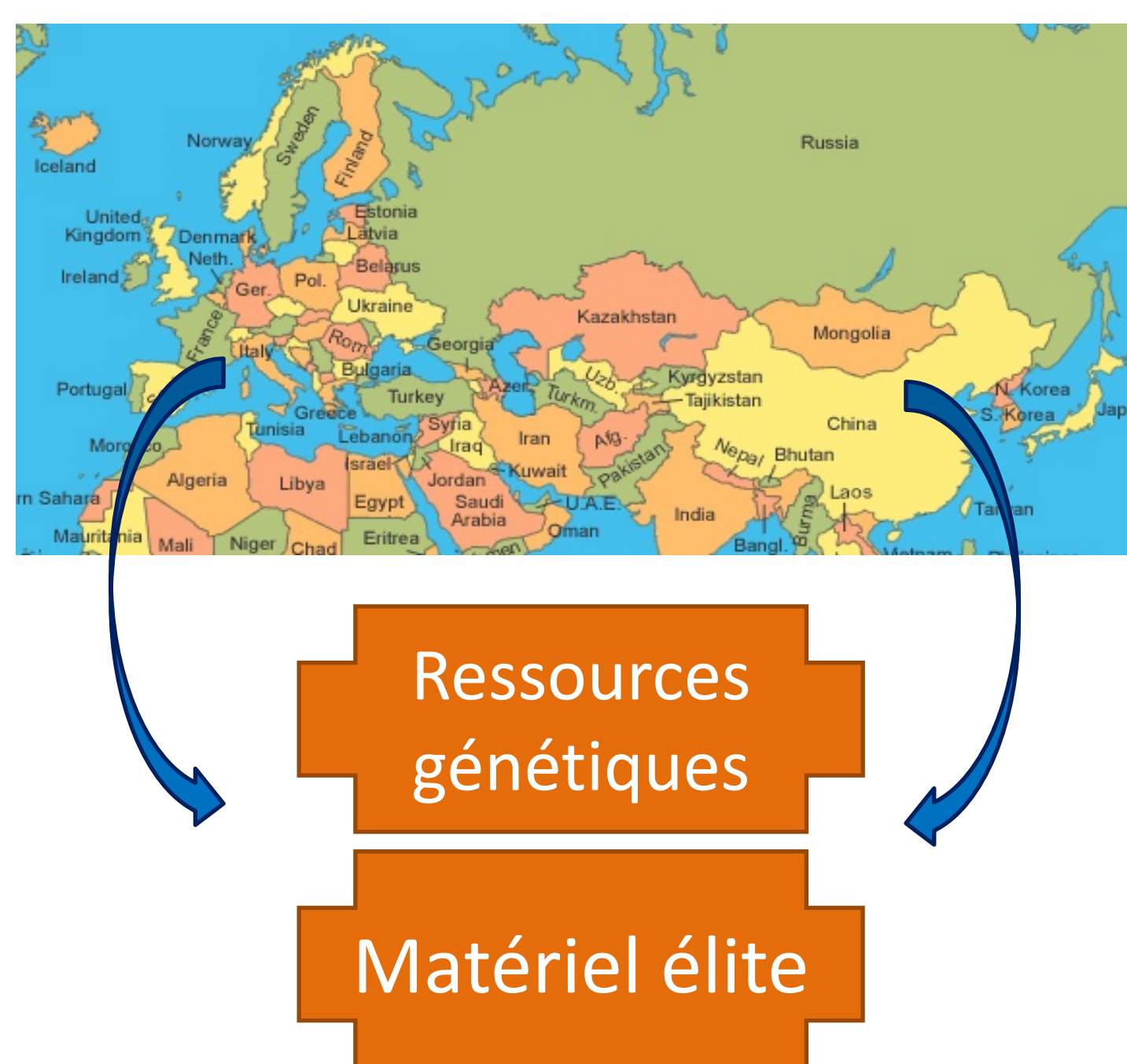
### Des légumineuses pour réduire la dépendance protéique de l'Europe



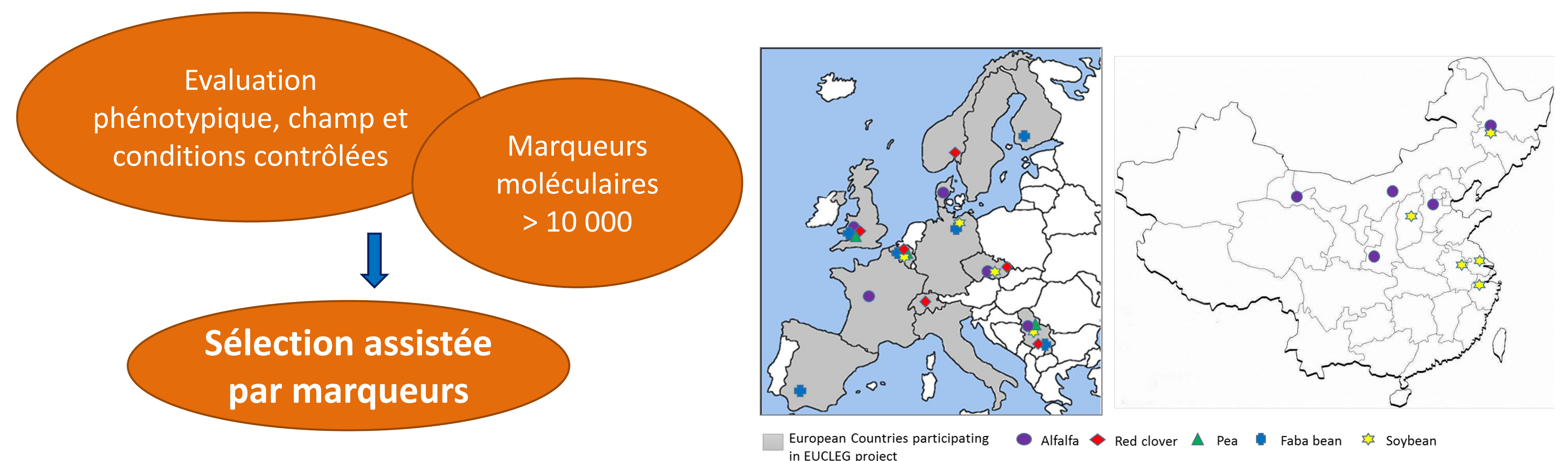
### De nombreux caractères à améliorer génétiquement



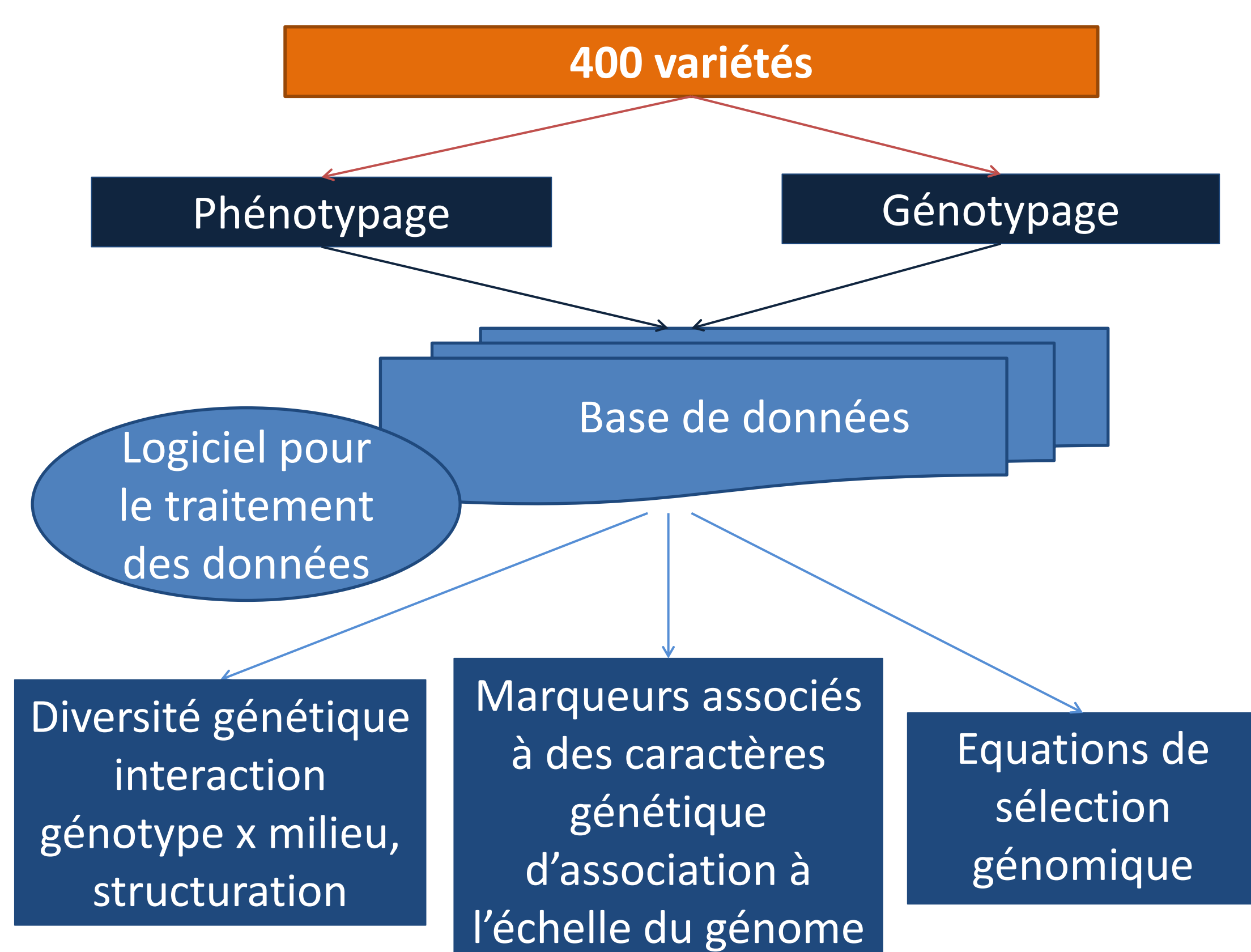
### Des ressources



### Des outils et un réseau d'essais



### Une stratégie



### Des retombées pour les légumineuses

#### Au niveau scientifique :

- Elargissement de diversité génétique utilisée
- Architecture génétique des principaux critères de sélection en utilisant la génétique d'association (GWAS)
- Potentiel de la sélection génomique (GS) pour créer de nouvelles variétés

#### Au niveau technologique :

- Bases de données interrogeables contenant les données de passeport ainsi que les caractéristiques agronomiques et génétiques
- Outils et données moléculaires

#### Au niveau appliqué (sélection) :

- Outils de génotypage
- Gestion et analyse des données
- Potentiel des légumineuses fourragères pour de nouveaux usages en alimentation humaine



4 années :  
2017-2021

[www.eucleg.eu](http://www.eucleg.eu)







# Projet région KING

Knowledge and Innovation on Grain-legumes food products

juillet 2021-mars 2024

Coord : AGIR, M-B. Magrini

L'enjeu est de croiser des compétences interdisciplinaires (économie, sciences alimentaires, informatiques et sciences humaines digitales en fouille de texte) pour construire et analyser de larges bases de données permettant d'affiner la connaissance de ce secteur, à la fois au travers de: i) la dynamique des innovations produits à base de légumineuses à graines lancées sur les marchés mondiaux, européens et en France (exploration de la base MINTEL-GNPD) et ii) la manière dont les connaissances scientifiques des « food sciences » se structurent et se développe pour renforcer cette dynamique d'innovation dans le secteur agroalimentaire (analyse bibliométrique). Ce projet piloté par une équipe interdisciplinaire rassemblant des chercheurs de Toulouse et de Montpellier, et mobilisant l'expertise d'autres unités (BIA, UNH).



## Projet MaxForGoat

Guichet : Carnot F2E

Porteur : IDELE (B. Bluet), responsable scientifique : R. Delagarde (INRAE, PEGASE)

Partenaires : IDELE, INRAE (PEGASE, FERLUS, MOSAR)

Années projet : 2022-2024

### Résumé

L'élevage caprin est soumis à de multiples contraintes : économiques, environnementales et sociétales. La conduite alimentaire du troupeau et son optimisation sont parmi les premiers leviers d'action dont disposent les éleveurs pour s'adapter. Les chèvres sont réputées particulièrement exigeantes sur la qualité des fourrages, ce qui pousse les éleveurs à une attention particulière quant à leur production. Il apparaît également que la gestion de la distribution de l'alimentation a un impact fort sur l'ingestion et donc sur la valorisation des ressources fourragères. Or la maximisation de la valorisation des fourrages est un enjeu fort tant pour réduire les coûts alimentaires que pour améliorer l'autonomie, notamment protéique, des élevages. D'autre part, les systèmes alimentaires caprins sont très diversifiés en France. Peu de repères existent dans chacun de ces systèmes pour les éleveurs caprins et leurs conseillers quant à l'impact réel des modalités de distribution sur la valorisation des fourrages, alors que les conséquences sur les résultats technico-économiques et sur la charge et l'organisation du travail peuvent être lourdes. Le projet MaxForGoat, né de ce constat et de la réflexion du Groupe national d'Alimentation des Caprins (GAC), vise à combler ce manque de connaissances. Tout d'abord, le projet mobilisera des groupes de travail existants d'éleveurs et conseillers pour mesurer la diversité des pratiques de distribution, identifier les pratiques les plus courantes et les pratiques innovantes, orienter le projet et diffuser les résultats efficacement par la co-conception d'un outil d'aide à la décision. Ensuite, au travers d'un nombre conséquent d'essais en fermes expérimentales, l'objectif est de mesurer l'impact du nombre quotidien de distributions de fourrages, de l'ordre de distribution (lorsque des fourrages différents sont apportés chaque jour) et de la proportion de refus sur l'ingestion, le comportement (accéléromètres et vidéos) et la production laitière des chèvres. Les connaissances antérieures sur la gestion des refus à l'échelle de l'animal seront consolidées en traitant les données des différents sites expérimentaux à l'échelle des lots.

*Dans les essais, forte utilisation de luzerne. Comparaison du foin de luzerne à d'autres fourrages, et comparaison de différents foin de luzerne entre eux. Mesures des réponses animales (production et composition du lait, quantité ingérée, comportement alimentaire).*

Valorisation (articles pour 2024 et 2025) en cours (3R, Fourrages, INRAE PA).



# Intégrité de la paroi cellulaire des légumineuses et impact sur la digestibilité des protéines et l'intégrité intestinale

Marie-Hélène Perruchot<sup>a</sup>, Sandra Wiart-Letort<sup>a</sup>, Frederique Mayeur-Nickel<sup>a</sup>, Gaelle Boudry<sup>b</sup>, Myriam M.L. Grundy<sup>a</sup>

<sup>a</sup> PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint Gilles, France  
<sup>b</sup> NUMECAN, INRAE, INSERM, Univ Rennes, 35590 Saint Gilles, France

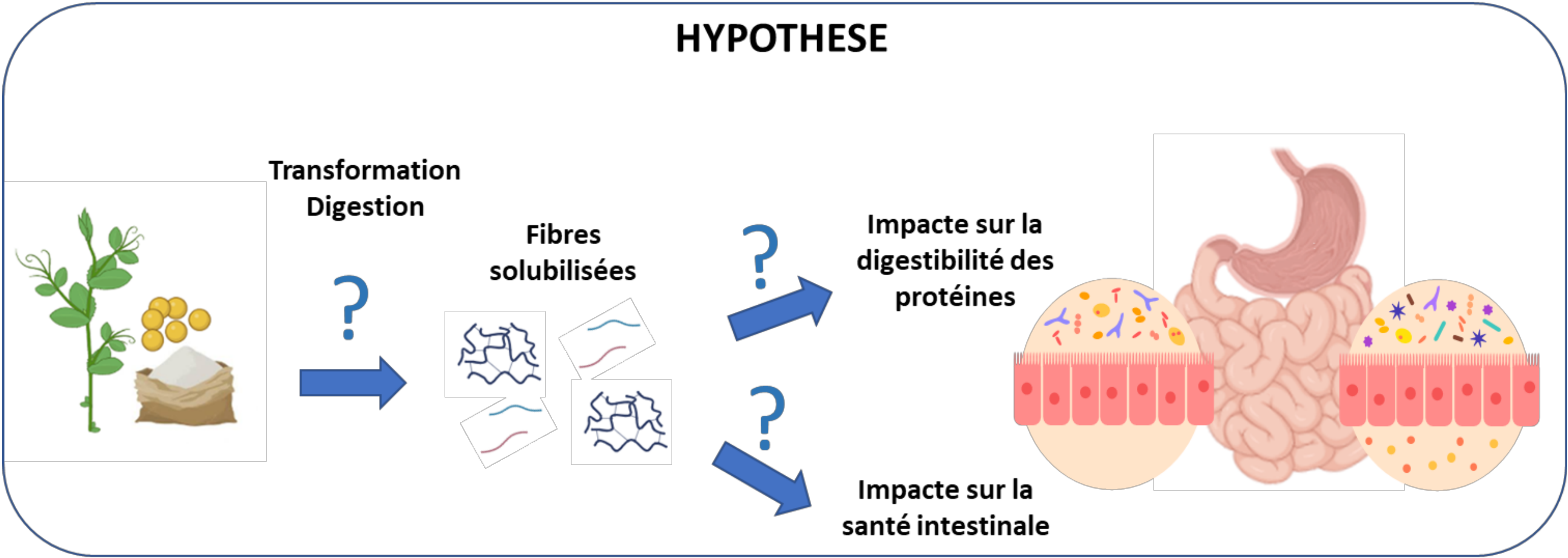


## Contexte

Les fibres alimentaires sont des composants importants de l'alimentation humaine et animale<sup>(1)</sup>. Cependant, elles peuvent diminuer la digestibilité et l'absorption des protéines, et donc la valeur nutritionnelle d'un aliment<sup>(2)</sup>. En particulier, les fibres alimentaires, principalement situées dans la paroi cellulaire, peuvent encapsuler les nutriments, comme c'est le cas pour les légumineuses telles que le pois.

## Objectifs

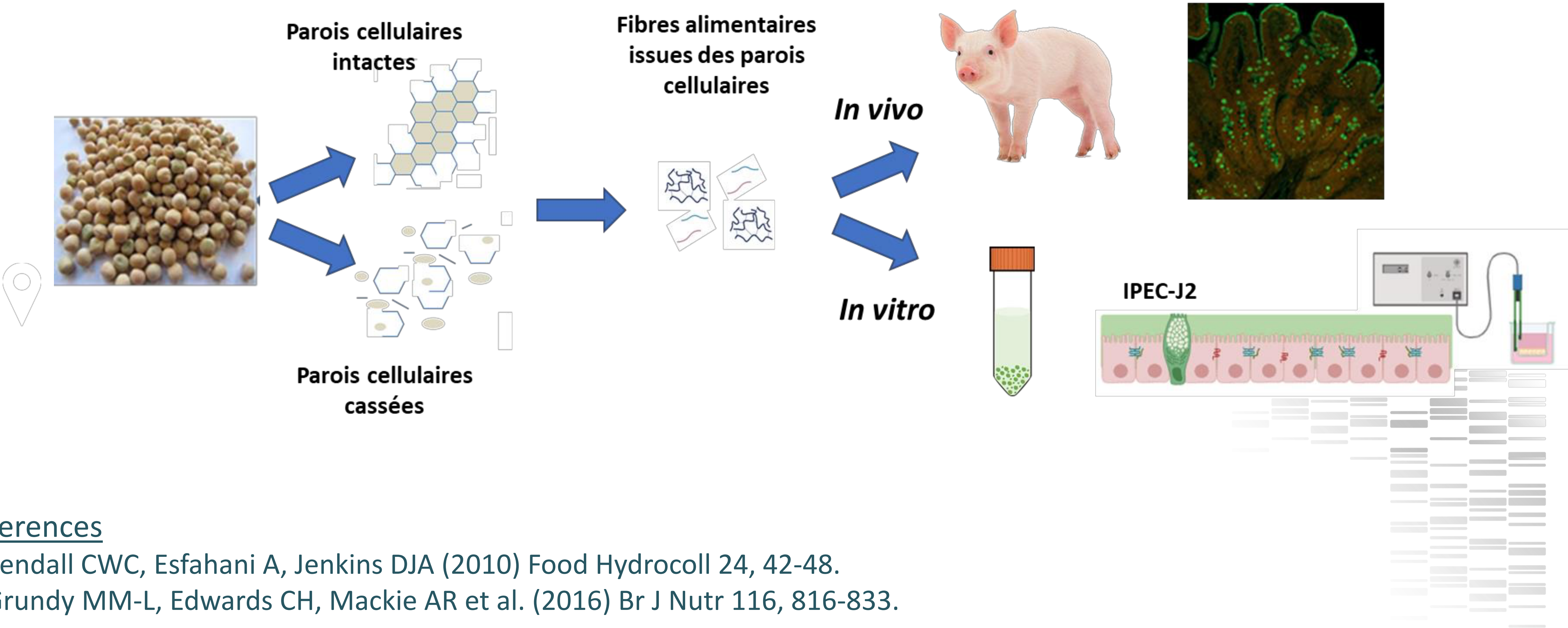
- L'objectif de cette étude était de déterminer l'impact de l'intégrité de la paroi cellulaire sur :
- i) la protéolyse
  - ii) la viabilité et la perméabilité des cellules épithéliales intestinales de porc
  - iii) valider nos modèles de digestion et absorption *in vivo*.



## Méthode/approche

Des études *in vitro* et *in vivo* sont réalisées en parallèle. En particulier, en utilisant le protocole Infogest combiné à une lignée cellulaire porcine du jéjunum (IPEC-J2).

Par exemple, deux farines de pois, avec des parois cellulaires intactes (R1) ou rompues (R2), des fibres et des protéines de pois sont analysées, avant et après digestion, à l'aide de diverses méthodes biochimiques et biophysiques.



### References

1. Kendall CWC, Esfahani A, Jenkins DJA (2010) Food Hydrocoll 24, 42-48.
2. Grundy MM-L, Edwards CH, Mackie AR et al. (2016) Br J Nutr 116, 816-833.



# Oligosaccharides from pulses: a rich and sustainable source of prebiotics for the intestinal microbiota

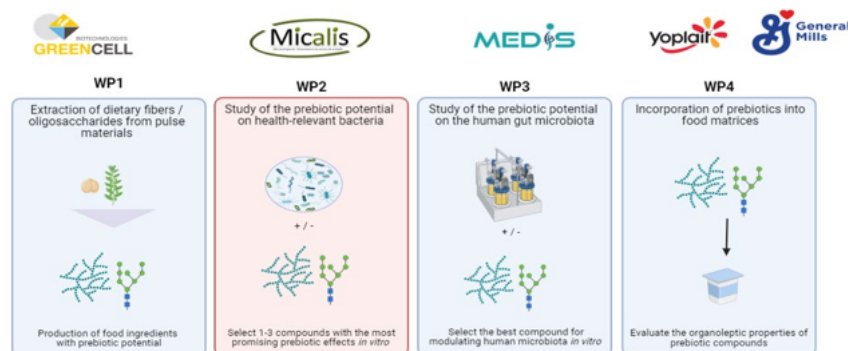


Jouy en Josas

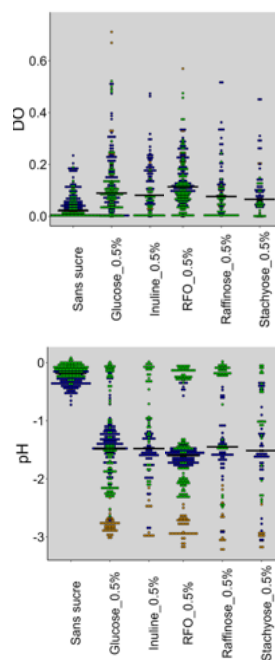
Claire Cherbuy  
claire.cherbuy@inrae.fr

RestorBiome project : Exploring the effect of dietary fibers / Oligosaccharides present in pulses on intestinal microbiota

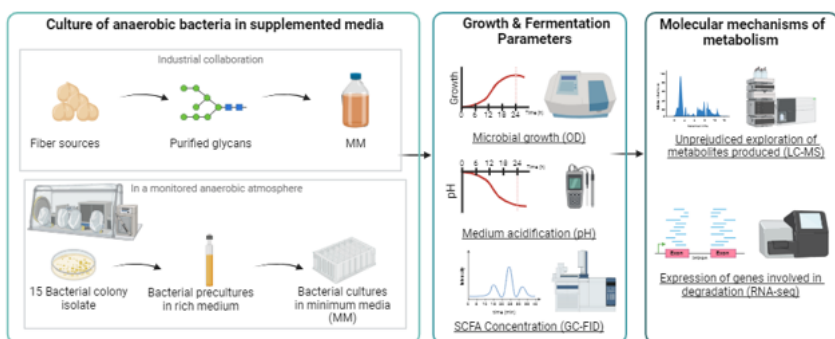
Three industrial partners – Two academic partners – 2020/2023



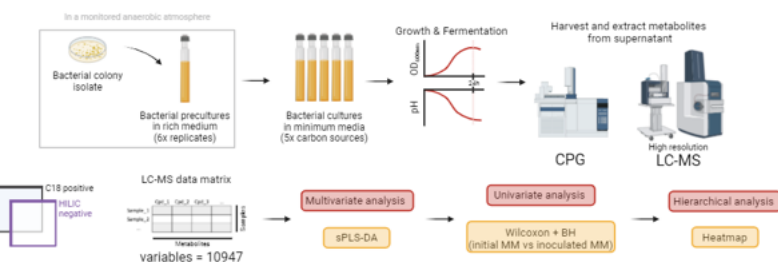
The oligosaccharides of pulses stimulate the fermentation activity of bacteria of the intestinal microbiota whatever the group (phylum) they belong to



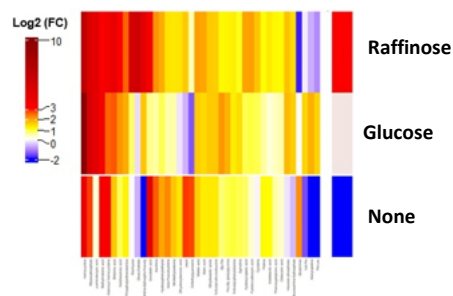
## Impact of pulses oligosaccharides on bacterial growth



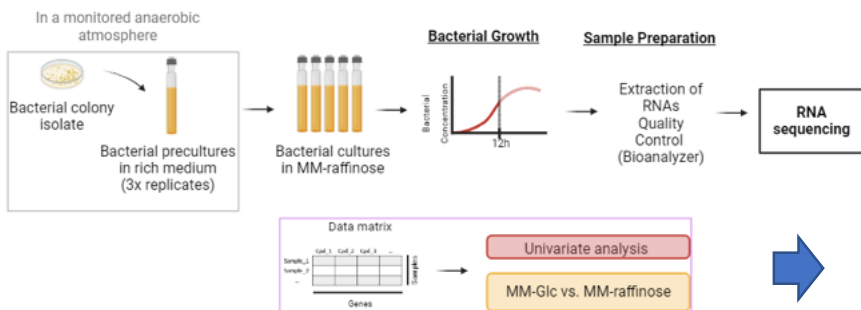
## Impact of pulses oligosaccharides on bacterial metabolite production



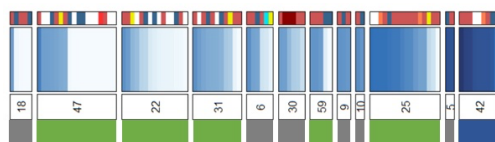
Raffinose, an oligosaccharide found in pulses, induces a high production of metabolites by the bacteria in the microbiota, some of which have interesting health effects



## Impact of pulses oligosaccharides on bacterial molecular pathways



The bacterial genes involved in the degradation of raffinose are expressed in a coordinated manner



Trends in Food Science & Technology xxx (xxxx) 104281

A review aiming to explore the role of pulses in addressing the growing dietary fiber gap in Western societies in a context of sustainable food



Contents lists available at ScienceDirect

Trends in Food Science & Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/tifs](http://www.elsevier.com/locate/tifs)



Pulses: A way to encourage sustainable fiber consumption

Paul Biscarrat<sup>a</sup>, Cassandre Bedu-Ferrari<sup>b</sup>, Philippe Langella<sup>a</sup>, Claire Cherbuy<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Micalis Institute, INRAE, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, F-78350 Jouy-en-Josas, France

<sup>b</sup> Food Bioscience, Teagasc Food Research Centre, Fermoy, Ireland



## AMS-NuTrifolium, Evaluation par NIRS de la valeur nutritive des variétés de trèfle violet pour l'inscription au catalogue.

### Projet CASDAR Réf. C- 2018-09 2019-2022

Organisme chef de file : Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences  
Chef de projet Denis Leclercq, GEVES

Etienne Abelard <sup>(1)</sup>, Lydvine Akele <sup>(2)</sup>, Charlène Barotin <sup>(3)</sup>, Philippe Barre <sup>(3)</sup>, Stéphane Charrier <sup>(4)</sup>, Franck Descamps <sup>(2)</sup>, Christophe Galbrun <sup>(1)</sup>, Vincent Gensollen <sup>(5)</sup>, Julie Gombert <sup>(6)</sup>, Aurélia Gouleau <sup>(7)</sup>, Marie-Christine Gras <sup>(8)</sup>, Frédéric Imbert <sup>(9)</sup>, Denis Leclercq <sup>(2)</sup>, J-Baptiste Martinien <sup>(9)</sup>, Laurence Poinsard <sup>(8)</sup>, Yannick Quitte <sup>(9)</sup>, Laure Saint-Pierre <sup>(8)</sup>, Bernard Tharel <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> DLF France – ZA Les Pains, Les Alleuds – F49320 Brissac Loire Aubance

<sup>(2)</sup> GEVES - Unité Expérimentale de Lusignan – INRAE Domaine des Verrines - F86600 Lusignan

<sup>(3)</sup> INRAE - Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères - F86600 Lusignan

<sup>(4)</sup> BARENBRUG - Négadis - F82600 Mas-Grenier

<sup>(5)</sup> GEVES - Unité Expérimentale de La Valette - F34000 Montpellier

<sup>(6)</sup> GEVES - Unité Expérimentale de L'Anjouère - F49370 Erdre-en-Anjou

<sup>(7)</sup> GEVES - Coordination scientifique - F49071 Beaucozéz

<sup>(8)</sup> RAGT 2n – Site de Bourran – F12033 Rodez

<sup>(7)</sup> DSV France – F28140 Terminiers

<sup>(9)</sup> DIJON CÉRÉALES – 4, boulevard de Beauregard – F21604 Longvic



République Française  
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

GROUPE D'ÉTUDE ET DE CONTRÔLE  
DES VARIÉTÉS ET DES SEMENCES





Le plan Semences et Plants pour une Agriculture Durable (SPAD, 2014-2019) marque la volonté d'inscrire l'amélioration variétale et la qualité des semences et plants au cœur du défi agro-écologique pour la France. Le 3ème axe de ce plan d'actions « Adapter les critères d'inscription pour une agriculture multi-performante » est une incitation à la sélection de matériel végétal adapté aux besoins spécifiques et diversifiés des filières et des utilisateurs, dans l'objectif notamment d'accroître la production de protéines (action 3.3, sous-action 3).

La production d'un fourrage de qualité, assurant un bon équilibre entre énergie et teneur en azote, est un critère de sélection majeur pour les espèces fourragères (Doré et Varoquaux, 2006). Déjà utilisé pour évaluer la valeur agronomique, technologique et environnementale (VATE) des variétés de luzerne (2003) et de graminées fourragères (2011) candidates à l'inscription en liste A du Catalogue Officiel français (Leclercq et al., 2013), ce critère vient d'intégrer l'épreuve VATE du trèfle violet.

Dans le cadre de l'étude VATE, l'estimation de la qualité d'un fourrage est réalisée par l'estimation de sa teneur en protéines (matière azotée totale ou MAT), en composés ligno-cellulosiques (*Acid Detergent Fiber* ou ADF) et en matière minérales (cendres brutes ou CDR). Mais ces mesures analytiques sont extrêmement coûteuses financièrement, en temps d'analyse et en réactifs polluants.

Afin de diminuer ces postes, des équations de prédiction peuvent être développées à partir de spectres d'absorption obtenus par analyse spectrophotométrique dans le proche infrarouge (SPIR) ou en anglais *near-infrared spectroscopy* (NIRS). Pour cela, il faut construire une base de données avec d'une part les valeurs obtenues avec les analyses de référence et d'autre part les spectres d'absorption pour un ensemble d'échantillons représentant la gamme de diversité qui sera étudiée. Ce travail a été réalisé à INRAE UR337 pour les graminées fourragères et pour la luzerne dans le cadre de projets précédents. L'objectif général de ce projet est de réaliser un travail similaire pour le trèfle violet pour lequel aucune équation n'est actuellement disponible. Cette étude méthodologique consiste à mettre au point un protocole d'évaluation de la valeur nutritive des variétés en trois étapes :

1. Création d'une équation de calibration dans le proche infra-rouge pour estimer la composition biochimique de variétés de trèfle violet, à partir des échantillons d'une gamme de variétés de trèfle violet diploïde et tétraploïde en étude VATE dans le réseau national d'expérimentation du CTPS ; deux méthodes seront testées, soit la création d'une nouvelle calibration spécifique au trèfle violet, soit l'enrichissement de l'équation de calibration développée par INRAE pour la luzerne (Guines et al., 2002).
2. Vérification de la pertinence du réseau d'essais pour l'évaluation de la valeur nutritive des variétés et de la variabilité intraspécifique existante, et définition du protocole d'échantillonnage en termes de nombre et qualité des lieux de collecte, des cycles d'étude, des cycles de coupe, du nombre de répétitions et du stade phénologique de récolte, à travers leur effet direct et leur interaction potentielle sur la valeur prédictive de l'équation.
3. Définition des conditions d'intégration des teneurs en critères nutritifs pondérées par le rendement des coupes correspondantes, pour la cotation et l'inscription des variétés.

Cette étude menée à son terme permettra pour un coût raisonnable d'évaluer la valeur nutritive des variétés nouvelles candidates à l'inscription au catalogue français et de promouvoir le progrès génétique. L'équation prédictive retenue sera disponible pour les laboratoires de sélection équipés en spectromètre dans le proche infra-rouge après standardisation avec le matériel de INRAE, pour être utilisée dans leurs programmes de sélection.

La description officielle des variétés sera publiée sur le site du GEVES <https://www.geves.fr/catalogue/> mais aussi sur <http://www.herbe-book.org/>, la base de données en ligne sur les variétés fourragères. Ces données seront accessibles aux utilisateurs de variétés fourragères et notamment aux éleveurs que l'outil de comparaison qu'est Herbe-Book aidera à choisir leurs variétés à planter. Cette connaissance de la valeur nutritive du trèfle violet sera particulièrement utile dans le cas, le plus fréquent, des prairies multi-espèces où la place de cette espèce se raisonne en regard de ses autres caractéristiques culturales : productivité, agressivité et pérennité.