



HAL
open science

Les mixtes animal-végétal : un levier d'innovation pour végétaliser l'alimentation

Fanny Guyomarc'H, Valérie Gagnaire

► To cite this version:

Fanny Guyomarc'H, Valérie Gagnaire. Les mixtes animal-végétal : un levier d'innovation pour végétaliser l'alimentation. Réunion de la commission R&D LIGERIAA,, Valorial, Jun 2024, Nantes (44000), France. hal-04606603

HAL Id: hal-04606603

<https://hal.inrae.fr/hal-04606603v1>

Submitted on 10 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

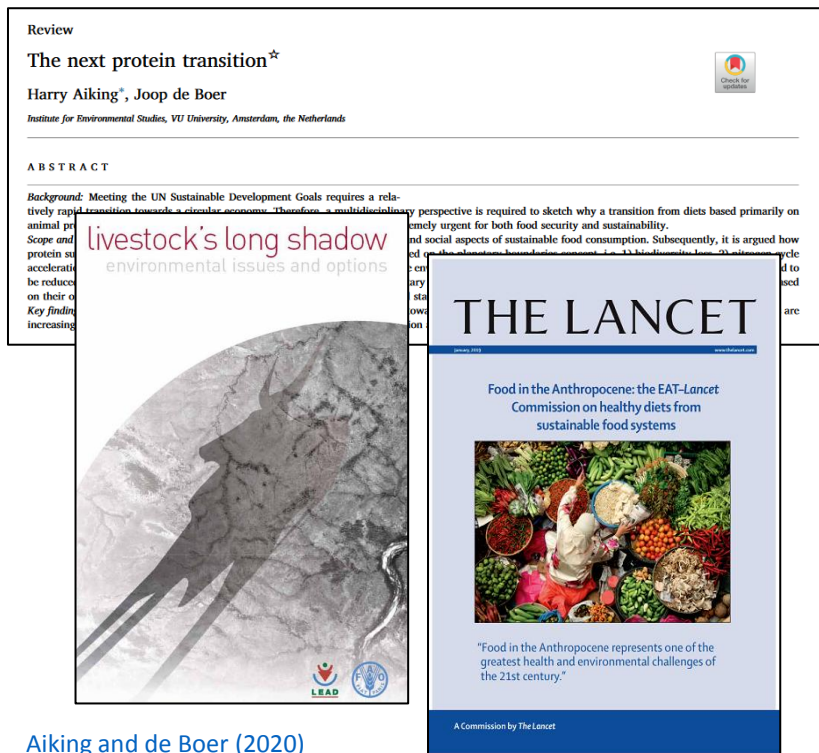
➤ Les “mixtes” animal-végétal

Un levier d'innovation pour végétaliser l'alimentation

Valérie Gagnaire & Fanny Guyomarc'h (STLO) – 11 juin 2024



➤ Les enjeux du rapport protéique animal/végétal



[Aiking and de Boer \(2020\)](#)

[FAO \(2006\)](#)

[Willett et al. \(2019\)](#)

☑ La réduction de la consommation de protéines animales est une priorité nationale et mondiale, après la prévention du gaspillage et des excès alimentaires.

☑ Augmenter la consommation de légumineuses fait partie des recommandations nutritionnelles et environnementales françaises.

[PNAN](#) et [Stratégie protéique pour la France](#)

➤ Les enjeux du rapport protéique animal/végétal

Les protéines de légumineuses sont moins appétissantes et présentent un profil en AAE sous-optimal par rapport aux protéines de référence que sont le lait ou l'œuf.

[Floret et al. \(2021\)](#)

[Chardigny and Walrand \(2016\)](#)

En outre, les consommateurs ne couvrent pas toujours correctement leurs besoins en protéines lorsqu'ils remplacent complètement les aliments d'origine animale par des aliments d'origine végétale.

[Mariotti and Gardner \(2019\)](#)

[Fouillet et al. \(2023\)](#)

[Durand Tardif et al. \(2022\)](#)



Deux leviers principaux:

☑ Mélanges de sources protéiques incluant les légumineuses

[Monnet et al. \(2019\)](#)

[Guyomarc'h et al. \(2021\)](#)

- Apport simplifié en AAE
- Apport de Ca, I et vitamines
- Apport de fibres

☑ Fermentation

[Rul et al \(2022\)](#)

[Marco et al \(2021\)](#)

- Prévention des intolérances
- Augmentation digestibilité
- Apport de vitamines B



INRAE

VALORIAL/ 11 juin 2024

Commission R&D

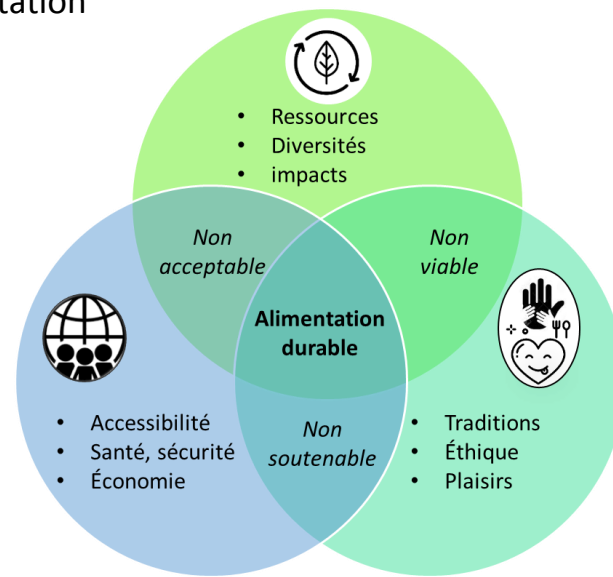


➤ La transversalité LOVE de STLO



La combinaison du lait et/ou de l'œuf à des matières premières végétales nécessite de :

- Comprendre les **interactions entre les composés** des différentes ressources,
- Comprendre comment **améliorer les qualités** fonctionnelles nutritionnelles et organoleptiques des aliments par la mise en œuvre de procédés, dont la fermentation
- De **raisonner la mise en œuvre des procédés** notamment en limitant l'utilisation de ressources fortement purifiées ou l'ajouts d'additifs
- De comprendre l'**acceptabilité** et la perception de ces nouveaux produits par les consommateurs et consommatrices
- Une prise en compte des **impacts environnementaux** et **santé**



➤ D'où proviennent les innovations mixtes?

Plutôt des filières animales que végétales



Qui?

- La filière lait
- La filière viande
- Les ingrédients

Quoi?

- Vocables: « mixtes », « blends » ou « hybrids »

La promesse

- « associer les bienfaits »
- « best of both worlds »



Refs

- <https://www.planteneers.com/en/hybrid-products/>
- <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Plant-Based-State-of-the-Industry-Report.pdf>
- <https://www.nizo.com/blog/plant-and-dairy-hybrid-foods/>



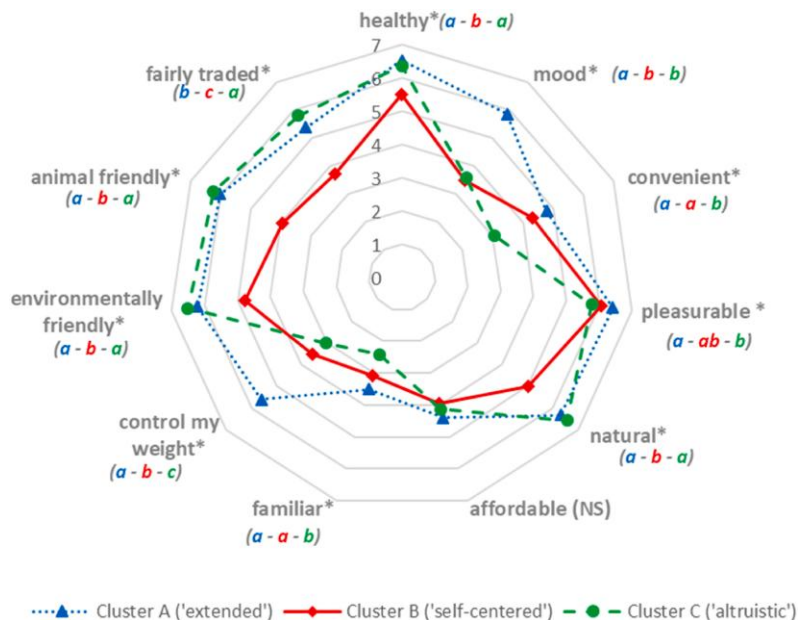
INRAE

VALORIAL/ 11 juin 2024
Commission R&D



➤ Intérêts des mixtes animal-végétal

Permettre aux consommateurs et consommatrices de s'engager dans la végétalisation de leur alimentation



Les profils les plus susceptibles d'être intéressés ne sont ni les personnes déjà engagées, ni les personnes qui priorisent le goût, mais celles qui souhaitent répondre à plusieurs motivations à la fois.

Refs

[10.1016/j.ijf.2023.100725](https://doi.org/10.1016/j.ijf.2023.100725)

0.1016/B978-0-12-803968-7.00010-1



INRAE

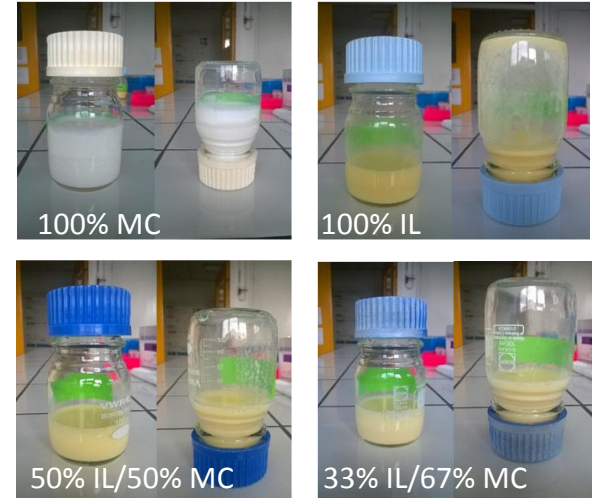
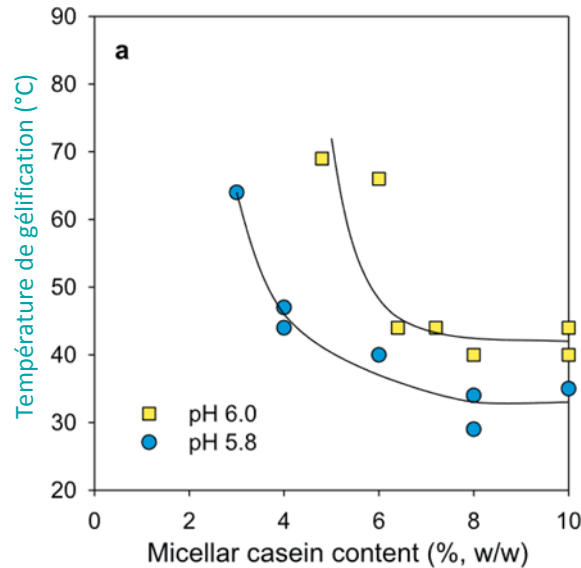
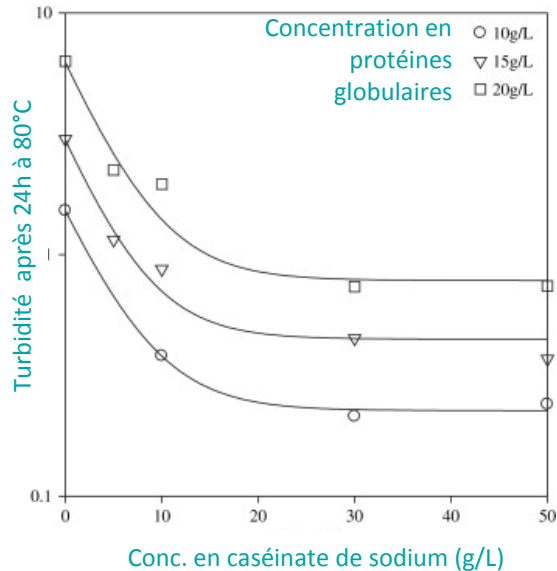
VALORIAL/ 11 juin 2024

Commission R&D



➤ Intérêts des mixtes animal-végétal

Stabiliser les protéines végétales avec les caséines



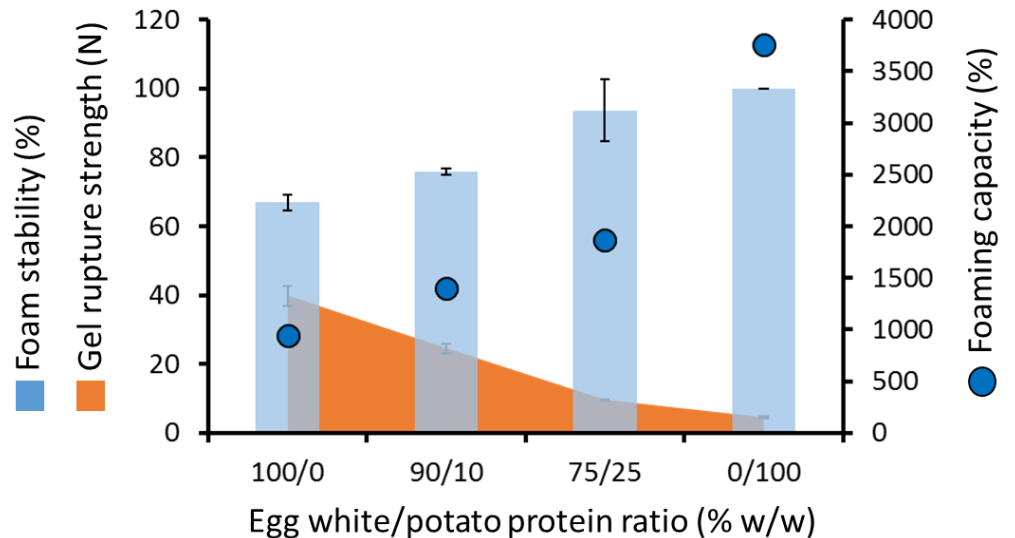
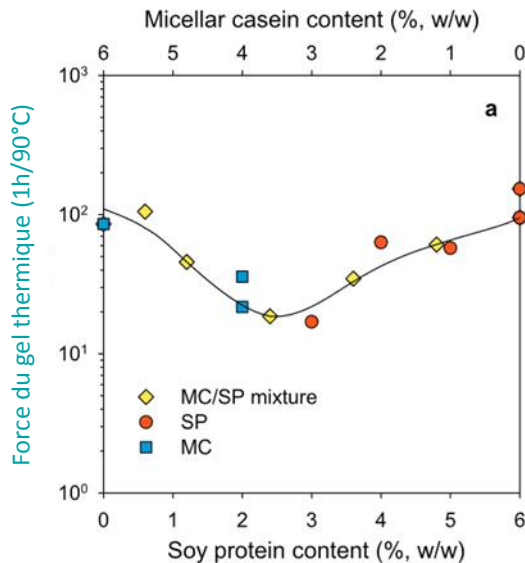
Formation d'agrégats plus petits mais plus réactifs, après traitement thermique en présence de caséines ou dérivés

Refs

- [10.1016/j.foodhyd.2008.07.001](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.001)
- [10.1016/j.foodhyd.2015.12.015](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.12.015)
- [10.1016/j.foodres.2022.111060](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111060)
- [10.1016/j.foodres.2003.11.003](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.11.003)
- [10.3168/jds.2021-20902](https://doi.org/10.3168/jds.2021-20902)

➤ Intérêts des mixtes animal-végétal

Rechercher des optima de propriétés gélifiantes ou foisonnantes



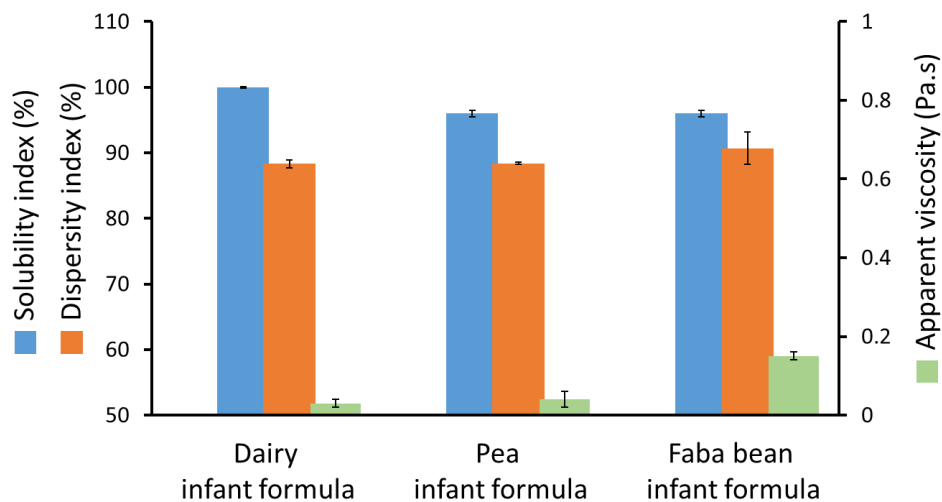
Propriétés fonctionnelles dépendantes de la nature des protéines: caractère ordonné ou non, affinité pour le calcium, présence de thiols en particulier.

Refs
[10.1016/j.foodres.2018.09.058](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.058)
[10.1016/j.tifs.2020.12.010](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.010)
[10.1016/j.cocis.2021.101507](https://doi.org/10.1016/j.cocis.2021.101507)

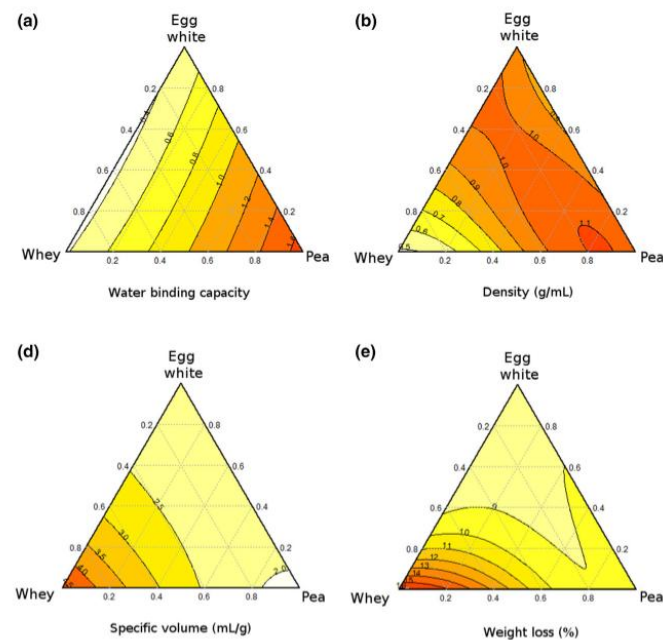


➤ Intérêts des mixtes animal-végétal

Se substituer aux fractions laitières à fonctionnalité identique



Végétalisation partielle de formules infantiles 2A



Substitution à de la farine (recette sans gluten)

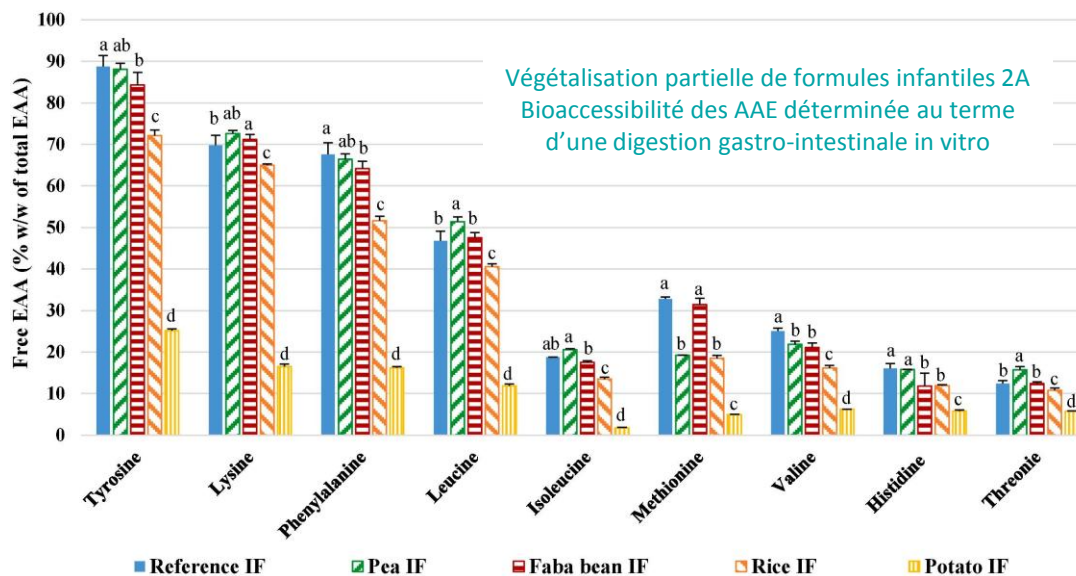
Nombreux exemples pour végétaliser partiellement des recettes émulsionnées, foisonnées, texturées...

Refs
 10.1016/j.lwt.2019.108891
 10.1111/ijfs.14470



➤ Intérêts des mixtes animal-végétal

Assurer les besoins nutritionnels



Selon les formulations, les mixtes améliorent la digestibilité et permettent la bioaccessibilité simultanée de leucine, lysine, AAS et d'AA non essentiels comme l'arginine. Cette simultanéité est intéressante chez les populations à faible capacité d'ingestion. Autres apports cibles: calcium, iode, vitamines.

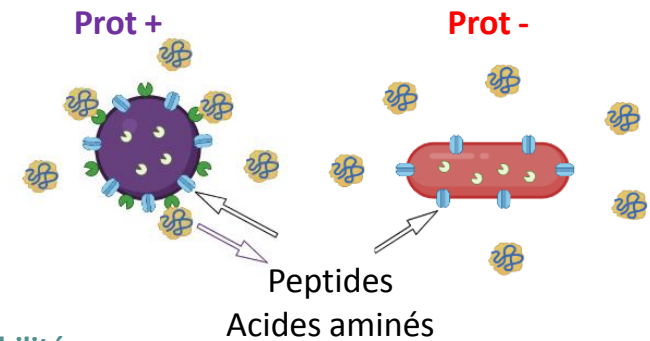
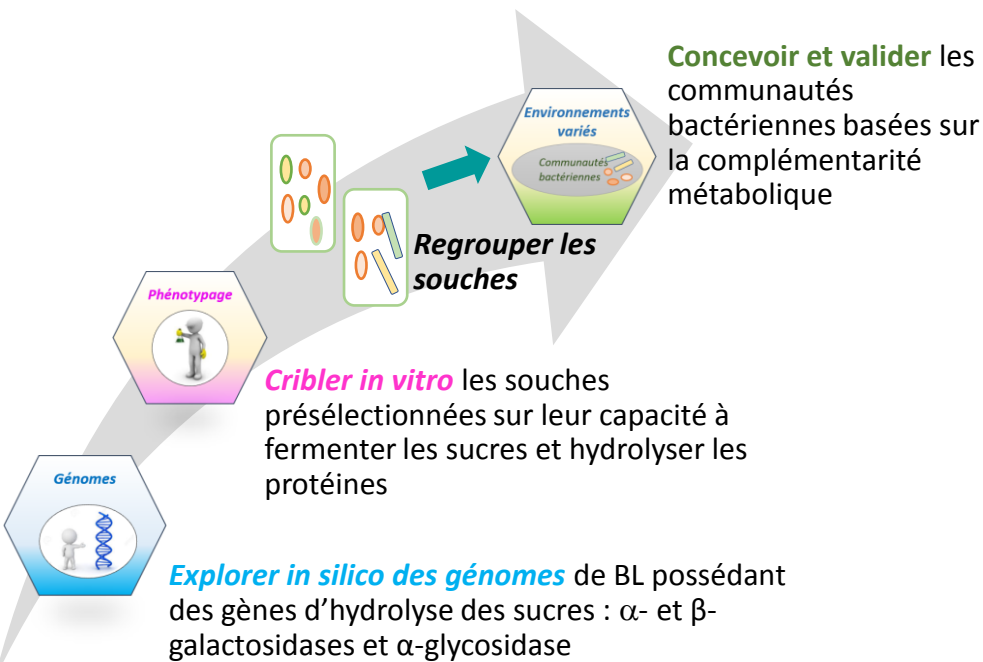
Refs

10.1080/09637486.2023.2276667
10.3390/nu11112613
10.3390/nu11081825
10.1016/j.foodres.2019.05.004
10.1021/acs.jafc.7b04681
[10.1016/j.foodres.2019.108917](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108917)

➤ Intérêts de fermenter les mixtes animal-végétal

Diversifier les consortia bactériens

Sélection des souches de bactéries lactiques (BL) en se basant sur la composition en sucres et en protéines des matières premières, et sur le procédé du yaourt



1) Faisabilité

- Développer un milieu chimiquement défini pour évaluer la croissance des souches **Prot+** et **Prot-**
- Utiliser des chambres compartimentées pour identifier les interactions positives entre souches **Prot+** et **Prot-**

2) Compréhension

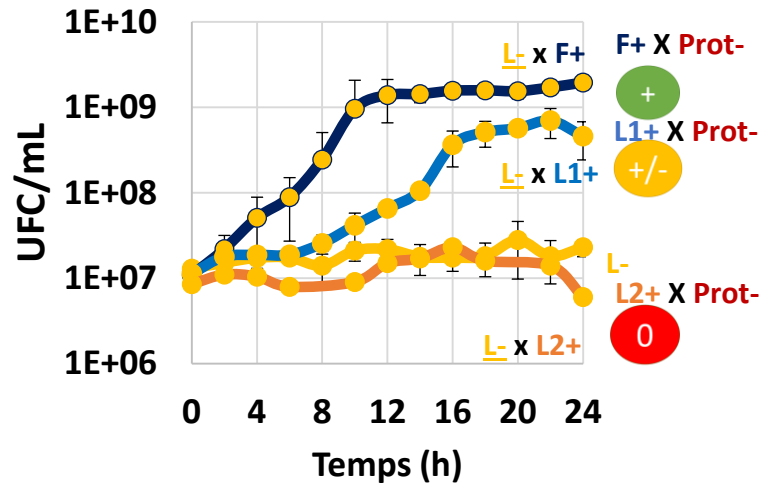
- Déterminer le profil protéolytique des souches **Prot+**
- Évaluer les principales caractéristiques des peptides produits les souches **Prot+** et utilisés par les souches **Prot-** par l'outil peptidomique

3) Application : « yaourt » mixte lait-lupin

- Préparer des yaourts mixtes avec souches **Prot+** et **Prot-**
- Évaluer la croissance des souches, de l'acidification, de la protéolyse, de la teneur en composés organiques et volatils
- Analyses instrumentales de texture et sensorielles

➤ Intérêts de fermenter les mixtes animal-végétal

Diversifier les consortia bactériens



- Les types d'interaction dépendent de la souche **Prot+** et pas de la souche **Prot-** utilisée

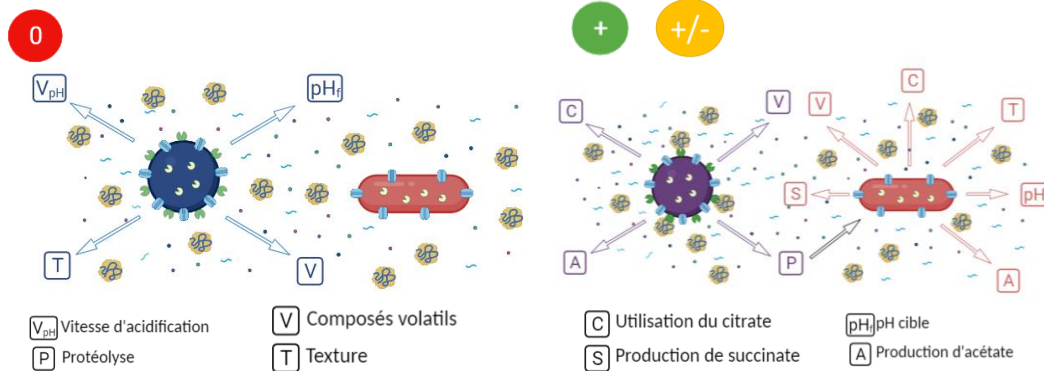
Interactions positives entre souches, fortes, moyennes ou nulles selon les souches protéolytiques utilisées, conduisant à des fonctionnalités améliorées en terme de texture, goût et arôme :

↳ Différences liées à des variations quantitatives et qualitatives de protéolyse, notamment la présence d'acides aminés à chaîne ramifiée (Ile, Val, Leu)

Exemple de croissance entre souches **Prot+** et **Prot-**

➤ Intérêts de fermenter les mixtes animal-végétal

Diversifier les consortia bactériens



- Plus les interactions sont fortes plus les fonctionnalités sont variées dans les produits fermentés mixtes de type « yaourt »

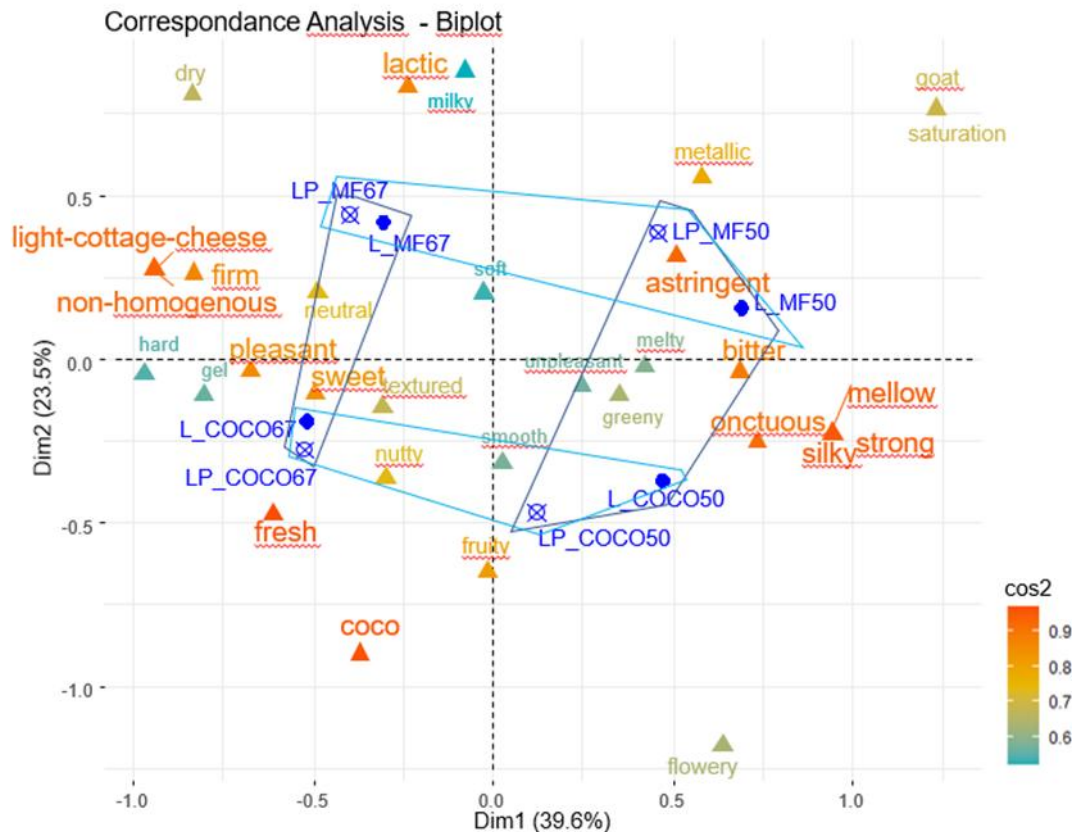
➤ Stratégie gagnante en termes de consommation des sucres, d'hydrolyse des protéines et du profil aromatique obtenu dans des produits fermentés mixtes de type « yaourt ».



Canon et al (2020), *Front Microb*, 11, 584163
Canon et al (2021), *AEM*, 87, AEM.01055–21
Canon et al (2022), *Front Microb*, 12, 793136
Canon et al (2022), *Curr Res Food Sci*, 5, 665–676

➤ Intérêts de fermenter les mixtes animal-végétal

Améliorer la texture et le profil aromatique par la fermentation



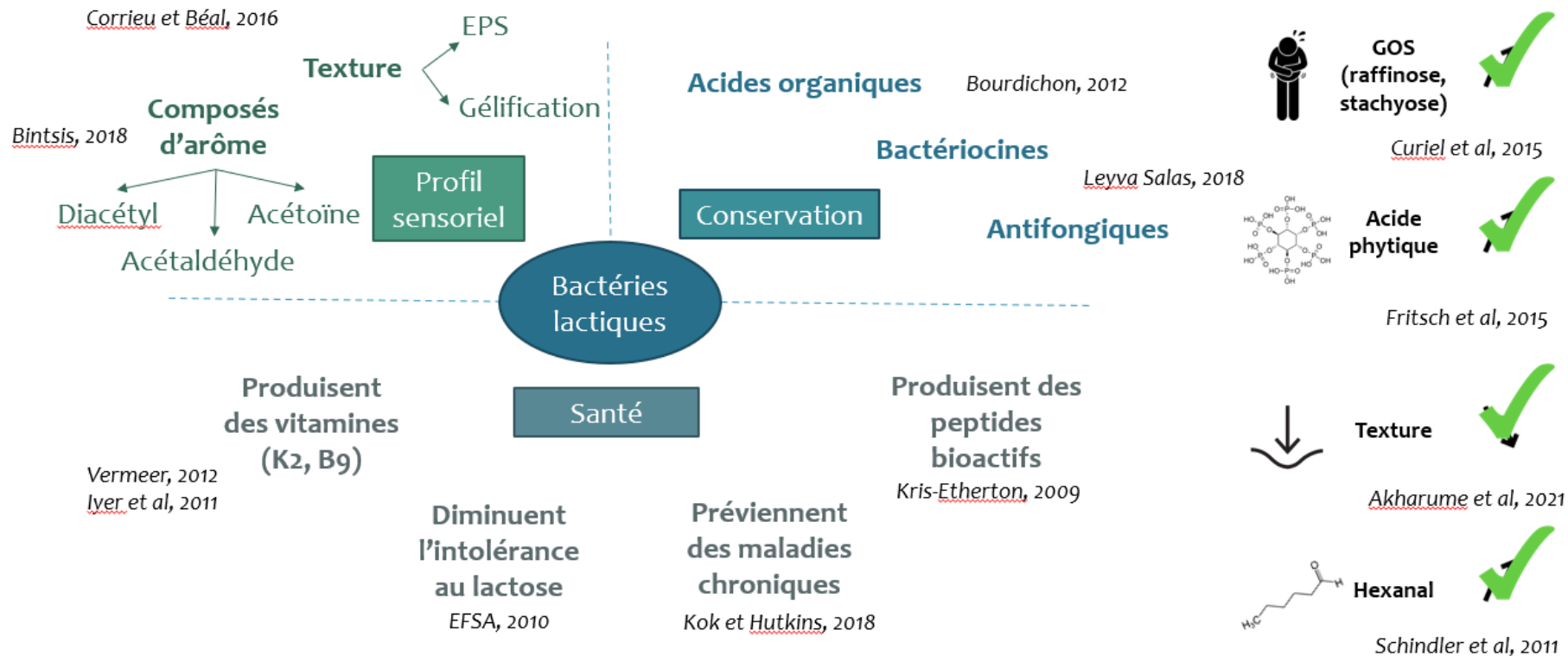
- **Ratio lait/lupin** est discriminant sur le premier axe
 - ratio 50: astringent, amer, mou
 - ratio 67: plaisant, doux, texturé mais non-homogène
- **La matière grasse** est discriminante sur le second axe
 - MGLA: lait, lactique, caprin
 - Coco: fruité, frais, noix

Refs

- [10.3389/fmicb.2020.584163](https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.584163)
- [10.3389/fmicb.2021.793136](https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.793136)
- [10.1128/aem.01055-21](https://doi.org/10.1128/aem.01055-21)
- [10.1016/j.crfs.2022.03.011](https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.03.011)

➤ Intérêts de fermenter les mixtes animal-végétal

Eliminer les composés indésirables



Refs

[10.3389/fmicb.2020.584163](https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.584163)

[10.3389/fmicb.2021.793136](https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.793136)

[10.1128/aem.01055-21](https://doi.org/10.1128/aem.01055-21)



INRAE

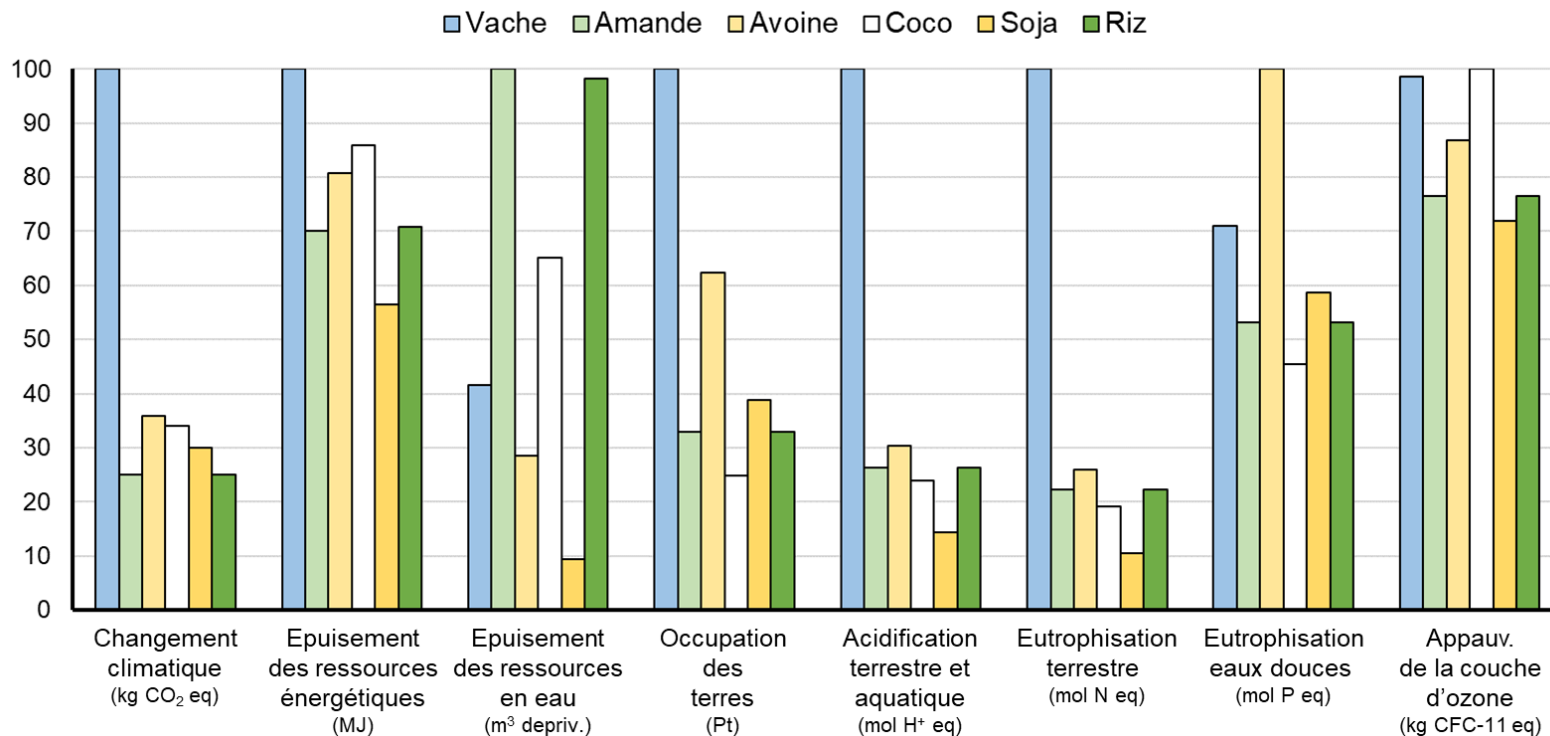
VALORIAL/ 11 juin 2024

Commission R&D



➤ Intérêts des mixtes animal-végétal

Réduire les impacts environnementaux



Exemple de l'impact d'1kg de lait entier ou de boissons végétales sur différentes catégories d'impact, en relatif par rapport au produit le plus impactant (base 100). Données issues de la base de données publique Agribalyse.

Pour des itinéraires techniques et des usages équivalents, le remplacement animal/végétal réduit les impacts environnementaux. Refs 10.15454/SBOKIT ou 10.1016/j.tifs.2020.12.010

➤ Perspectives

Tirer le meilleur parti des mixtes, dans le cadre de « One health »

<p style="text-align: center;"><u>Strengths</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Complete range of essential nutrients in one single food ▪ Balanced input of animal/plant proteins ▪ Enhanced acceptability of vegetable foodstuff: better taste, better digestibility and reduced risk of neophobia ▪ A pathway to enhance solubility of vegetable proteins 	<p style="text-align: center;"><u>Weaknesses</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poorly connected animal and plant food chains ▪ Increased by-products, especially from legumes ▪ Little knowledge on possible new structures in mixed foodstuff: co-aggregated proteins, co-emulsified proteins and lipids, nutrient-matrix interactions, etc ▪ Gap between traditional references and innovative mixed foodstuff
<p style="text-align: center;"><u>Opportunities</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Decreasing consumption of animal proteins in western countries ▪ Increasing concern for health and nutrition ▪ Increasing concern for environment and sustainability ▪ Competitive cost of vegetable resources ▪ Introduction of significant biodiversity through the ranges of vegetable resources and bacterial starters 	<p style="text-align: center;"><u>Threats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Increased exposure to multiple and crossed risks with animal × plant mixes: allergens, spoilage micro-organisms, anti-nutritional factors ▪ Possible cocktail effect of animal × plant contaminants ▪ Uncertainty on classification as “ultra-processed” foods ▪ Uncertainty on classification as “novel” foods ▪ Deceiving environmental footprint if the animal and/or plant fractions of mixed foodstuff are from cracking.

Quelles pistes ?

- Technologie : FROM'INNOV
- Evaluation multicritère : goût / prix / environnement / nutrition
- Fermentation : contrôle du risque allergique (projet PULSAR)
- Reconception de systèmes (projet VEG&LAIT)
- Autres mixtes : protéines issues de la fermentation de précision?





INRAE



➤ Merci !

Q&A