

➤ **Aliments microbiens et santé humaine : de
la recherche de corrélations positives à la
démonstration de bénéfices santé**

Christophe Chassard
Unité Mixte de Recherche sur le Fromage
UMRF 0545 UCA INRAE VetAgro Sup



➤ Fromages / impacts nutritionnels et santé

Composante biochimique

Les + de la matrice laitière:
protéines (caséines), lipides
(AGPI), minéraux (Ca, P),
vitamines

**Les – de la matrice laitière et des
procédés technologiques:**

lipides (AGS), sel

Les + des fromages au lait cru :

Propriétés de la matrice laitière préservées
(protéines, lipides, vitamines)

Composante microbiologique

Les + de la fraction
microbiologique:

Microorganismes vivants,
des fonctions multiples,
impact intestinal possible

**Les – de la fraction
microbiologique:**

risque pathogène



**Fromages au
lait cru**

Les + des fromages au lait cru :

Diversité microbienne unique

➤ Les fromages au lait cru = aliments microbiens

Bactéries d'affinage

(Actinobacteria,
Firmicutes)

Propionibacteriaceae

Staphylococcaceae

Brevibacteriaceae

Corynebacteriaceae

Bactéries Gram négatives

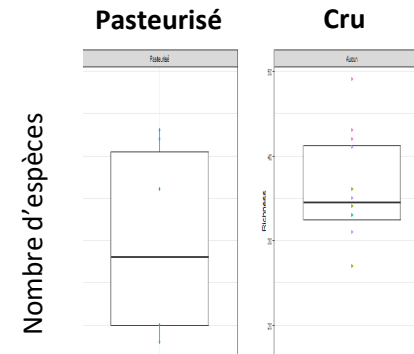
(Proteobacteria,
Bacteroidetes)

Eukaryotes

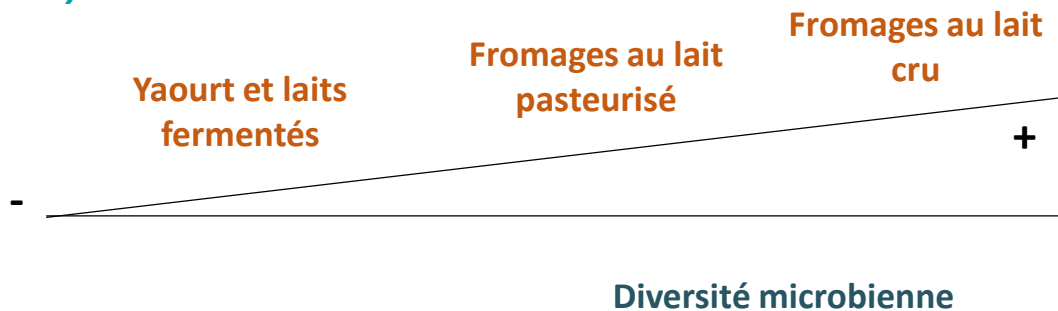
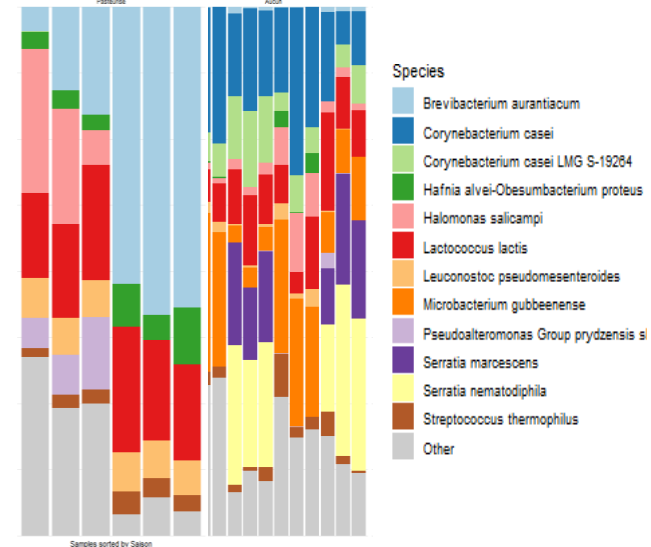
(Champignons
filamenteux et
levures)



Composition bactérienne de la croûte de fromages à pâte molle croûte lavée



6 productions au lait
pasteurisé et 12
productions au lait cru



➤ Diversité microbienne des laits crus

Bactéries lactiques

- 65 espèces
- Niveaux : 10 à 100 ufc/ml (lait de vache)

Bactéries Gram négative

- 94 espèces
- Niveaux : 10 à 1000 ufc/ml (lait de vache)

~ 300 espèces bactériennes
~ 74 espèces de levure

Méconnaissance
diversité souches

Bactéries d'affinage

- 94 espèces
- Niveaux : 100 à 1000 ufc/ml (lait de vache)

Levures

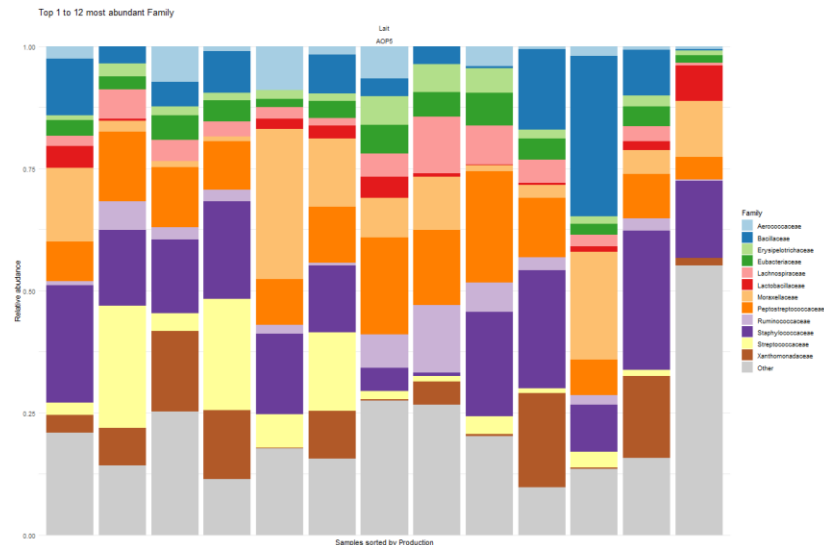
- 74 espèces
- Niveaux : 10 à 100 ufc/ml (lait de vache)

Moisissures

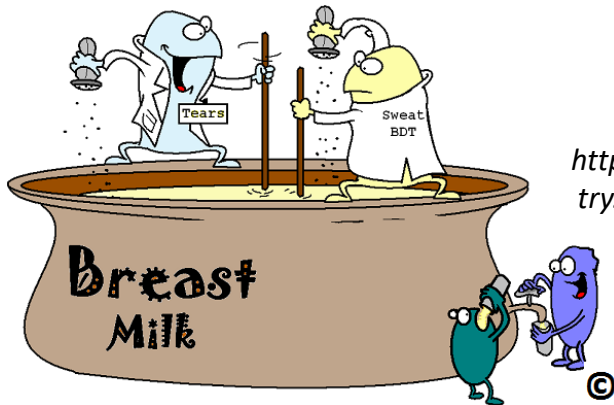
- 40 espèces
- Niveaux : 10 à 100 ufc/ml (lait de vache)

Un microbiote de lait = environ 40 espèces microbiennes

mais des équilibres de populations différents selon les laits :



➤ Le lait maternel est notre premier aliment microbien

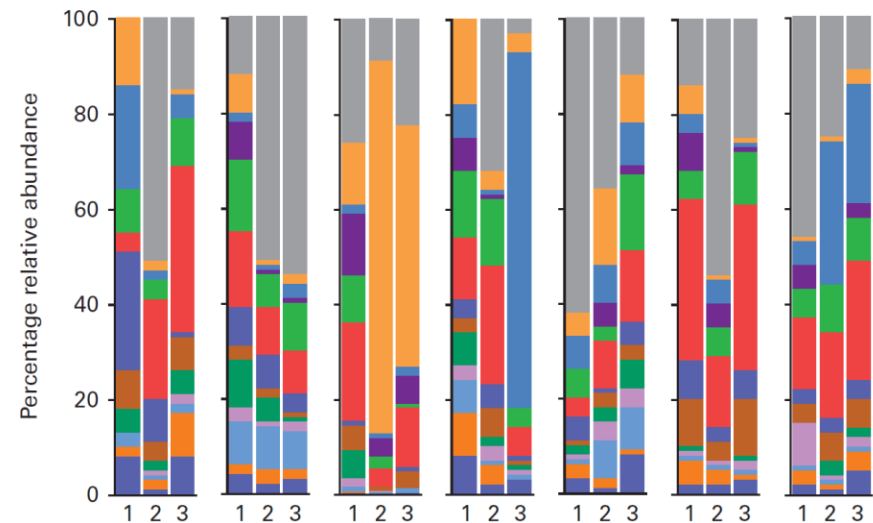
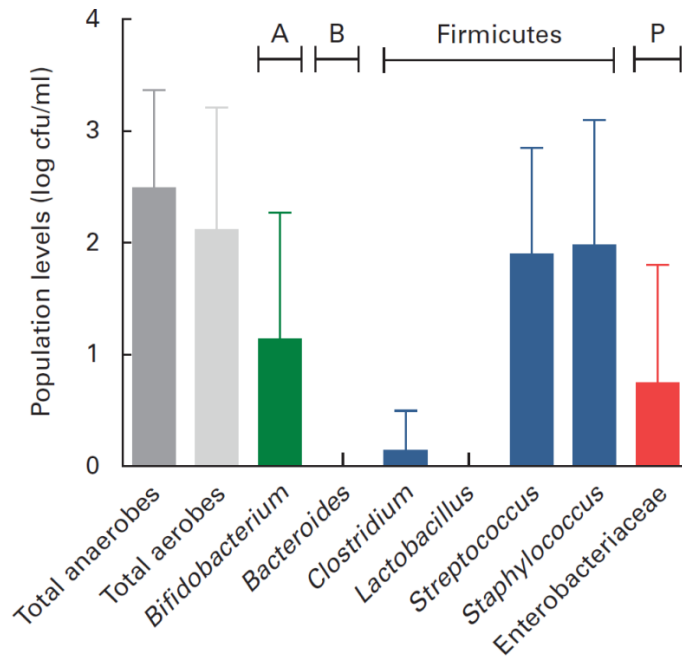


<http://betterbodychemis try.com/bacteria/germ-free-milk-good-medicine/>

Communautés microbiennes du lait maternel humain

Jost et al 2013 Brit J Nutr 110:1253

Jost et al 2015 Nutr Rev 73:426



➤ Impact santé des aliments microbiens

Microbiote
alimentaire

$10^9/10^{11}$ MO ingérés
tous les jours

+ matrice fromagère

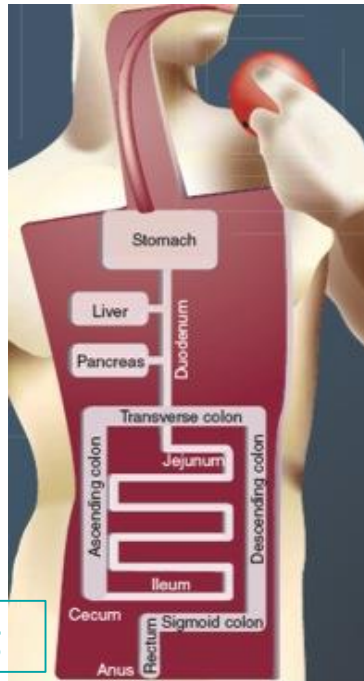
Microbiote
humain

$10^4/g$

$10^6/g$

$10^8/g$

$10^{11-12}/g$



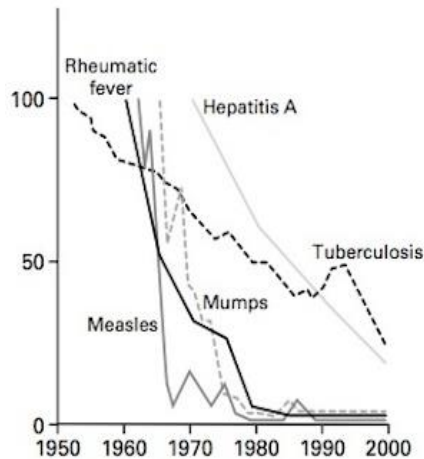
- Interactions avec le système immunitaire
- Augmentation de la survie des microorganismes dans la matrice/illustration de l'effet matrice
- Interactions avec le microbiote intestinal
- Contribution aux activités métaboliques du tube digestif (production de nutriments /métabolites d'intérêt...)

Co evolution? Contribution à
l'éducation du système
immunitaire ou encore à la
maturation du tube digestif?

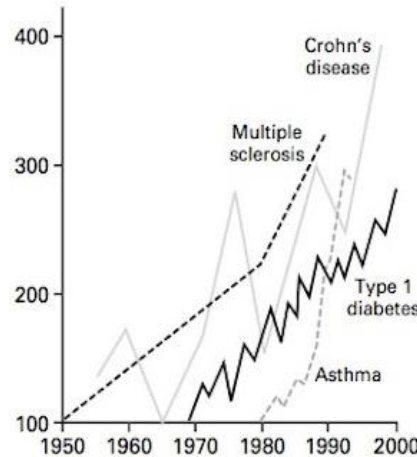
➤ Hygiène vs Hygiénisme?



Maladies infectieuses



Maladies auto-immunes



Bach NEJM 2002

- Moins d'exposition aux facteurs environnementaux?

- Moins d'exposition aux microorganismes?

C. Villeneuve et al. / Microbes and Infection 20 (2018)

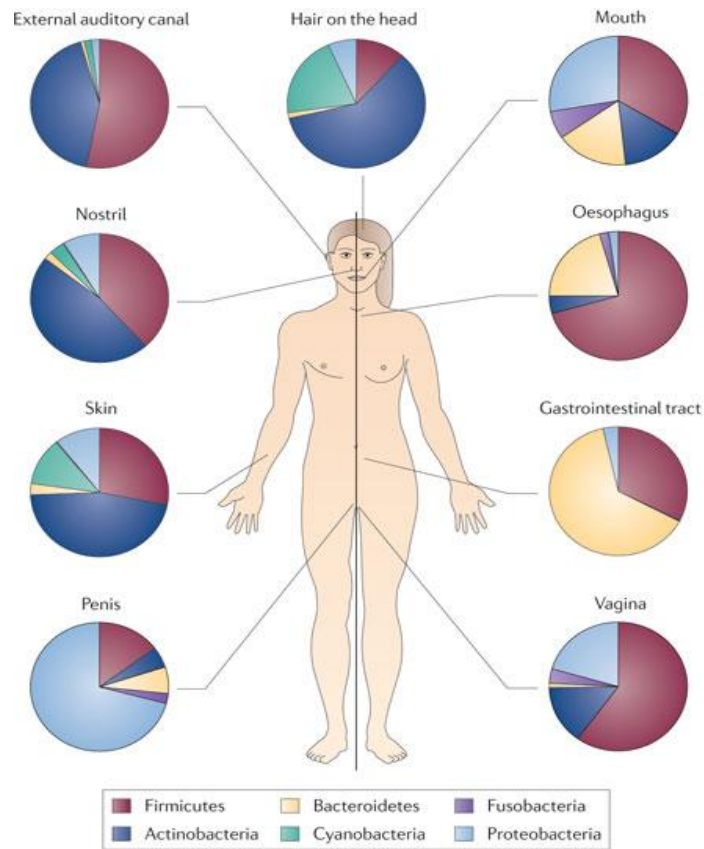
<https://doi.org/10.1016/j.micinf.2017.11.001>

Evolution of the hygiene hypothesis into biota alteration theory: what are the paradigms and where are the clinical applications?

Lien avec le microbiome humain?

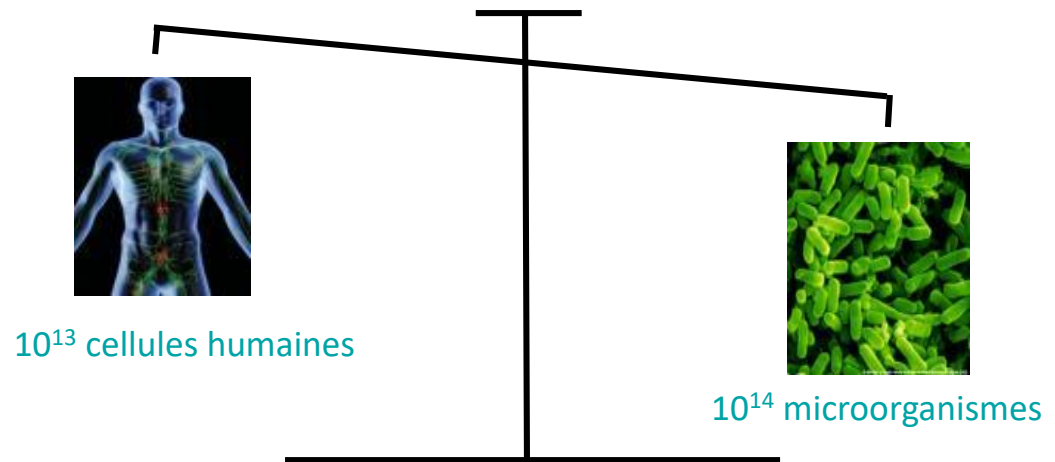
Quelle contribution possible d'une alimentation riche en aliments fermentés/microbiens?

➤ Des hommes et des microorganismes



Nature Reviews | Microbiology

Spor, A. et al., Nat. Rev. Microbiology, 2011



- Nombre de cellules dans l'organisme
10 % : humaine / 90 % : microbienne
- Nombre de gènes dans l'organisme
1% : humaine 99%: microbienne

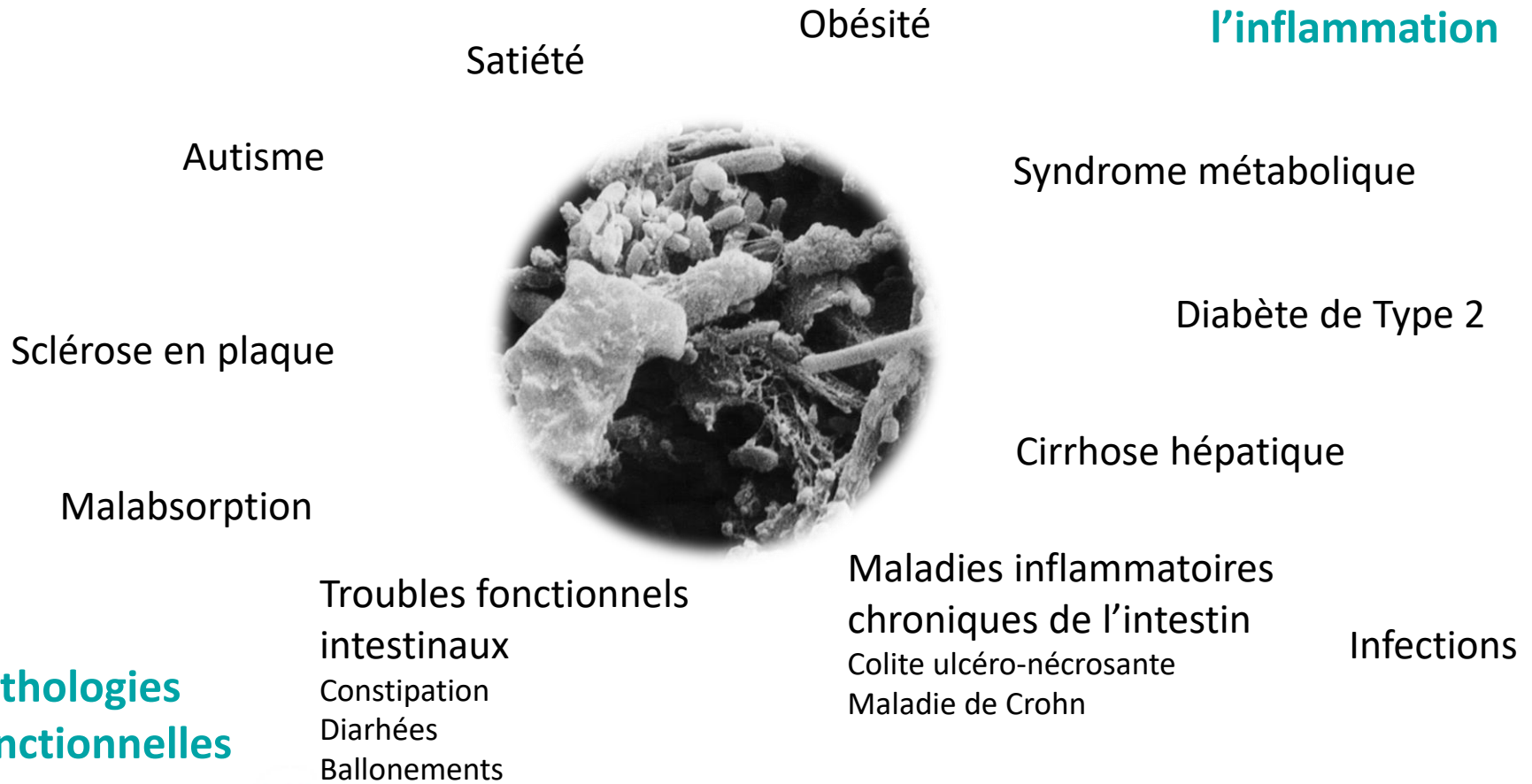
Homme + microbiote = « superorganisme »?

= holobionte

➤ Des dysbioses associées à des pathologies

Axe intestin-cerveau

Troubles liés à l'inflammation



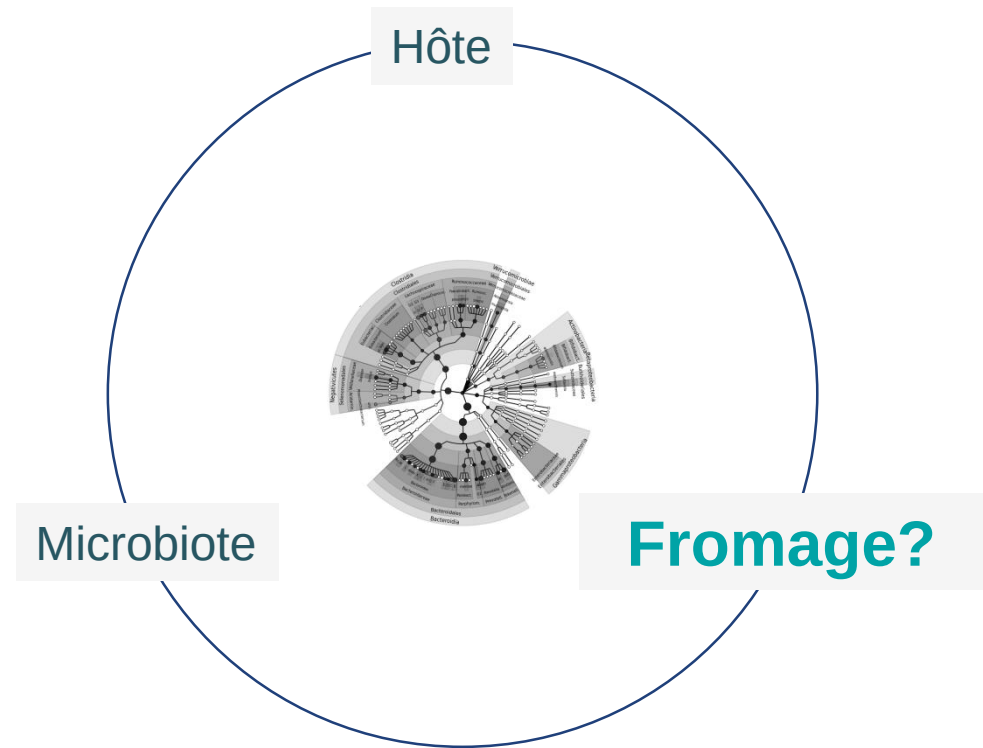
➤ Facteurs influençant le microbiote intestinal

Facteurs liés à l'hôte

- Génétique
- Réponse immunitaire
- Dégradation et absorption
- Age
- Etat de santé

Facteurs environnementaux

- **Nutrition**
- Mode d'accouchement
- Consommation d'antibiotiques
- **Régime alimentaire**



➤ Microbiote intestinal et fromages

Camembert : augmentation des populations d'entérocoques, colonisation importante de *Geotrichum candidum* chez l'homme



Fate and effects of Camembert cheese micro-organisms in the human colonic microbiota of healthy volunteers after regular Camembert consumption

Olivier Firmesse^a, Elise Alvaro^a, Agnès Mogenet^b, Jean-Louis Bresson^b, Riwanon Lemée^c, Pascale Le Ruyet^c, Cécile Bonhomme^c, Denis Lambert^c, Claude Andrieux^a, Joël Doré^a, Gérard Corthier^a, Jean-Pierre Furet^{a,*}, Lionel Rigottier-Gois^a

Consumption of Camembert cheese stimulates commensal enterococci in healthy human intestinal microbiota

Olivier Firmesse, Sylvie Rabot, Luis G. Bermúdez-Humarán, Gérard Corthier & Jean-Pierre Furet

Unité d'Ecologie et Physiologie du Système Digestif, INRA, Jouy-en-Josas, France

Fromage à pâte pressée cuite : réduction des entérocoques résistants à l'amoxicilline suite à un traitement antibiotique (amoxicilline + acide clavulanique)

Journal of Applied Microbiology ISSN 1364-5072

ORIGINAL ARTICLE

Effect of cheese consumption on emergence of antimicrobial resistance in the intestinal microflora induced by a short course of amoxicillin-clavulanic acid



X. Bertrand¹, V. Dufour², L. Millon², E. Beuvier³, H. Gbaguidi-Haore¹, R. Piarroux², D.A. Vuitton² and D. Talon¹

¹ Service d'Hygiène Hospitalière, Centre Hospitalier Universitaire de Besançon, Besançon, France

² Unité Santé et Environnement Rural, Université de Franche-Comté, Besançon, France

³ Unité de Recherches en Technologie et Analyses Laitières, Institut National de Recherche Agronomique, Poigny, France

Etudes
interventionnelles

- Survie de flores technologiques pendant la digestion (effet matrice protecteur) mais pas implantation
- Modulation possible du microbiote intestinal par la consommation de fromage et différencié selon le type de fromage

Encore trop peu d'études interventionnelles permettant d'évaluer l'impact des fromages sur le microbiote intestinal

INRAE

UNIVERSITÉ
Clermont
Auvergne

VetAgro
SUD

➤ Lait cru, fromage et immunomodulation

The protective effect of farm milk consumption on childhood asthma and atopy: The GABRIELA study

Georg Loss, MSc,^{a,b} Silvia Apprich, PhD,^c Marco Waser, PhD,^{a,b} Wolfgang Kneifel, PhD,^c Jon Genuneit, MD,^d Gisela Büchele, PhD,^d Juliane Weber, MD,^e Barbara Sozanska, MD,^f Hanna Danielewicz, MD,^f Elisabeth Horak, MD,^g R. J. Joost van Neerven, PhD,^h Dick Heederik, PhD,ⁱ Peter C. Lorenzen, PhD,^j Erika von Mutius, MD,^k Charlotte Braun-Fahrlander, MD,^{a,b} and the GABRIELA study group* Basel, Switzerland, Vienna and Innsbruck, Austria, Ulm, Munich, and Kiel, Germany, Wrocław, Poland, and Deventer and Utrecht, The Netherlands

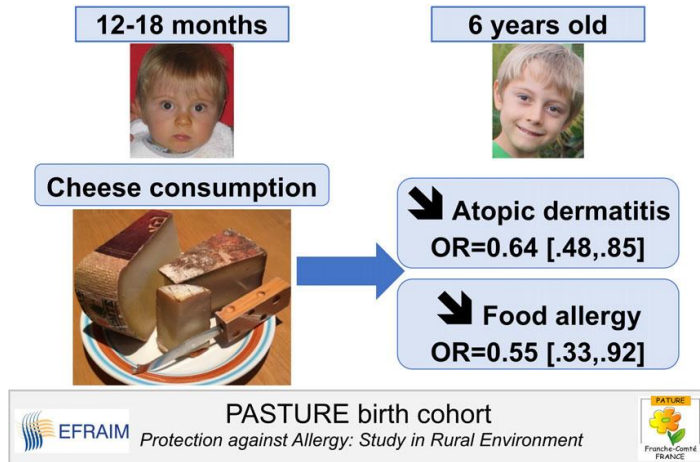
Consumption of unprocessed cow's milk protects infants from common respiratory infections

Georg Loss, PhD,^{a,b,c} Martin Depner, PhD,^a Laurien H. Ulfman, PhD,^d R. J. Joost van Neerven, PhD,^{d,e} Alexander J. Hose, MPH,^a Jon Genuneit, MD,^f Anne M. Karvonen, PhD,^g Anne Hyvärinen, PhD,^g Vincent Kaulek, PhD,^h Caroline Roduit, MD,^{i,j} Juliane Weber, MD,^k Roger Lauener, MD,^k Petra Ina Pfefferle, PhD, DrPH,^{l,m} Juha Pekkanen, MD, PhD,^{n,o} Outi Vaarala, MD, PhD,^o Jean-Charles Dalphin, MD, PhD,^p Josef Riedler, MD,^p Charlotte Braun-Fahrlander, MD,^{b,c} Erika von Mutius, MD,^{a,c} Markus J. Ege, MD,^{a,q} and the PASTURE study group* Munich, Ulm, and Marburg, Germany, Basel, Zürich, Davos, and St Gallen, Switzerland, Amersfoort and Wageningen, The Netherlands, Kuopio and Helsinki, Finland, Besançon, France, and Schwarzwach, Austria

- La consommation de lait cru protégerait les enfants de l'asthme, des allergies ou encore des infections respiratoires

Etudes épidémiologiques

Encore trop peu d'études centrées spécifiquement sur les fromages au lait cru



Allergy EUROPEAN JOURNAL OF ALLERGY AND CLINICAL IMMUNOLOGY

Nicklaus S, Divaret-Chauveau A, Chardon M-L, et al. ; Pasture Study Group. The protective effect of cheese consumption at 18 months on allergic diseases in the first 6 years. *Allergy*. 2018;00:1–11. <https://doi.org/10.1111/all.13650>

- La consommation de fromage protégerait les enfants de la dermatite atopique et des allergies alimentaires

➤ Fromage et impact nutritionnel

Composante biochimique

Les + de la matrice laitière:
protéines (caséines), lipides (AGPI),
minéraux (Ca, P), vitamines

Les + de la fermentation:
peptides bioactifs, vitamines

Les – de la matrice laitière et des
procédés technologiques:
lipides (AGS), sel

Les + des fromages au lait cru :
Propriétés de la matrice laitière préservées
(protéines, lipides, vitamines)

Fromages au
lait cru

Des études à construire pour
évaluer l'impact de fromages au lait
cru avec de multiples cibles?
Métabolisme lipidique et système
immunitaire?

Original Research Communications



Am J Clin Nutr 2018;108:1–8. Printed in USA. © 2018 American Society for Nutrition.

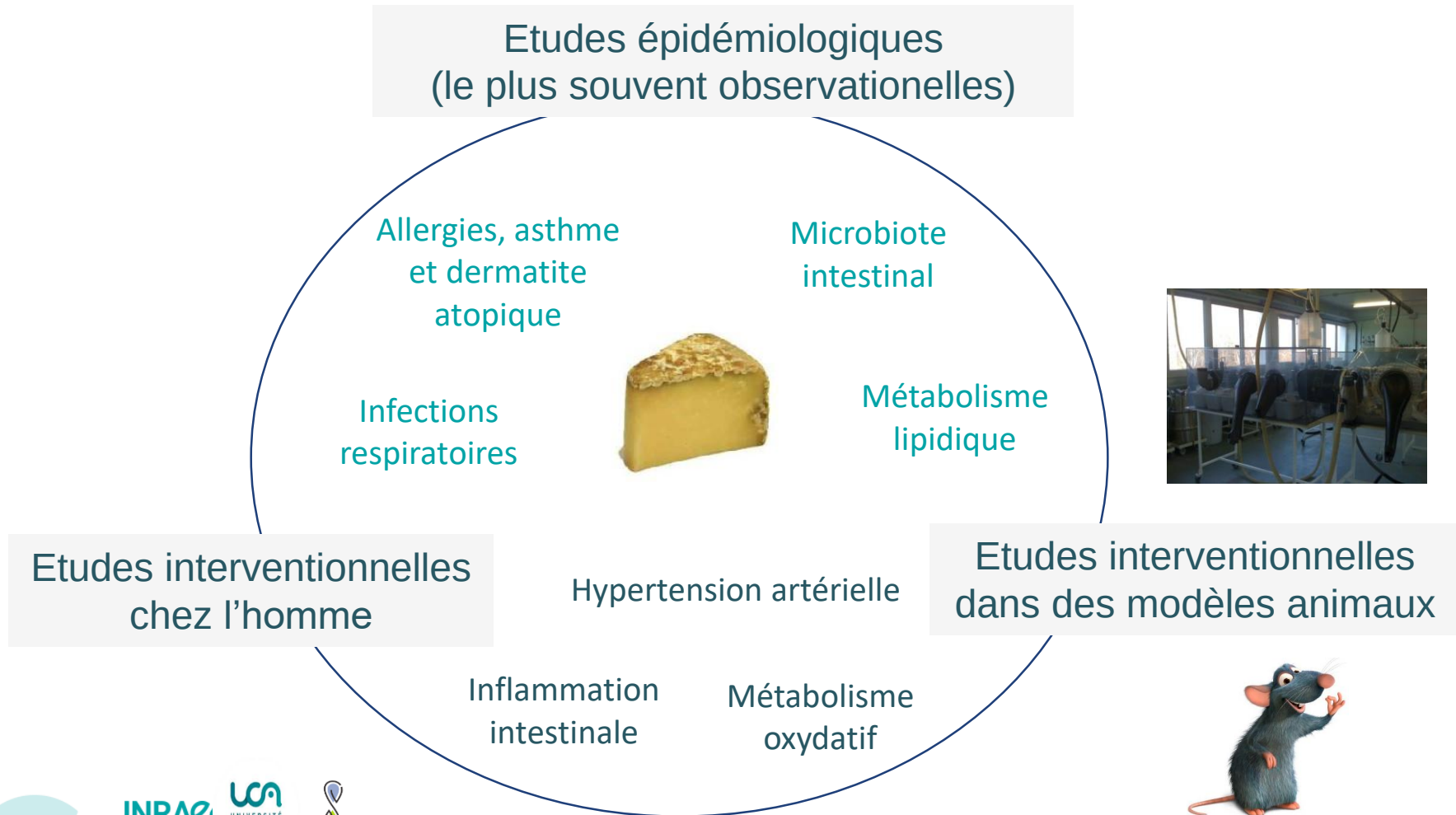
Dairy matrix effects: response to consumption of dairy fat differs when eaten within the cheese matrix—a randomized controlled trial

Emma L. Feeney,^{1,2} Rebecca Barron,^{1,2} Victoria Dible,^{1,2} Zita Hamilton,^{1,2} Yvonne Power,² Linda Tanner,² Cal Flynn,² Paul Bouchier,² Tom Beresford,^{2,3} Nessa Noronha,^{1,2} and Eileen R. Gibney^{1,2}

¹Institute of Food and Health, University College Dublin, Belfield, Dublin, Ireland; ²Food For Health Ireland (FHI), Dublin, Ireland; and ³Teagasc Food Research Centre, Cork, Ireland

- Les matières grasses laitières, consommées sous forme de fromage, semblent affecter différemment les lipides sanguins par rapport aux mêmes composants consommés dans différentes matrices, avec un taux de cholestérol total significativement plus bas observé lorsque tous les nutriments sont consommés dans une matrice de fromage

➤ Démonstration des impacts nutritionnels et santé des fromages au lait cru



➤ Unité Mixte de Recherche sur le Fromage UMRF 0545 UCA INRAE VetAgro Sup

INRAE
Aurillac



Université Clermont
Auvergne/ IUT
Aurillac



VetAgro Sup
Campus Agronomique
de Clermont-Ferrand



Merci pour votre attention!

