



**HAL**  
open science

## Aliments fermentés et effet santé : quelques aspects sur les recherches INRAE

Anne Thierry, Florence Valence

### ► To cite this version:

Anne Thierry, Florence Valence. Aliments fermentés et effet santé : quelques aspects sur les recherches INRAE. Fermentation : applications, nouveaux marchés & potentiel santé, Polytech Lille, Clubster NSL, Feb 2022, Lille, France. hal-03626536

**HAL Id: hal-03626536**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03626536>**

Submitted on 31 Mar 2022

**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



# Aliments fermentés et effet santé : quelques aspects sur les recherches INRAE

Anne Thierry & Florence Valence

*Centre de Ressources Microbiennes – Bactéries d'intérêt alimentaire, INRAE, STLO, Rennes*



Fermentation : applications, nouveaux marchés & potentiel santé,  
Polytech Lille, 23 février 2022

# Sommaire de la présentation

## Quelques éléments clés à propos des aliments fermentés

diversité, place dans la diète - différence avec probiotiques

## Effet santé des aliments fermentés : 3 mécanismes potentiels

microorganismes vivants – métabolites – modification de la matrice

## Comment démontrer des effets santé ?

exemples de recherches INRAE ... et ailleurs



# Une grande diversité d'aliments fermentés

*Une grande diversité en termes de...*

## 🍌 Matières premières

- Animale : lait, viande, poisson
- Végétale : fruits, légumes, céréales, légumineuses
- Matrices liquides, solides

## 🍌 Types de fermentation/ communautés microbiennes

- Fermentation lactique
- Fermentation alcoolique
- Fermentation mixte
- Fermentation alcaline

## 🍌 Echelles de production

- Atelier artisanal voire familial
- Productions industrielles

## 🍌 Procédés

- Contrôle plus ou moins poussé : matière première pasteurisée etensemencée
- T°, addition de sel, atmosphère,...





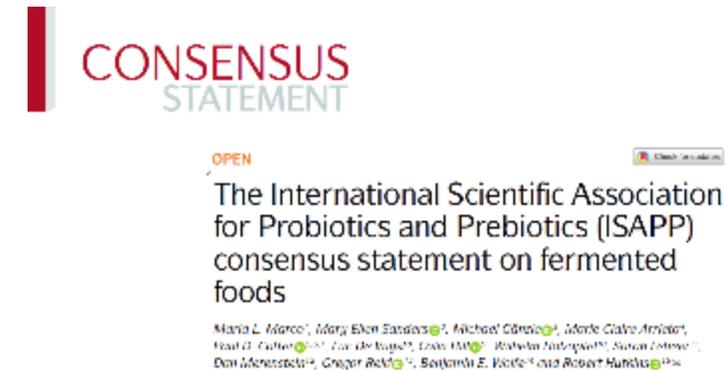
# Aliments fermentés : différents des probiotiques !

🌐 Définition **probiotiques** : « *micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante, exercent des effets positifs sur la santé, au-delà des effets nutritionnels traditionnels* » **OMS et FAO**

🌐 Définition **aliments fermentés** : « *aliments réalisés par la croissance microbienne souhaitée et les conversions enzymatiques des composants alimentaires* »

ISAPP (International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics)

📖 Marco et al. 2021



🌐 **Aucune allégation santé** reconnue à ce jour pour les aliments fermentés !

Les allégations comme « *Renforce l'immunité ...Aide l'organisme à se défendre ... Active la santé ... Équilibre la flore intestinale* » toutes discréditées par l'EFSA

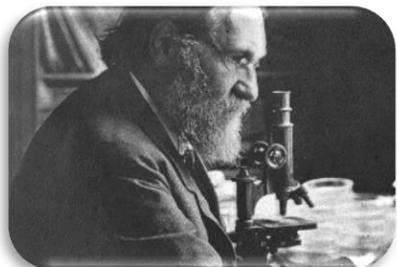
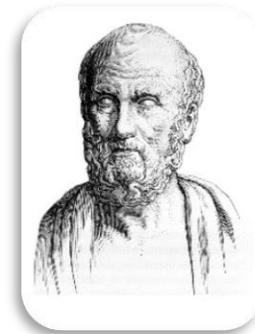
Sauf pour le yaourt : les deux espèces de levains utilisées pour sa fermentation *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* soulagent l'intolérance au lactose

# Aliment fermentés = aliments santé ?

*Une question qui ne date pas d'hier :*

*« Que ta nourriture soit ta médecine, et ta médecine, ta nourriture. »*

*Hippocrate*



Elie Metchnikoff (1845-1916)

1903, E. Metchnikoff : *“Études sur la nature humaine”*

>> Le vieillissement est la conséquence de « désharmonies dans l'organisation de l'appareil digestif de l'homme ».



Stamen Grigorow  
(1878-1945)

1905, S. Grigorow

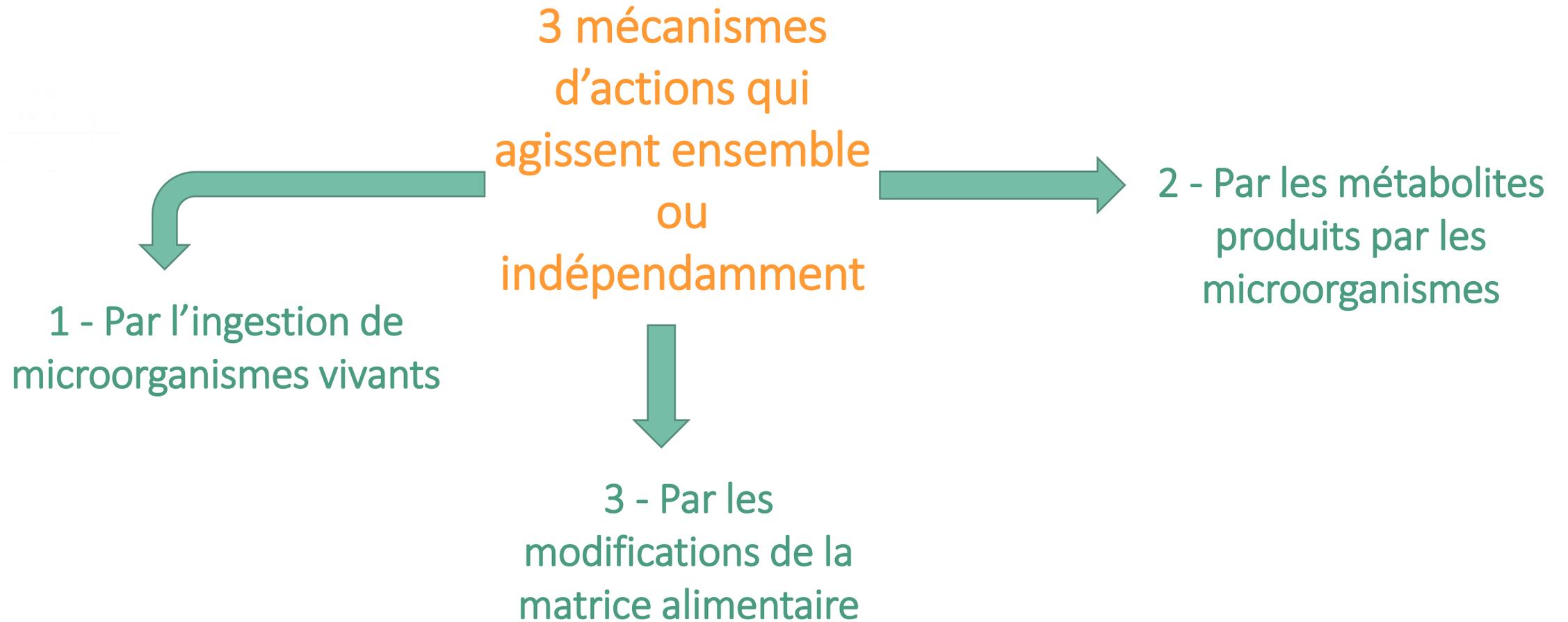
>> Découvre le « *Bacillus bulgaricus* », un ferment lactique responsable de la transformation du lait en yaourt.

1907, E. Metchnikoff

>> Montre que consommation de yaourt frais contenant *L bulgaricus* corrélée à la santé et l'espérance de vie élevée de la population rurale bulgare.

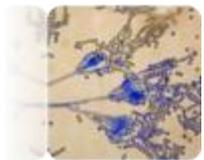
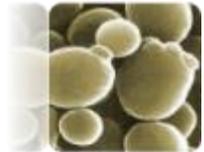
“...Il existerait aussi de « bonnes » bactéries, que l'on pourrait cultiver en mangeant du yaourt bulgare et d'autres laits caillés. Situées dans l'intestin, elles empêcheraient les bactéries putréfiantes de se développer sur les aliments non digérés...”

# Des bénéfices santé qui reposent sur différents mécanismes d'action



# 1- Bénéfices santé liés à l'ingestion de micro-organismes vivants

Une cuillère de yaourt, une tranche d'emmental ou de saucisson sec  
→ jusqu'à 1 milliard de micro-organismes vivants ingérés !!!



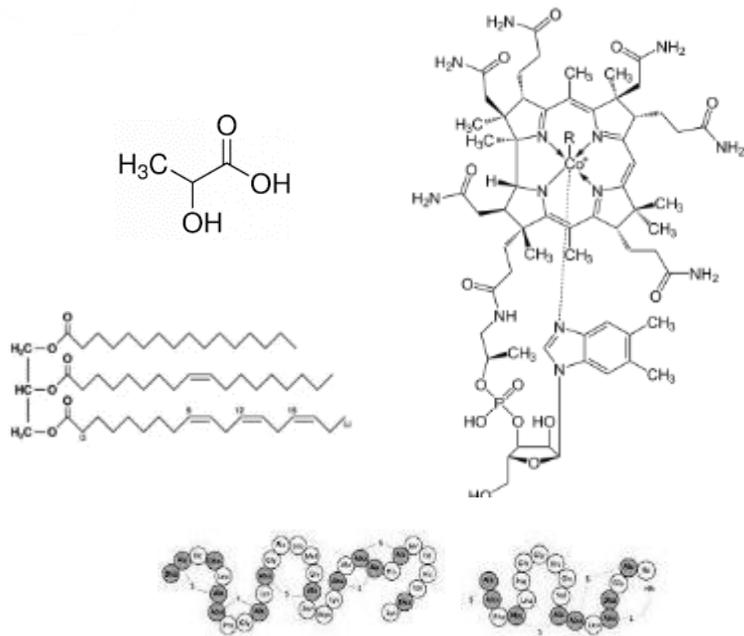
- Yaourt > *S. thermophilus* & *L. delb. bulgaricus* :  $10^4$  à  $10^9$  UFC/g – 0-30 jours
- Lait fermentés > *bactéries* & *levures* :  $10^5$  à  $10^9$  UFC/g
- Fromages (30 types/18 pays) > *bactéries*, *levures* & *champignons*  
filamenteux :  $10^3$  à  $10^9$  UFC/g – jours-mois
- Viande (saucisson, salami,...) > *bactéries* :  $10^2$  à  $10^9$  UFC/g
- Végétaux fermentés (choucroute, kimchi, pickles, olives,...) > *bactéries* & *levures* :  $10^3$  à  $10^8$  UFC/g – 30 à 200 jours
- Produits fermentés asiatiques (miso, tempeh, sauce poisson...) > *bactéries* & *levures* :  $10^2$  à  $10^7$  UFC/g
- Céréales fermentés > *bactéries* & *levures* :  $10^2$  à  $10^5$  UFC/g
- Kombucha > *bactéries* & *levures* :  $10^6$  à  $10^7$  UFC/g

- Survie, implantation transitoire et activité métabolique dans l'intestin
- Interactions avec le tractus et/ou le microbiote intestinal

 Rezac et al. 2018 – Fermented food as a dietary source of live microorganisms

## 2 - Bénéfices santé liés aux métabolites produits par les micro-organismes

De nombreuses molécules produites dans l'aliment, issues du métabolisme microbien



- Acide lactique
- Acides gras à chaîne courte (acétate, propionate)
- Acides linoléiques conjugués
- Exopolysaccharides
- Vitamines du groupe B (B9, B12, ...)
- Bactériocines
- Sphingolipides
- Peptides bioactifs
- Composés phénoliques
- ...

Des molécules qui agissent sur des cibles physiologiques très variées

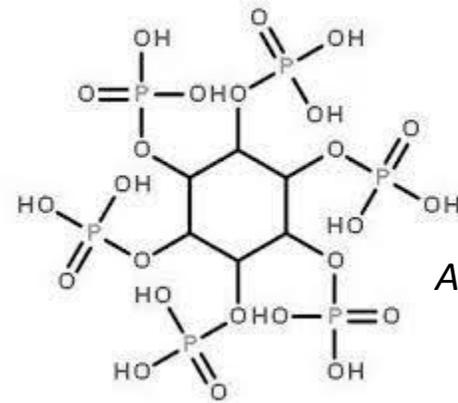
 Linares et al. 2017

# 3 - Bénéfices santé liés aux modifications de la matrice alimentaire

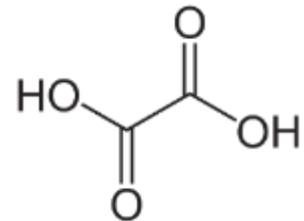
↓ FODMAP

**F** ERMENTABLE  
**O** LIGOSACCHARIDES  
(FRUCTANS & GOS)  
**D** ISACCHARIDES  
(LACTOSE)  
**M** ONOSACCHARIDES  
(EXCESS FRUCTOSE)  
**A** ND  
**P** OLYOLS  
(MANNITOL & SORBITOL)

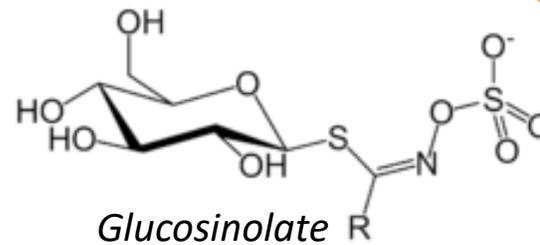
↓ Composés anti-nutritionnels



Acide phytique



Acide oxalique



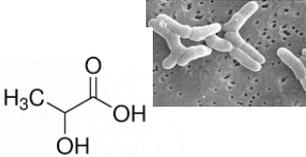
Glucosinolate

↑ digestibilité,  
↑ disponibilité des  
minéraux  
↓ composés  
allergéniques ou  
toxiques

# Comment démontrer les effets santé potentiels des aliments fermentés ?



## Etudes de l'impact de caractéristiques spécifiques des aliments fermentés



**Caractéristiques :** activité d'une souche probiotique (*L. rhamnosus* GG..., de métabolites microbiens (acides gras libres à chaîne courte, peptides bioactifs...)

> **Test sur différents modèles:** *in vitro* (cultures de cellules, organoïdes) et *in vivo* (souris, porc)

💣 **Extrapolation à l'effet global de l'aliment ? Aux effets sur l'homme ?**



## Etudes interventionnelles chez l'homme



Effet de la **consommation d'un aliment fermenté** sur des marqueurs santé spécifiques (évaluation inflammation, composition microbiote...) via analyses ciblées ou non ciblées

💣 **quel témoin pertinent ? (e.g. yaourt versus lait, avant/après consommation)**

## Etudes de cohortes prospectives

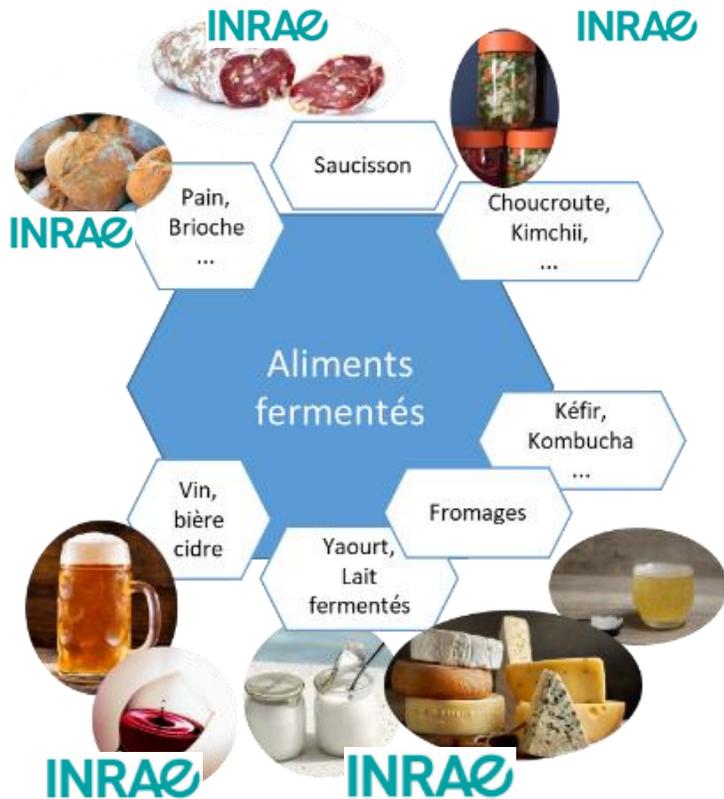


> La consommation d'un groupe d'aliments est estimée et associée avec l'incidence d'une maladie ou des marqueurs santé

💣 **niveau information sur la diète souvent insuffisamment détaillé pour connaître la quantité et la diversité des aliments fermentés consommés**

# Recherches INRAE sur les aliments fermentés et leur effets santé

## Côté aliment fermenté

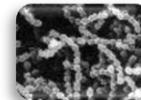


Projet européen COST **Pimento**  
Promoting Innovation of ferMENTed fOODs  
coordonné par **INRAE**

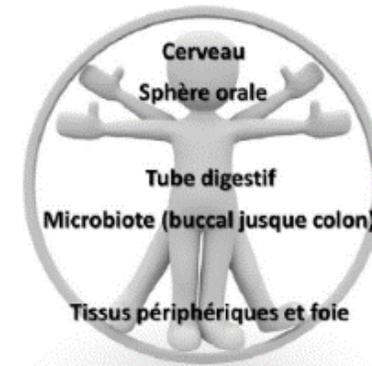
- cartographier la place des alim. fermentés
- analyser les **bénéfices santé** et risques liés à leur consommation
- actions de dissémination, formation...

## métabolites microbiens microorganismes vivants

- Inventaire de **diversité**  
44 AOP, 1200 fromages !
- **Flux de microorg** : de la fourche à la fourchette
- **Activités probiotiques** & métabolisme de microorg des aliments  
*ex : S. thermophilus*
- **Interactions** entre microorg.



## Côté hôte



### Les cibles

#### Métaboliques

- Inflammation
- Insulino-résistance ..

#### Les tissus cibles

- Epithélium intestinal
- Microbiote
- Foie
- Muscle/Tissu adipeux
- Endothélium vasculaire

#### Les biomarqueurs

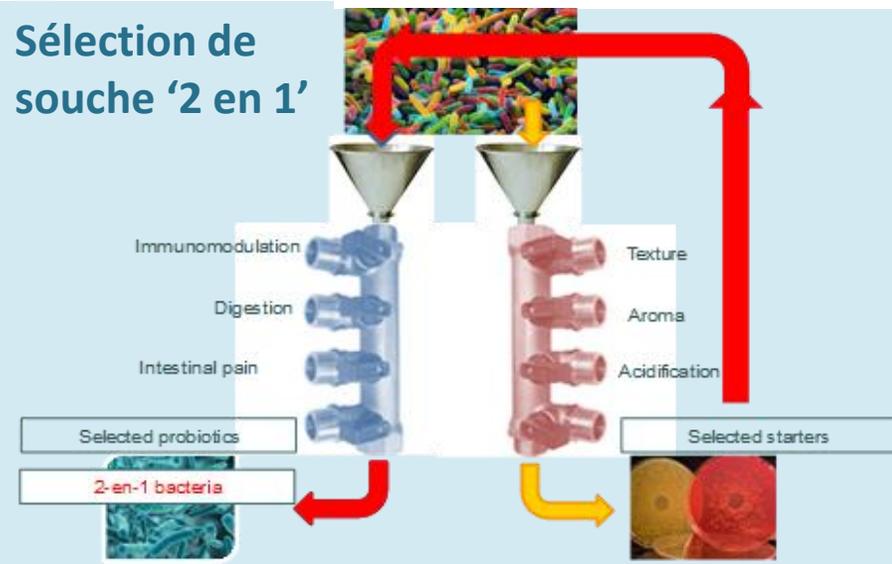
- Ciblés : insuline, glycémie ..
- Non ciblés : métabolomique

#### Les populations

- Adulte en santé ou insulino-résistant
- Agé en santé ou dénutri
- Enfant .....

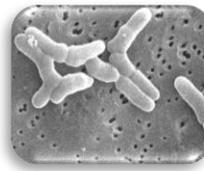
*Lortal et al. 2020*

# Exemple 1 : la consommation d'emmental fabriqué avec des ferments "probiotiques" protège de la colite hémorragique induite chez la souris



## Principal résultat :

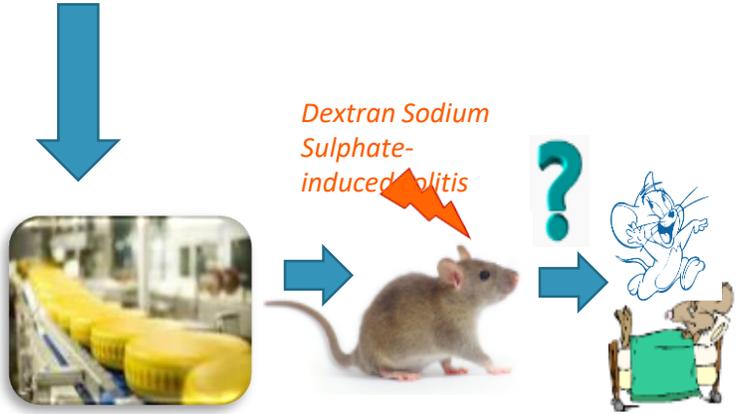
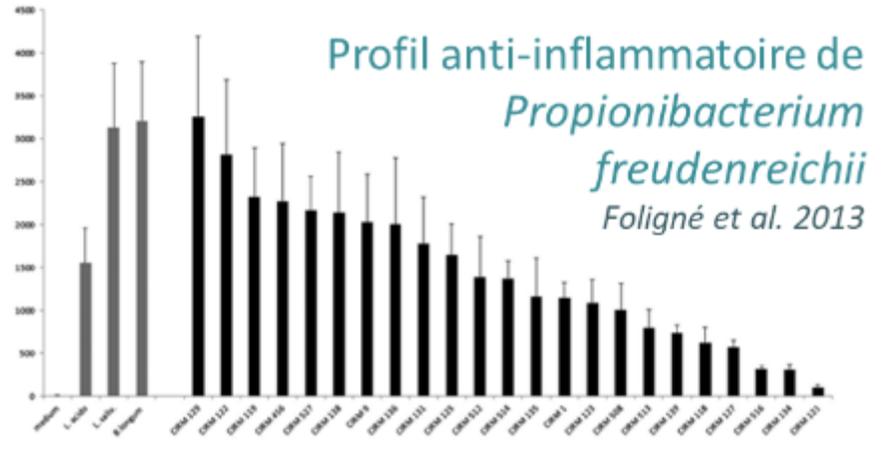
La consommation par les souris de fromage fabriqué avec la souche *Propionibacterium freudenreichii* CIRM-BIA129 :



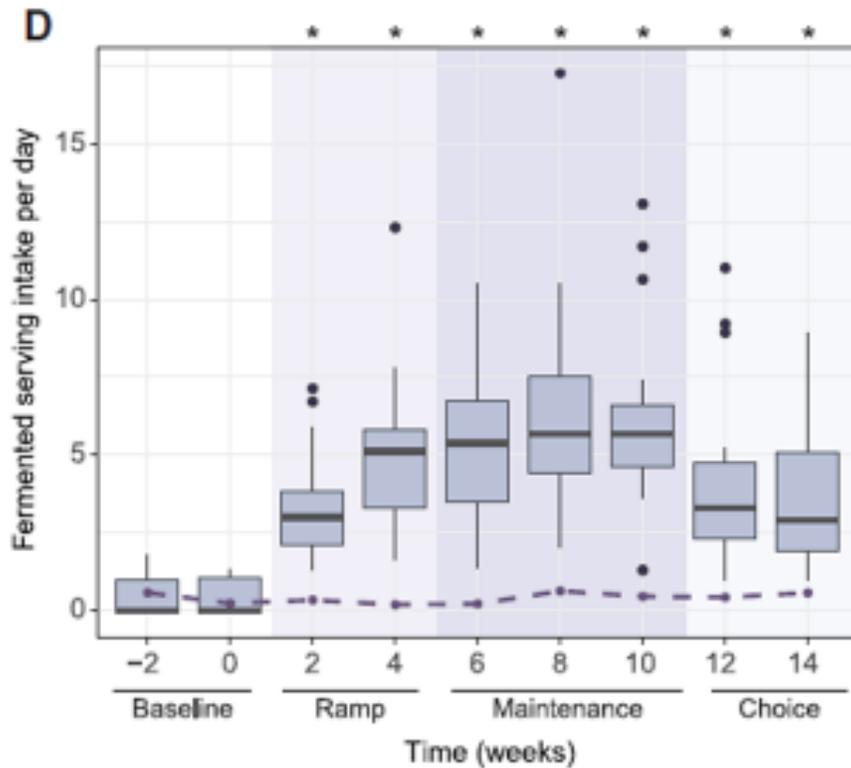
- ↓ gravité de la colite induite
- ↓ perte de poids,
- ↓ indice d° maladie et score histologique



Démonstré pour une souche !  
Prendre en compte la variabilité intraspécifique



## Gut-microbiota-targeted diets modulate human immune status



**Objectif** : comparer l'impact de deux régimes alimentaires sur le microbiote intestinal et le système immunitaire

- 2 groupes (n=18) avec régime soit riche en fibres végétales, soit **riche en aliments fermentés**
- suivi sur 14 semaines

### Principaux résultats

Effets différents entre les deux régimes, régime riche en aliments fermentés

↑ régulière de la **diversité du microbiote**

via un effet indirect car seulement ~3% des nouvelles espèces détectées sont communes avec celles des aliments fermentés

↓ **marqueurs d'inflammation**

**Conclusion des auteurs** : “Les aliments fermentés peuvent être utiles pour contrer la diminution de la diversité du microbiote et l'augmentation de l'inflammation, omniprésentes dans la société industrialisée ”

 Wastyk et al., Cell (2021), <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.06.019>



# Exemple 3 : étude de cohorte (American Gut Project)

## Consumption of Fermented Foods Is Associated with Systematic Differences in the Gut Microbiome and Metabolome



**Objectif** : déterminer si la consommation d'aliments fermentés est associée avec certains signaux au niveau du **microbiote** et du **métabolome intestinal**

### Stratégie :

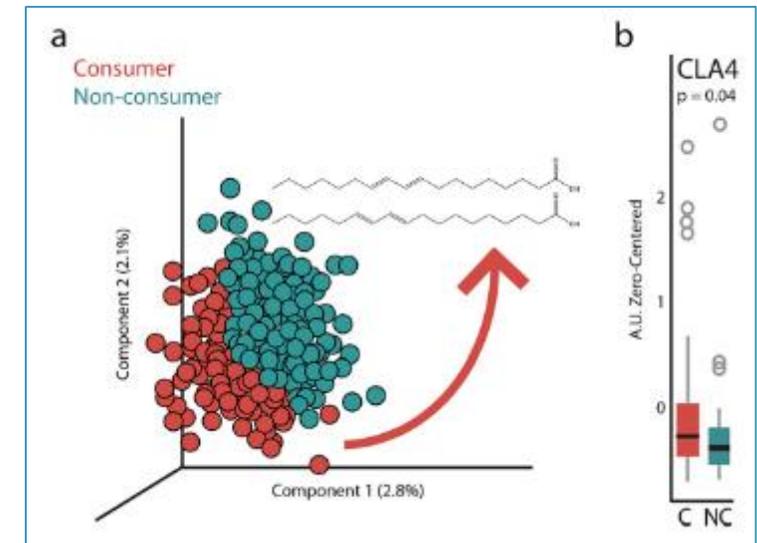
- ✓ **115** personnes recrutées pour leur fréquence de consommation **d'aliments fermentés** (boissons, produits laitiers et végétaux)
- ✓ fèces analysés par **approche multi-omique non ciblée** : métagénomique 16S rRNA amplicon et shotgun, métabolomique
- ✓ étude sur 4 semaines

### Principaux résultats:

✓ **Microbiote** : différences faibles mais statistiquement significatives de la diversité beta; taxons différentiels entre les 2 groupes

✓ **Métabolome** des **consommateurs d'aliments fermentés enrichi en acide linoléique conjugué (CLA)**

Le CLA pourrait être produit par les bactéries des aliments et/ou celles de l'intestin



*Taylor et al 2020 mSystems 5:e00901-19. <https://doi.org/10.1128/mSystems.00901-19>*

# En conclusion



- ✓ **3 mécanismes d'action**, qui peuvent se combiner, sont à l'origine de l'effet santé potentiel des aliments fermentés → Difficile de généraliser !
- ✓ **Encore beaucoup de recherche à faire** concernant les bénéfices santé pour pouvoir répondre scientifiquement aux échos des media et des réseaux sociaux
- ✓ **Recherches INRAE** : études sur les aliments fermentés en phase avec un des 4 Grands Objectifs Scientifiques du département 'Microbiologie de la Chaine Alimentaire' :  
"comprendre le fonctionnement et la dynamique des microbiotes de l'aliment pour les transitions agro-écologique et alimentaire"
- ✓ A terme, **une place spécifique des aliments fermentés dans la classification des aliments ?** et **dans les recommandations** de consommation ?

Signes encourageants :

- Etude Nutrinet Santé : travail en cours pour la prise en compte des aliments fermentés dans la catégorisation des aliments  *Chilton et al. 2015. Inclusion of Fermented Foods in Food Guides around the World, Nutrients*

Merci pour votre attention !!!

**INRAE**

anne.thierry@inrae.fr



florence.valence-bertel@inrae.fr



**Pimento** <https://www.cost.eu/actions/CA20128/>