

# Impact de la nutrition sur le microbiote intestinal

Presented by:

**Prof. Méghit Boumédiène KHALED, PhD**

*Professor of Nutrition, UDL SBA*

*Head of (Lab-NuPABS) <https://www.lab-nupabs.com> – NuBSAL Team leader*

*Editor-in-Chief (Nor. Afr J of Food and Nutr Res – NAJFNR) <https://www.najfnr.com>*

*Associate Editor (Cell. Heliyon – Heliyon Clinical Research)*



# Plan de présentation

## 1. Introduction

- Définition et composition du microbiote intestinal (MI)
- Fonctions clés du MI
- Facteurs influençant la composition du MI

## 2. Impact de la Nutrition sur le Microbiote Intestinal

- Substrats alimentaires et leur influence
- Régimes alimentaires et MI

## 3. MI et pathologies en Médecine Interne

- Maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI)
- Syndrome de l'intestin irritable
- Obésité et syndrome métabolique
- DT2, MCV

## 4. Applications Cliniques et Perspectives Thérapeutiques

- Probiotiques, Prébiotiques, Symbiotiques
- Interventions nutritionnelles personnalisées, utilisation de l'IA

## 5. Conclusion

# **1. Introduction**

## Définition et composition

L'intestin humain comprend les membres des 3 domaines de la vie sur terre –

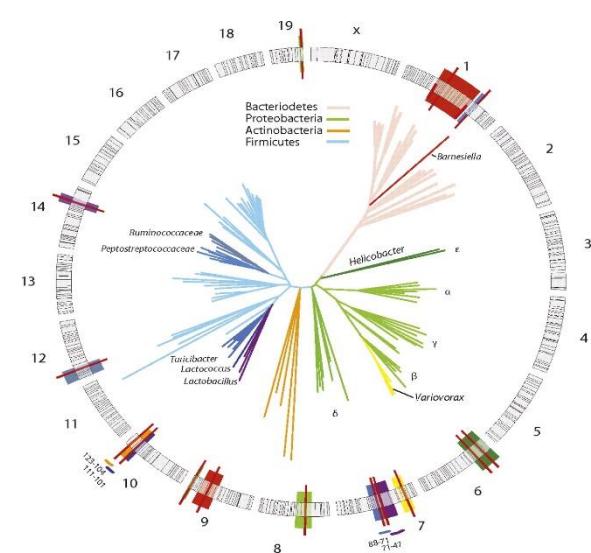
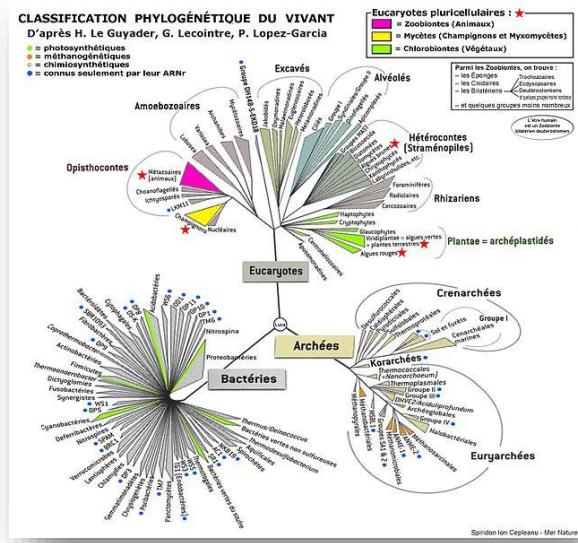
- Bacteria,
  - Archaea,
  - Eukarya

Finegold et al. (1983)

Les **bactéries** dominent cet écosystème où > 90 % des phylotypes sont membres de deux des dix phylums bactériens identifiés à ce jour.

- Bacteroidetes
  - Firmicutes
  - Proteobacteria
  - Actinobacteria

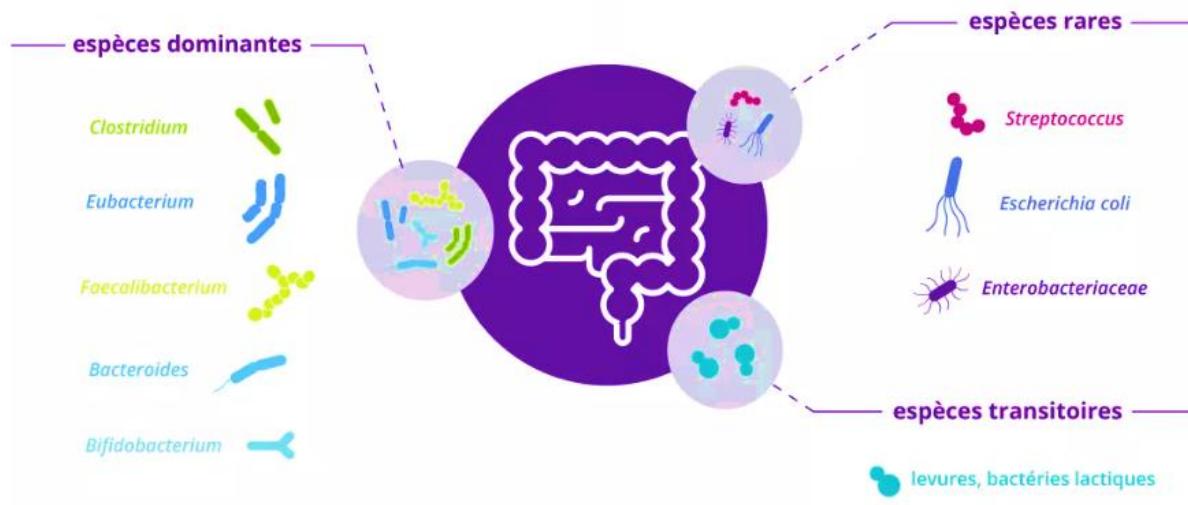
(Backhed *et al.* 2005 Turroni *et al.* 2008 Zoetendal *et al.* 2006).



# Microbiote Intestinal ?

Ensemble de bactéries qui peuplent notre tube digestif. Les liens fonctionnels qui unissent l'organisme humain et les micro-organismes qu'il héberge sont le fruit d'une longue coévolution.

- 100 000 000 000 de micro organismes
- X 10 cellules du corps humain
- 500 à 1000 espèces
- **10<sup>8</sup>** gènes soit X 150 le génome humain
- > 2 Kg (Un organe à part entière)



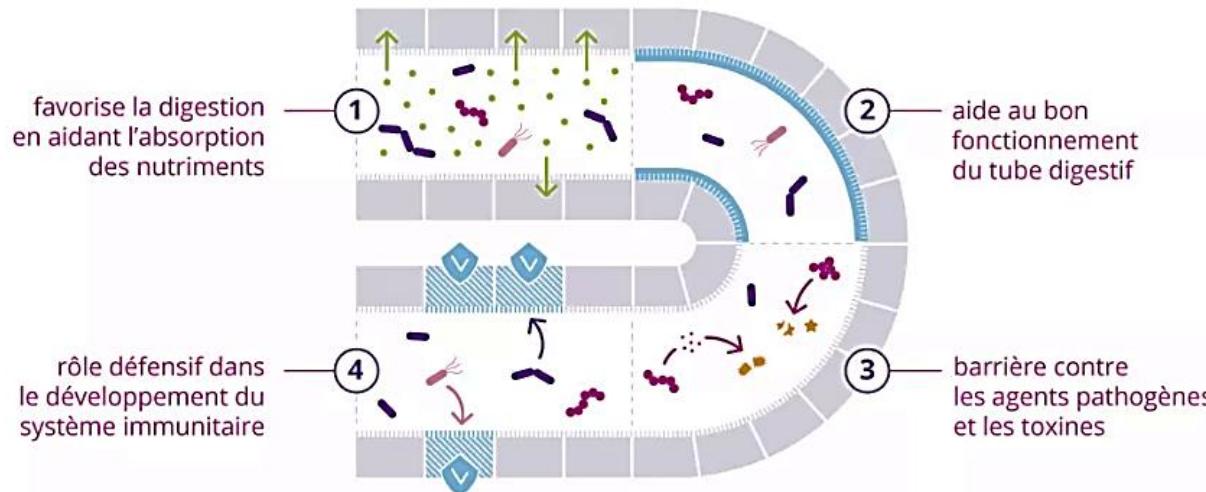
## The intestinal microbiome: A separate organ inside the body with the metabolic potential to influence the bioactivity of botanicals

For many years, it was believed that the main function of the large intestine was the resorption of water and salt and the facilitated disposal of waste materials.

Nowadays it is clear that the complex microbial ecosystem in our intestines should be considered as a separate organ within the body, with a metabolic capacity which exceeds the liver with a factor 100.

Keywords:  
Polyphenols  
Gut bacteria  
Phytoestrogens  
Bioavailability  
Degradation

intestine. Nowadays it is clear that the complex microbial ecosystem in our intestines should be considered as a separate organ within the body, with a metabolic capacity which exceeds the liver with a factor 100. The intestinal microbiome is therefore closely involved in the first-pass metabolism of dietary compounds. This is especially true for botanical supplements, which are now marketed for various health applications. Being of natural origin, their structural building blocks, such as polyphenols, are often highly recognized by the human and especially the intestinal microbial metabolism machinery. Intensive metabolism results in often low



# Fonctions clés

- Utilisation des glucides non digestibles
- Fermentation des fibres alimentaires non digestibles
- Conversions anaérobies des peptides et des protéines, permettant la récupération d'énergie métabolique pour l'hôte

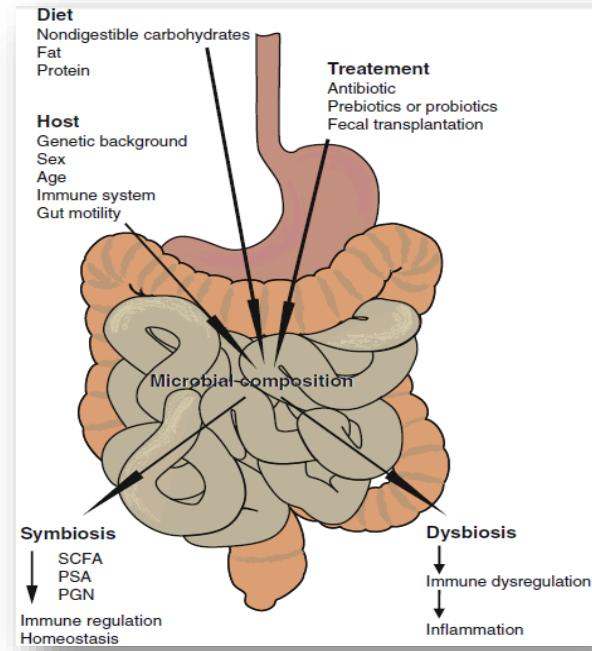
(Xu and Gordon 2003; Acheson and Luccioli 2004)

# Facteurs influençant le MI

- Génétique de l'hôte (**Max. 12 %**);
- Mode de délivrance;
- Antibiotiques, anti-inflammatoires
- Stress, sport intensif, etc.
- **Alimentation (57 %)**

- Au cours des premiers stades de la vie, l'effet de l'alimentation (lait maternel ou artificiel) influence considérablement le schéma de colonisation.
  - ✓ Dominée par les bifidobactéries et les bactéries lactiques
- L'introduction d'aliments solides dans l'alimentation du nourrisson entraîne une modification importante de la composition du microbiote intestinal.

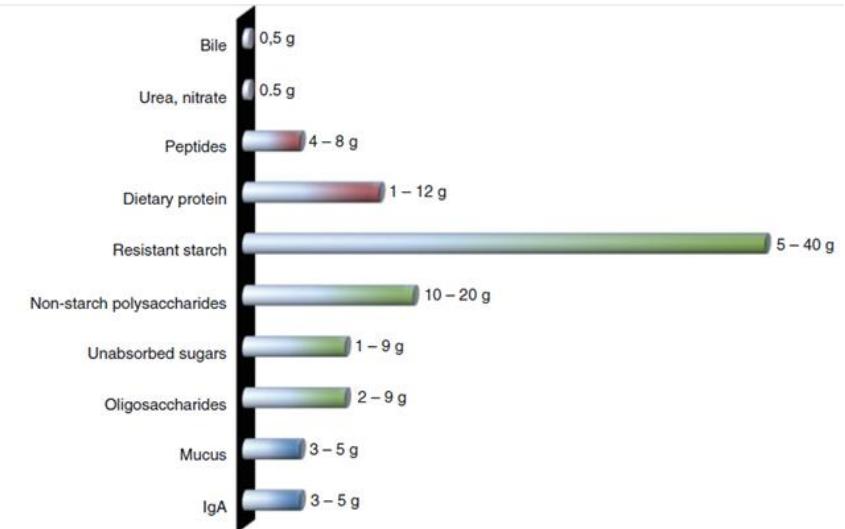
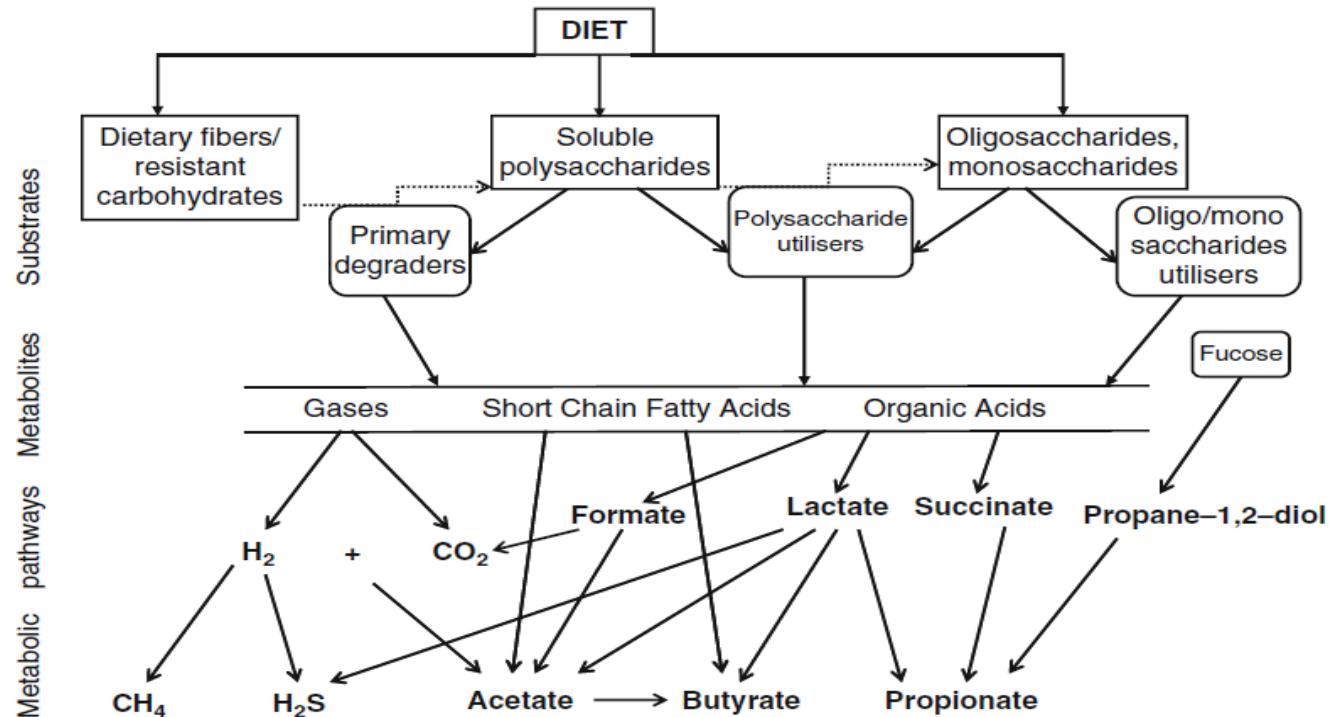
## Facteurs influençant la composition du MI



(Koenig et al. 2011; Palmer et al. 2007).

## 2. Impact de la Nutrition sur le MI

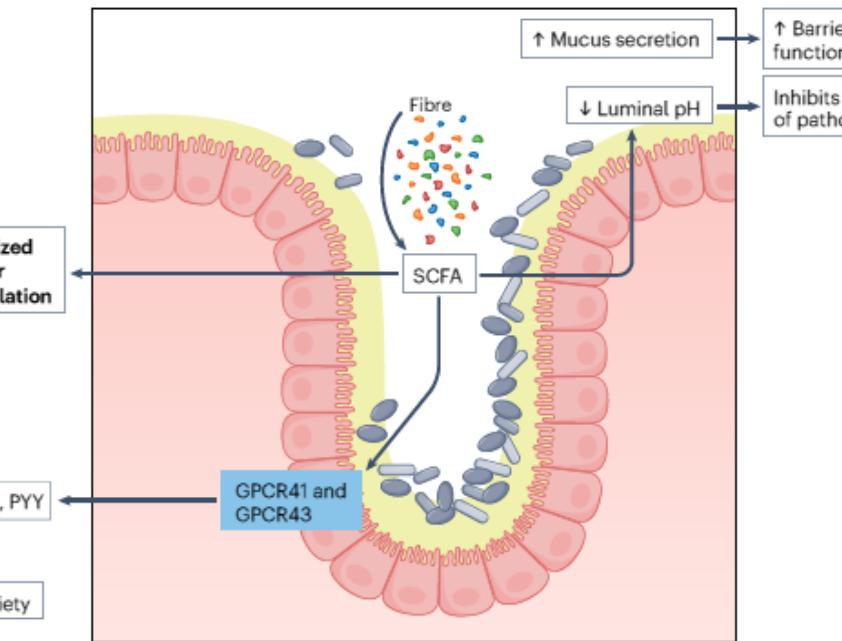
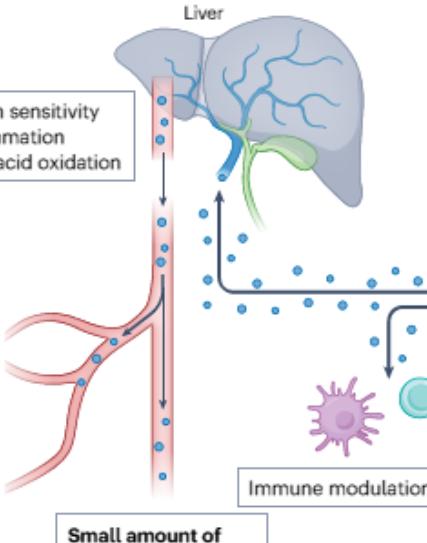
# Substrats alimentaires et leur influence



# Alimentation / Diet

## Facteurs influençant la composition du MI

a Fibre



- Arrivées dans l'intestin, les FA → fermentation (MI), → AGCC (SCFA): ex. l'acétate, le propionate et le butyrate.
- Effets en aval des AGCC non métabolisés (NM-SCFA) entrant dans la circulation portale (effets bénéfiques sur la santé de l'hôte).
- ↗ GLP1 et le PYY → ↘ vidange gastrique ↗ satiété.

*Le métabolisme des fibres alimentaires par le MI entraîne une cascade d'effets bénéfiques sur la santé humaine, notamment*

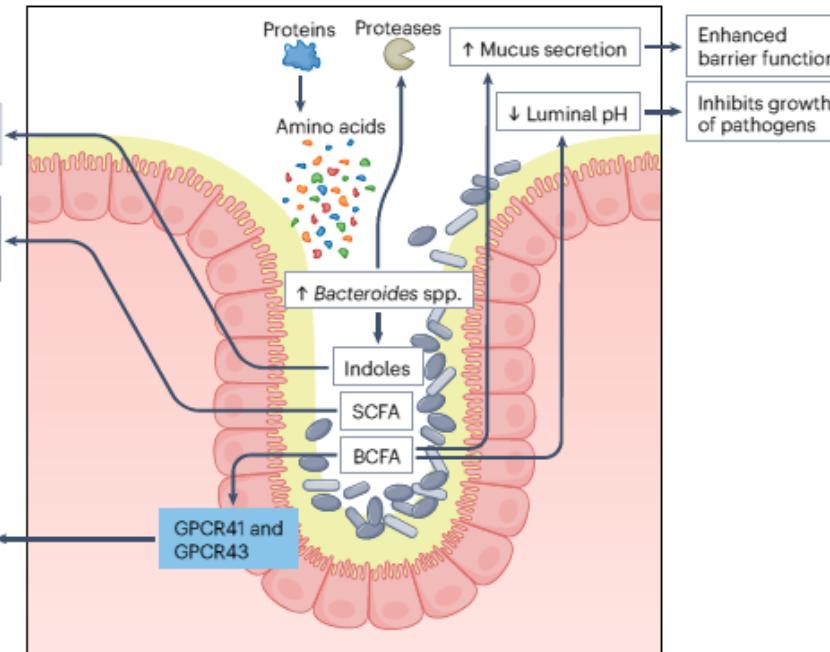
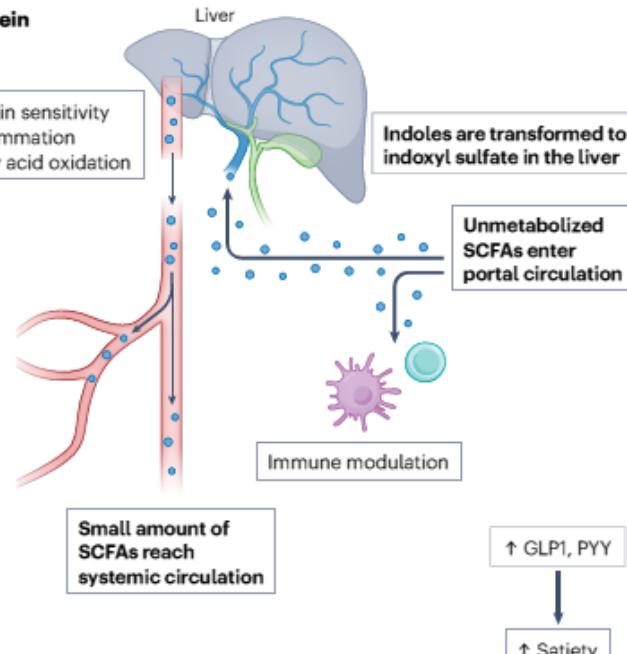
- *Amélioration de la sensibilité à l'insuline et de l'oxydation des acides gras*
- *Ainsi qu'une réduction de l'inflammation.*

**Fig. 6 |** Impact des fibres alimentaires sur la santé humaine. Décomposition des fibres alimentaires par le MI

## Facteurs influençant la composition du MI

# Alimentation / Diet

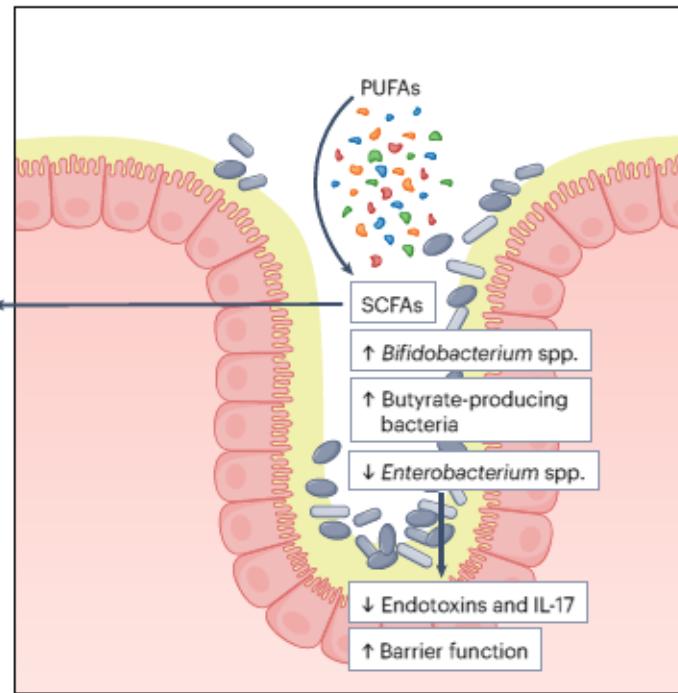
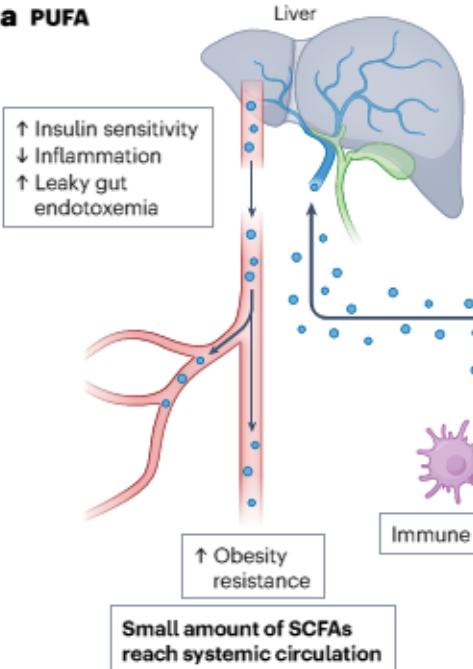
b Protein



- Arrivées dans l'intestin, les Prot → métabolisées (MI), ↗ *Bactéroides*
- ↗ SCFA, BCFA et indoles.
- ↗ GLP1 et le PYY → ↘ vidange gastrique ↗ satiété.

**Fig. 6 |** Impact des protéines alimentaires sur la santé humaine. Décomposition des protéines alimentaires par le MI

# Alimentation / Diet

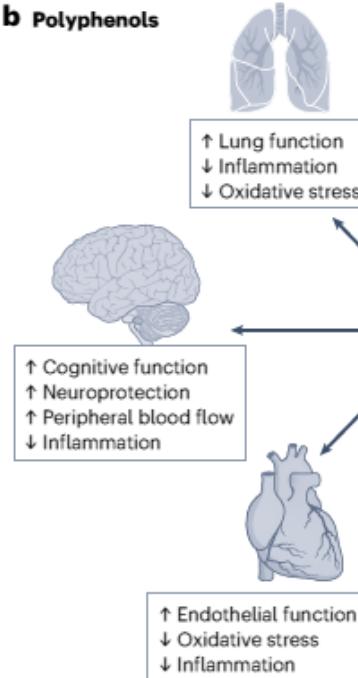


## Facteurs influençant la composition du MI

- Arrivées dans l'intestin, les AGPI → métabolisées (MI), ↗ *Bifidobacterium spp.* + *Butyrate producing bacteria*  
↘ *Enterobacterium spp.* pro-inflammatoires
- ↗ SCFA ↘ Inflammation (Endotoxines et IL-17)
- ↗ GLP1 et le PYY → ↘ vidange gastrique ↗ satiété.

**Fig. 7 |** Impact des AGPI (PUFA) sur la santé humaine. Décomposition des AGPI par le microbiote intestinal

# Alimentation / Diet



## Facteurs influençant la composition du MI

- Arrivées dans l'intestin, les polyphénols → métabolisées (MI), ↗ métabolites microbiens bioactifs
- ↗ *Bifidobactériums, Akkermansia et Lactobacillus*
  - ✓ Maintien de la fonction de barrière intestinale;
  - ✓ Régulation du système immunitaire
  - ✓ Promotion de l'homéostasie intestinale
  - ✓ Inhibition de la croissance des bactéries pathogènes.
- Effets anti-inflammatoires et antioxydants

**Fig. 8 |** Impact des polyphénols sur la santé humaine. Décomposition des AGPI par le microbiote intestinal

## Alimentation / Diet

L'alimentation joue un rôle essentiel dans la composition, la fonction et la diversité du microbiome intestinal. Différents régimes alimentaires ont un impact profond sur la stabilité, la fonctionnalité et la diversité de la communauté microbienne intestinale.

Nature Reviews / Microbiology 2024

<https://doi.org/10.1038/s41579-024-01068-4>

Des études ont montré que les régimes alimentaires à court et à long terme modifient la composition et la fonctionnalité du microbiote intestinal, démontrant ainsi le pouvoir de l'alimentation sur la santé humaine.

David, L. A. et al. Nature 505, 559–563 (2014)

Bourdeau-Julien, I. et al. Microbiome 11, 26 (2023)

# Alimentation / Diet

Modifications des **taxons bactériens** associées à chaque régime et leurs effets sur la **production de métabolites**.

**MD:** ↗ *Faecalibacterium spp.* (≈5% MI) G+

↗ SCFA ↘ Molécules anti-inflammatoires

**HFD:** ↗ *Prevotella (G-)* et *Faecalibacterium spp.* + *Bifidobacterium*

↗ SCFA ↘ Temps de transit colique

**PBD:** ↗ *Prevotella et Akkermansia*

↗ SCFA ↗ Polyphénols

**HPD:** ↗ *Bacteroidetes et Fusobacterium*

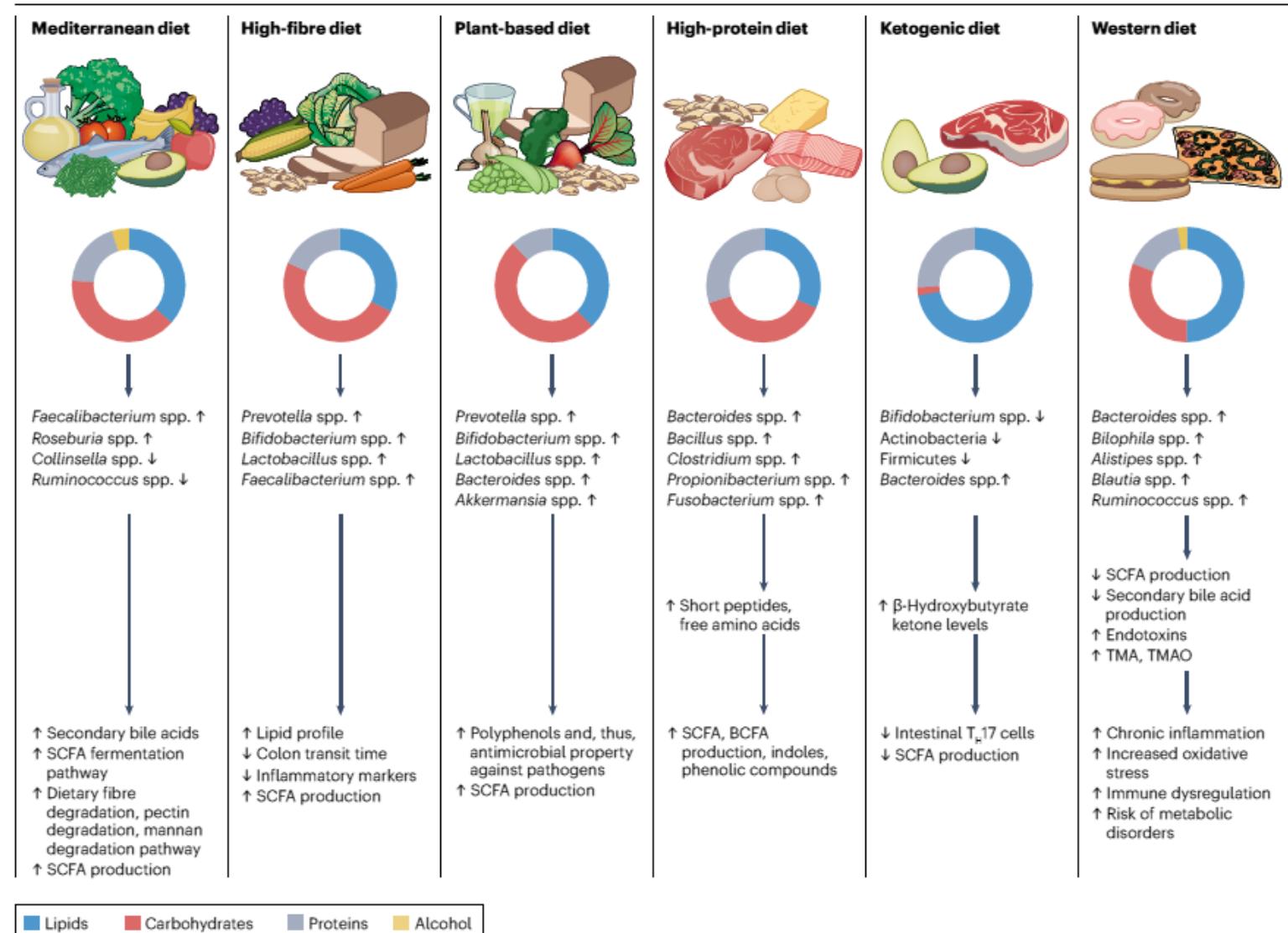
↗ BCFA ↗ Indoles, Peptides courts

**KD:** ↘ *Firmicutes et Actinobacteria*

↗ Cétones

**WD:** ↗ *Blautia, Bacteroides et Ruminococcus*

↗ Inflammation chronique, Endotoxines, Désordre métabolique



**Fig. 5 |** Composition en macronutriments des régimes alimentaires complets et leur effet sur le microbiote intestinal

## Facteurs influençant la composition du MI

# 1. Mediterranean Diet (MD)

Le MD est devenu la référence en matière de médecine préventive et de promotion de la santé.

✓ Considéré comme l'un des modèles alimentaires les plus sains au monde. Il repose généralement sur la consommation quotidienne de:

- fruits et légumes
- aliments végétaux entiers non transformés
- céréales complètes, de légumineuses, de noix, de poisson, de viandes blanches
- huile d'olive et de produits laitiers
- et une faible consommation de viande rouge

Deux études d'intervention ont associé le régime méditerranéen à des caractéristiques taxonomiques spécifiques:

### *Firmicutes*

- ↗ *Faecalibacterium prausnitzii* et de *Roseburia spp.*, bénéfiques pour la santé  
↘ *Ruminococcus gnavus* \*, *Collinsella aerofaciens* et *Ruminococcus torques* \*\*

→ ↗ AGCC (SCFA)

Ghosh, T. S. et al.. *Gut* 69, 1218–1228 (2020)  
Meslier, V. et al.. *Gut* 69, 1258–1268 (2020)

\* Associated with Crohn's disease + produces an inflammatory polysaccharide





# nature medicine

Article | Published: 11 February 2021

## The gut microbiome modulates the protective association between a Mediterranean diet and cardiometabolic disease risk

<https://doi.org/10.1038/s41591-020-01223-3>

### Facteurs influençant la composition du MI

307 sujets masculins disposant d'informations alimentaires à long terme

Le MD était associé à 36 voies fonctionnelles:

- ↗ AGCC (SCFA): Fibres alimentaires
- ↗ D-fructuronate: Pectine
- ↗ Mannane: Hémicellulose

l'adhésion au MD et la réduction du risque de MCV étaient nettement plus prononcées chez les personnes présentant des taux plus faibles de *Prevotella copri*



**BMJ Journals**

294 subjects Obesity/Dislipidemia

Improved MD (green-Mediterranean (MED) diet) → Consommation accrue d'aliments d'origine végétale et une consommation réduite de viande rouge

- ↗ *Prevotella spp.*
- ↘ *Bifidobacterium spp.*
- ↗ Enzymes dégradant les acides aminés à chaîne ramifiée (BCAA)
- ↗ Modifications positives du poids corporel et des indicateurs cardiométaboliques

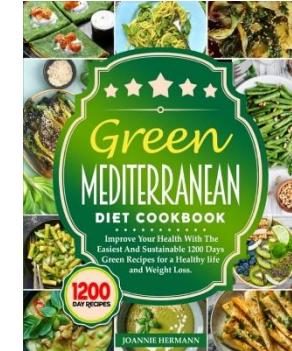


Original research

## Effect of green-Mediterranean diet on intrahepatic fat: the DIRECT PLUS randomised controlled trial

<http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323106>

Facteurs influençant la composition du MI



## 2. High Fiber Diet (HFD)

FA: Importantes pour la santé humaine.

- ↓ Prise de poids à long terme (*reduce Long term weight gain*)
- ↓ Consommation FD → ↑ DMT2 and CRC risk

Une alimentation riche en fibres:

- ↗ *Lactobacillus spp.* et *Bifidobacterium spp.* bénéfiques pour la santé

Chez les individus en surpoids: +++++ oligosaccharides d'arabinoxylane

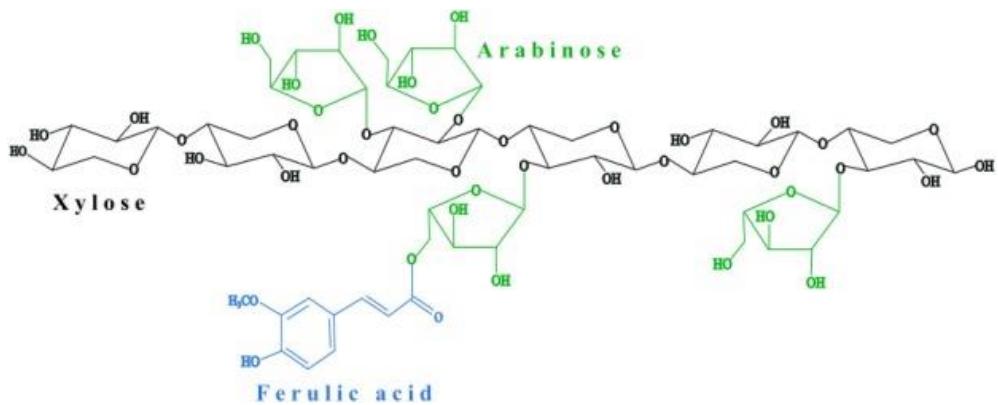
- ↗ *Prevotella spp.* *Eubacterium rectale* (Butyrate synthesis)
- ↗ +++++ modifications favorables du profil métabolomique

$\beta$ -glucane de haut PM dérivé de l'avoine

- ↓ Firmicutes, marqueurs de risque de MCV
- ↑ Bacteroidetes

Amidon résistant (AR) de type IV

- ↑ Butyrate, propionate (source d'énergie pour les colonocytes, assure des propriétés anti-inflammatoires par l'intermédiaire des cellules intestinales (macrophages et cellules dendritiques)



### 3. Keto Diet (KD)

Très faible en glucides, modérément riche en protéines et riche en graisses, reproduisant les réponses métaboliques observées pendant le jeûne

↑ Corps cétoniques (*Ketone bodies*)

Régime riche en graisses:

↗ Firmicutes ↘ Bacteroidetes

Régime cétonique (KD): Study 4 weeks / 17 overweight individuals

↘ Firmicutes ↗ Bacteroidetes

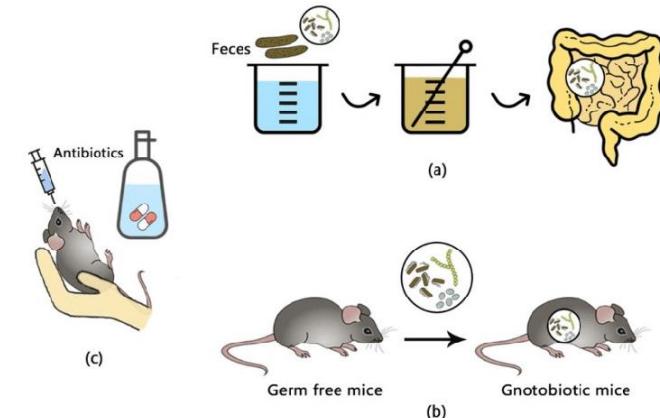
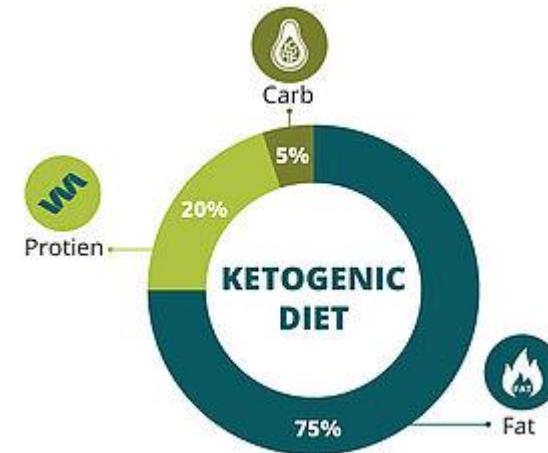
↘ 19 espèces de *Bifidobacterium* bénéfiques ont diminué

↗  $\beta$ -hydroxybutyrate ( $\beta$ HB)

Transplantation de MB fécal de donneurs humains nourris au KD chez des souris axéniques

↘ Gut TH17 cells (inflammatory process)

Facteurs influençant la composition du MI



Zhu, H. et al. *Signal Transduct. Target. Ther.* 7, 11 (2022).  
Ang, Q. Y. et al. *Cell* 181, 1263–1275.e16 (2020).

## 4. Western Diet (WD)

Teneur élevée en calories et est enrichi en protéines animales, graisses saturées, sucres simples et aliments ultra-transformés, avec des quantités insuffisantes de fibres, de fruits et de légumes.

- ↓ Microbial diversity
- ↓ AGCC (SCFA)

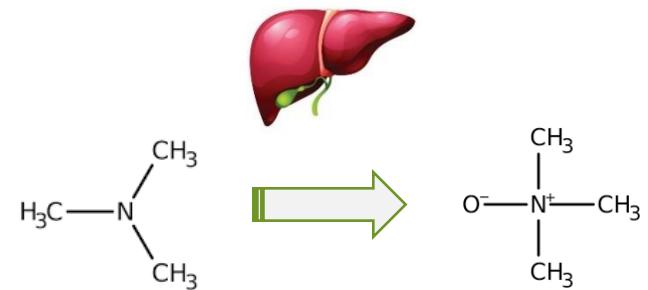
Choline et carnitine → Triméthylamine → Triméthylamine N-oxide (TMAO; Foie)

Les aliments transformés contiennent une variété d'additifs, de conservateurs et d'émulsifiants

Ex. Saccharine, Sucralose et Aspartame → ---- diversité microbienne à long terme

Les colorants alimentaires artificiels, Certains conservateurs, comme le nitrate de sodium

- ↑ Chronic inflammation
- ↑ NCDs, Obesity, etc.



Filippou, C. D. et al. *Adv. Nutr.* 11, 1150–1160 (2020).



## Facteurs influençant la composition du MI

# 5. Global Diets (GDs)

Teneur élevée en calories et est enrichi en protéines animales, graisses saturées, sucres simples et aliments ultra-transformés, avec des quantités insuffisantes de fibres, de fruits et de légumes.

- ↓ Microbial diversity
- ↓ AGCC (SCFA)

Choline et carnitine → Triméthylamine → Triméthylamine N-oxide (TMAO; Foie)

Les aliments transformés contiennent une variété d'additifs, de conservateurs et d'émulsifiants

Ex. Saccharine, Sucralose et Aspartame → ---- diversité microbienne à long terme

Les colorants alimentaires artificiels, Certains conservateurs, comme le nitrate de sodium

↑ Chronic inflammation



# 5. Global Diets (GDs)

**Cell Host & Microbe**

CellPress  
OPEN ACCESS

**Article**

## Enterosignatures define common bacterial guilds in the human gut microbiome

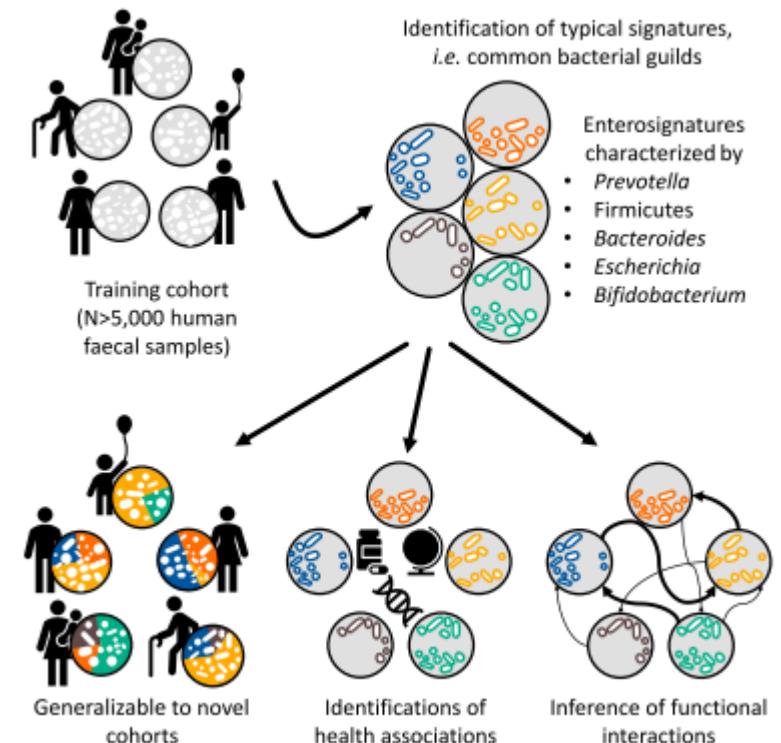
Clémence Frioux,<sup>1,2,3,\*</sup> Rebecca Ansorge,<sup>1,2</sup> Ezgi Özkurt,<sup>1,2</sup> Chabname Ghassemi Nedjad,<sup>3</sup> Joachim Fritscher,<sup>1,2</sup> Christopher Quince,<sup>1,2</sup> Sebastian M. Waszak,<sup>4,5,6</sup> and Falk Hildebrand<sup>1,2,7,\*</sup>

<https://doi.org/10.1016/j.chom.2023.05.024>

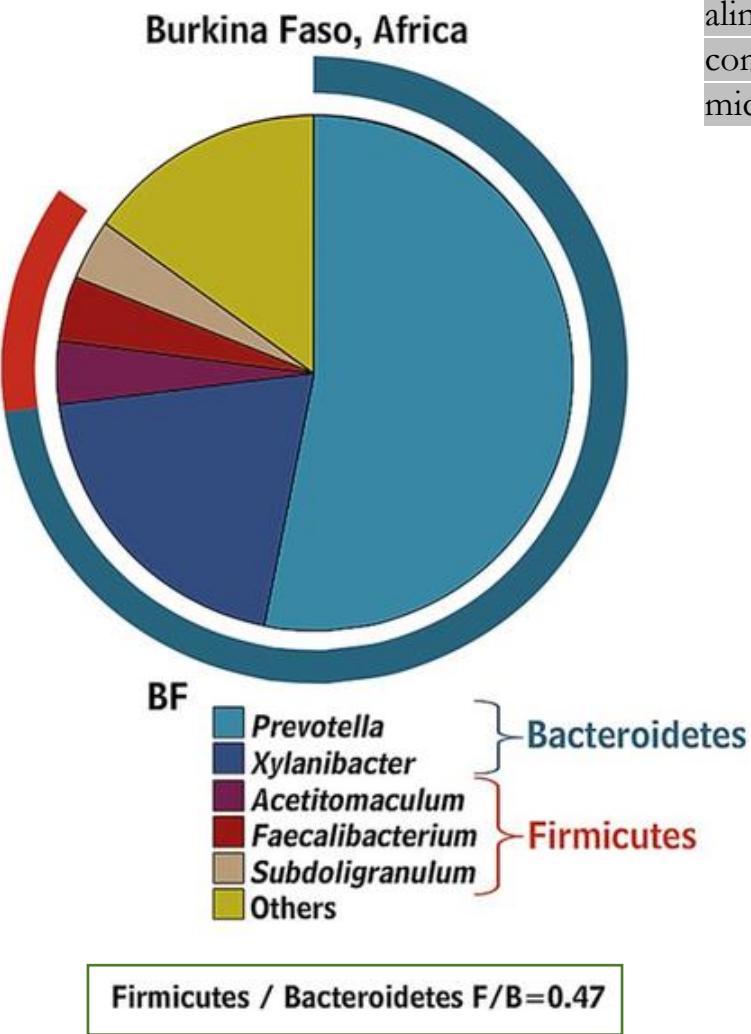
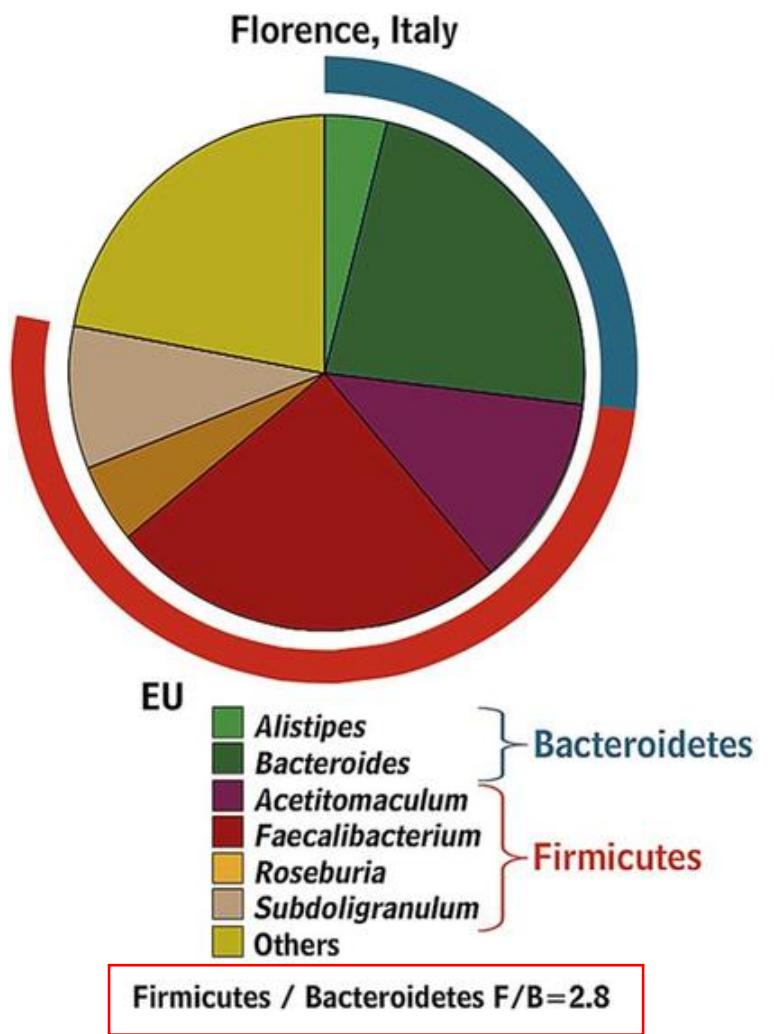
5 230 métagénomes intestinaux, indiquant:

- Les membres des genres *Bacteroides* et *Prevotella* ainsi que l'embranchement *Firmicutes* sont les entérosignatures dominantes des **populations occidentales**
- Les populations **non occidentales** présentent principalement des entérosignatures *Prevotella spp.* et *Firmicutes*, avec une présence minimale de *Bacteroides spp.*,

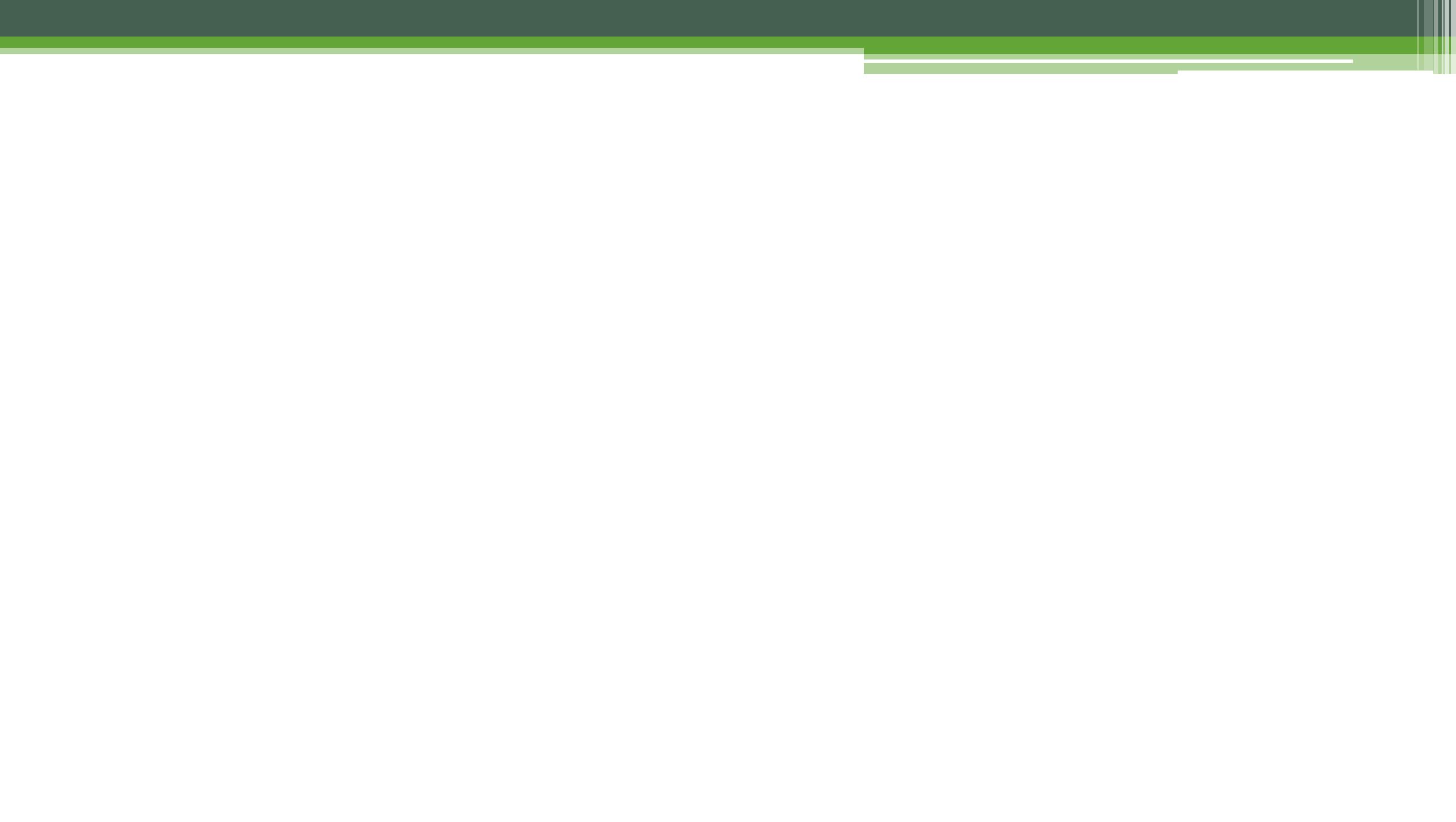
les aliments ultra-transformés et les habitudes alimentaires, ainsi que d'autres facteurs tels que l'hygiène, l'utilisation d'antibiotiques et le niveau d'activité physique, peuvent contribuer à ces disparités.



Les pays industrialisés adhèrent généralement à un régime alimentaire de type occidental



Non industrialisées privilégient une alimentation variée et végétale complète, préservant ainsi un microbiote intestinal riche

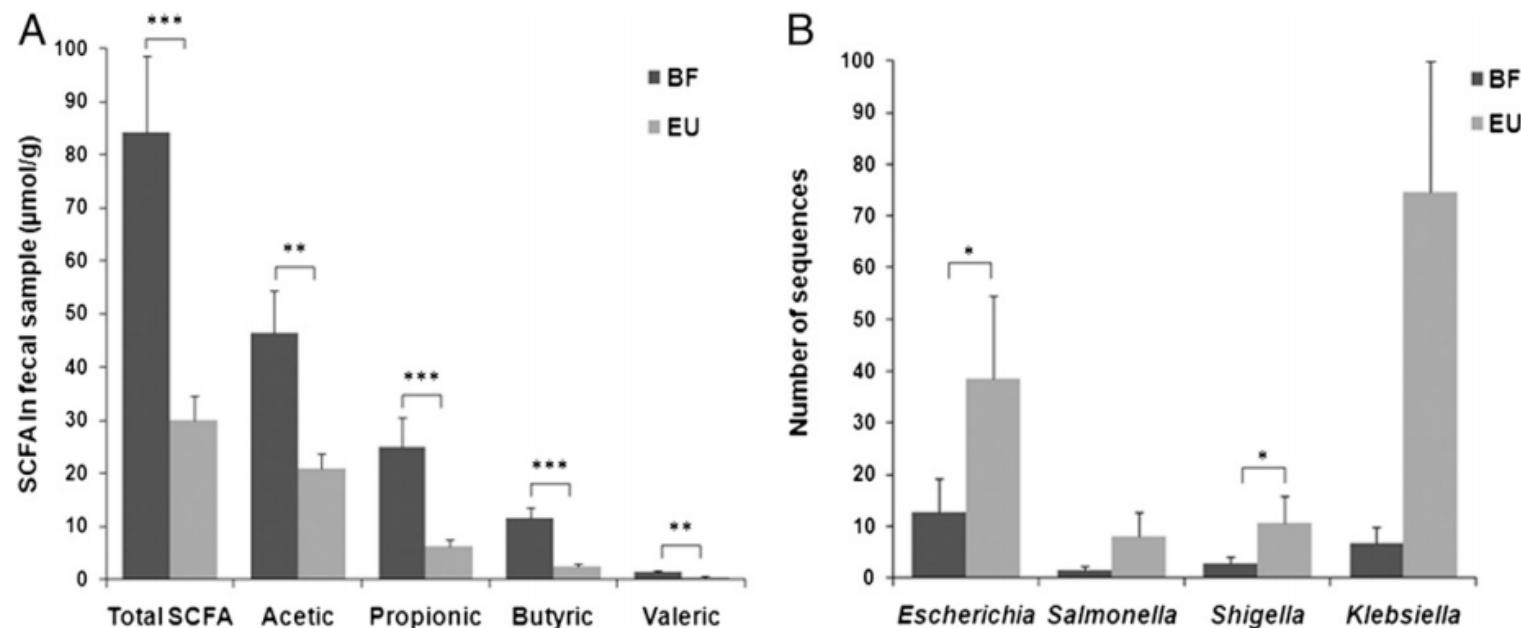


# Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa

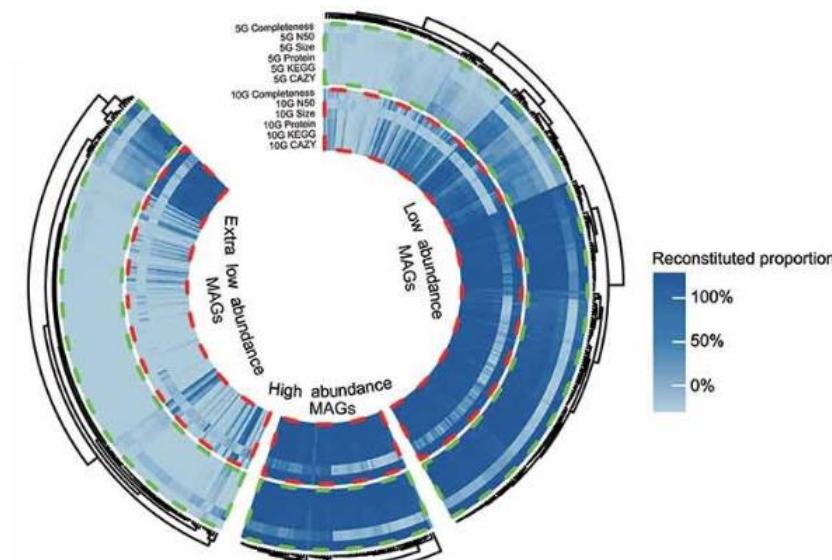
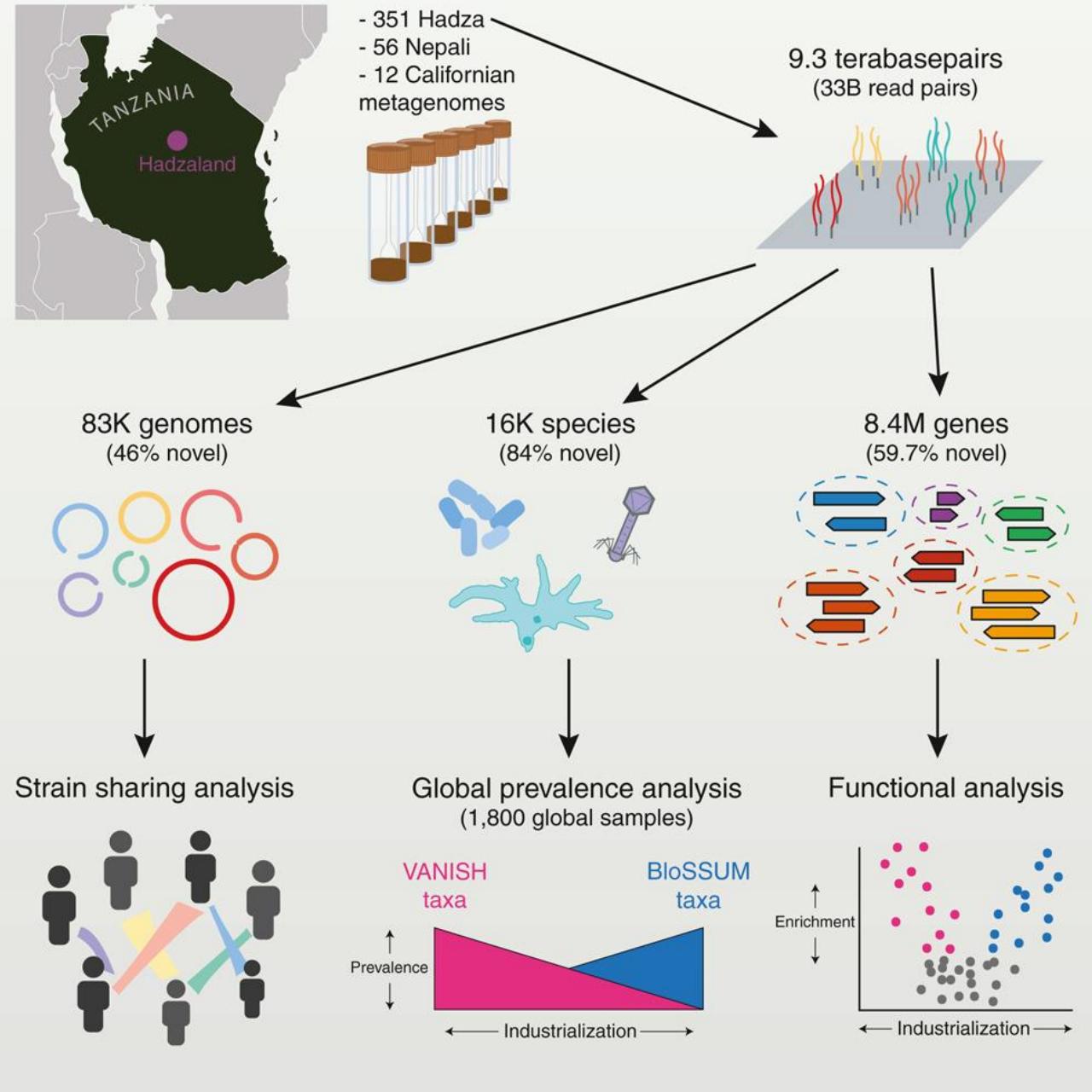
Carlotta De Filippo<sup>a</sup>, Duccio Cavalieri<sup>a</sup>, Monica Di Paola<sup>b</sup>, Matteo Ramazzotti<sup>c</sup>, Jean Baptiste Poulet<sup>d</sup>, Sébastien Massart<sup>d</sup>, Silvia Collini<sup>b</sup>, Giuseppe Pieraccini<sup>e</sup>, and Paolo Lionetti<sup>b,1</sup>

<sup>a</sup>Department of Preclinical and Clinical Pharmacology, University of Florence, 50139 Firenze, Italy; <sup>b</sup>Department of Pediatrics, Meyer Children Hospital, University of Florence, 50139 Firenze, Italy; <sup>c</sup>Department of Biochemical Sciences, University of Florence, 50134 Firenze, Italy; <sup>d</sup>DNA Vision Agrifood S.A., B-4000 Liège, Belgium; and <sup>e</sup>Centro Interdipartimentale di Spettrometria di Massa, University of Florence, 50139 Firenze, Italy

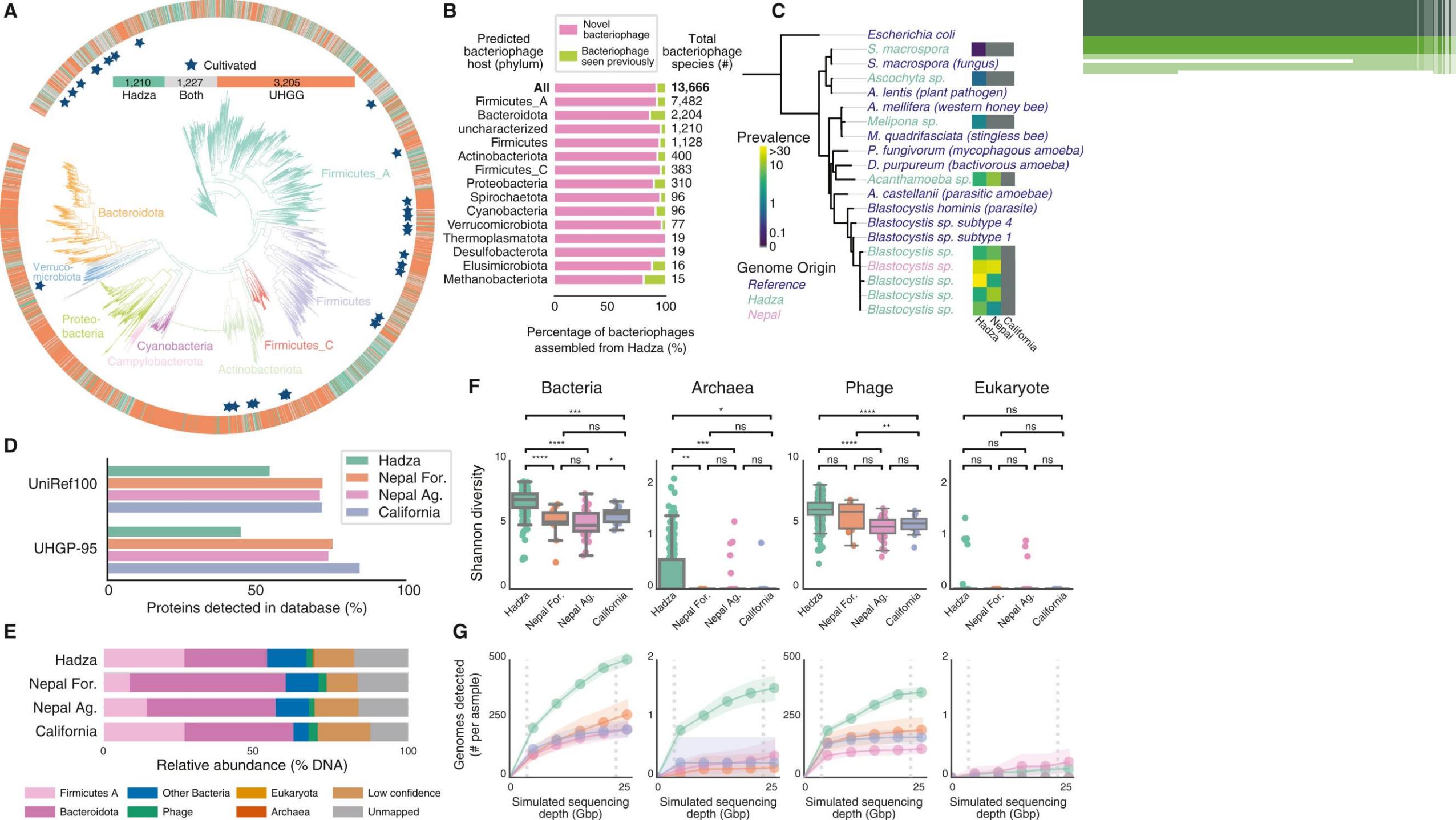
Edited\* by Daniel L. Hartl, Harvard University, Cambridge, MA, and approved June 30, 2010 (received for review April 29, 2010)



**Fig. 3.** SCFA-producing bacteria could help to prevent establishment of some potentially pathogenic intestinal bacteria. (A) Quantification of SCFAs in fecal samples from BF and EU populations by SPME-GC-MS. (B) Number of sequences relative to principal *Enterobacteriaceae* genera, in BF and EU children microbiota. Mean values ( $\pm$ SEM) are plotted. Asterisks indicate significant differences (one-tailed Student *t* test of all data points: \* $P < 0.05$ ; \*\* $P \leq 0.01$ ; \*\*\* $P \leq 0.001$ ).



Un séquençage métagénomique ultra-profond a révélé que le microbiote intestinal des Hadzas comprenait **730** espèces bactériennes, surpassant les **436**, **317** et **277** espèces trouvées respectivement chez les populations **agraires népalaises**, les **cueilleurs népalais** et les **populations californiennes**.



### **3. MI et pathologies en Médecine Interne**



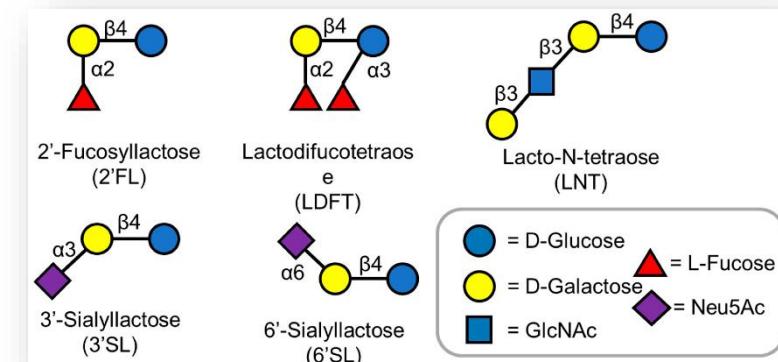
# Maternal diet and GM

Le lait maternel est une source de nombreux composés bioactifs, notamment les HMO, les immunoglobulines G (IgG), les cellules immunitaires et les microARN (miARN), dont certains peuvent influencer le microbiote intestinal du nourrisson.

Vatanen, T. et al.. *Cell* 185, 4921–4936.e15 (2022).

- ↑ marqueurs d'inflammation ex. calprotectine fécale et la β-défensine 2 (maturation immunitaire)
- ↓ Cytokines sériques pro-inflammatoires
- ↑ *B breve, B bifidum, B longum, B. infantis et B pseudocatenulatum* (HMO)
  - ✓ HMO fonctionnent comme des prébiotiques, protégeant les nourrissons des infections, favorisant le développement cérébral et la barrière muqueuse, réduisant la perméabilité intestinale et exerçant des effets immunomodulateurs.
  - ✓ AGCC (SCFA) : source d'énergie

Vatanen, T. et al.. *Cell* 185, 4921–4936.e15 (2022).



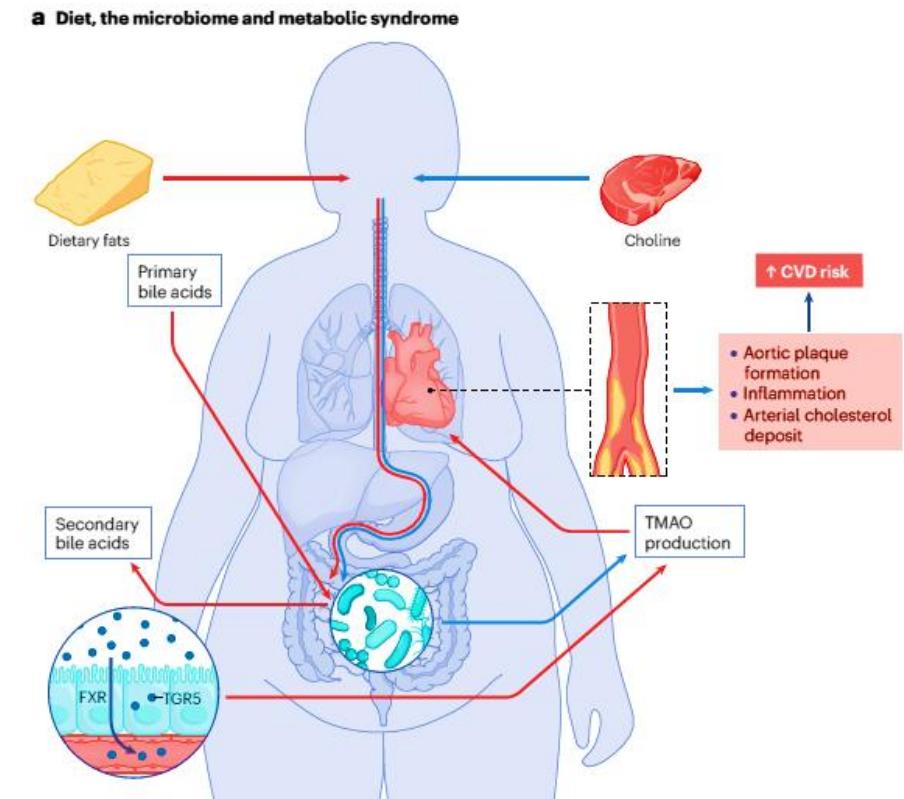
# GM et troubles métaboliques

Le microbiote intestinal joue un rôle clé dans la régulation du métabolisme de l'hôte. Certaines modifications de la composition microbienne et une diversité réduite sont liées à une augmentation de plusieurs troubles métaboliques

Turnbaugh, P. J. et al.. *Nature* 444, 1027–1031 (2006).

- ↑ Le MI est dominé par les *Firmicutes* et les *Bacteroidetes*, et leur proportion accrue a été associée à l'obésité, accompagnée + ↘ diversité microbienne

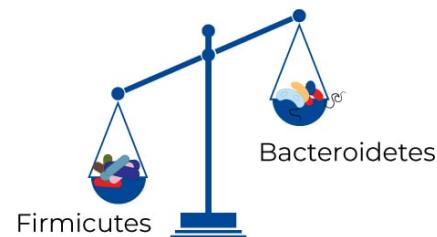
Vatanen, T. et al.. *Cell* 185, 4921–4936.e15 (2022).



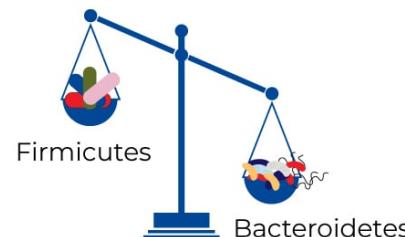
## GM & Obesity/Overweight

# GM & Obesity/Overweight

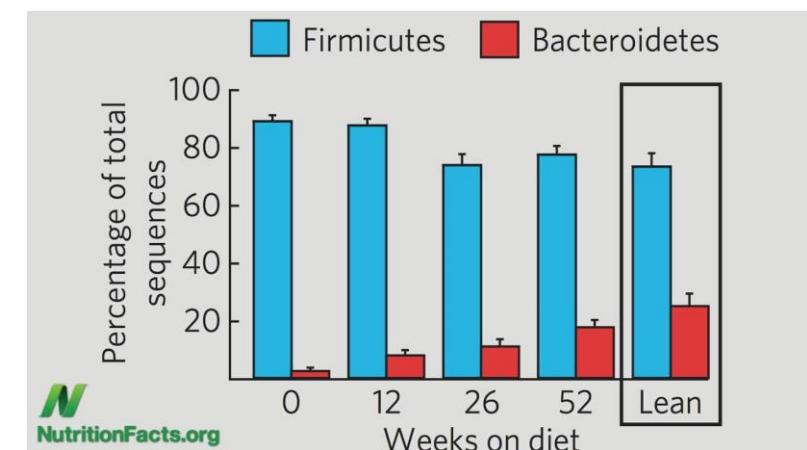
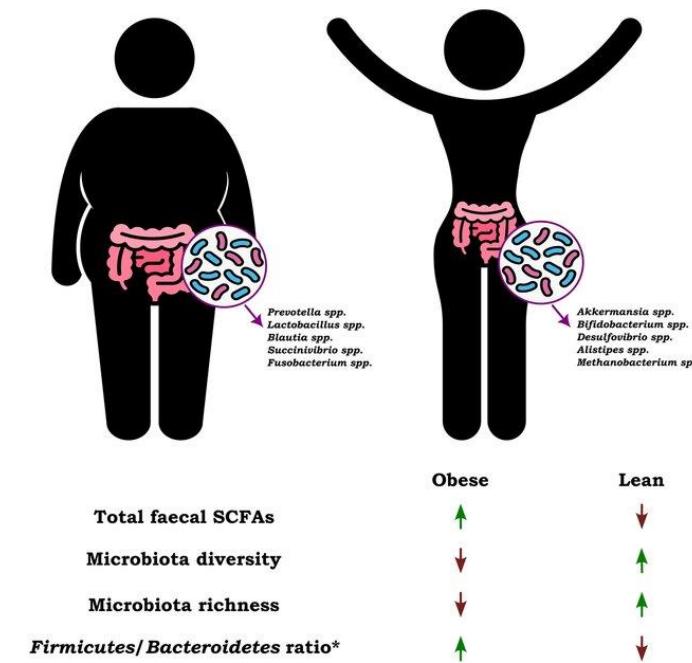
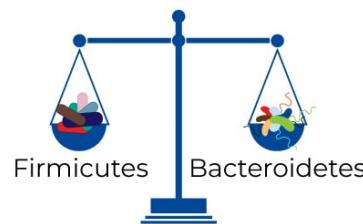
$\uparrow$  F/B = Fat-rich diet (obesity)



$\downarrow$  F/B = Fibre-rich diet



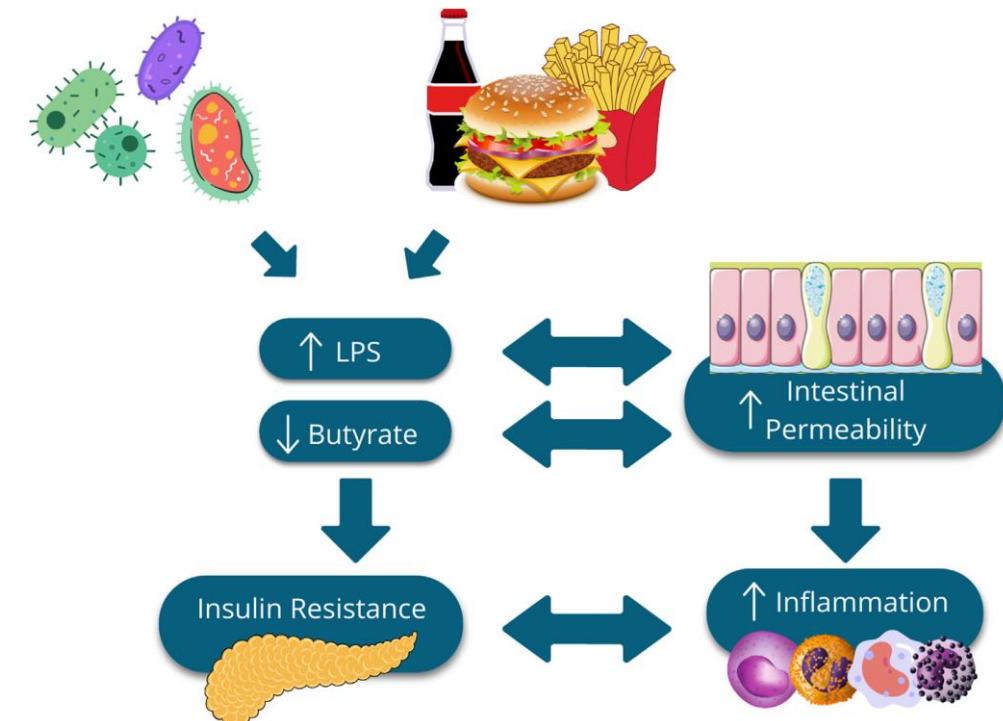
### Gut microbial balance



# GM & Diabetes Mellitus

Un groupe de liaison métagénomique intestinale spécifique lié au risque de diabète de type 2 a été établi et une analyse taxonomique a identifié une liste de marqueurs de risque microbien englobant une dysbiose modérée, une diminution des producteurs de butyrate, une augmentation de divers pathogènes opportunistes

Crudele, L., et al. *The Lancet* (2023) 104821.  
<https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104821>



## GM & Troubles intestinaux

L'alimentation joue un rôle essentiel dans la physiopathologie des troubles intestinaux, notamment les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin, le syndrome du côlon irritable et le cancer du côlon.

Bootz-Maoz, H. et al.. *Cell Rep.* 41, 111657 (2022).

En effet, en plus de fournir l'énergie et les nutriments nécessaires au maintien des processus cellulaires nécessaires à la vie quotidienne, les composants alimentaires jouent également un rôle déterminant dans la modulation des communautés microbiennes intestinales.

Outre les nombreux effets exploités par le microbiote intestinal sur la santé de l'hôte, il régule également la fonction de barrière muqueuse. De ce fait, les modulations du microbiote intestinal induites par l'alimentation se répercuteront également sur la fonction de barrière muqueuse et la santé intestinale globale.

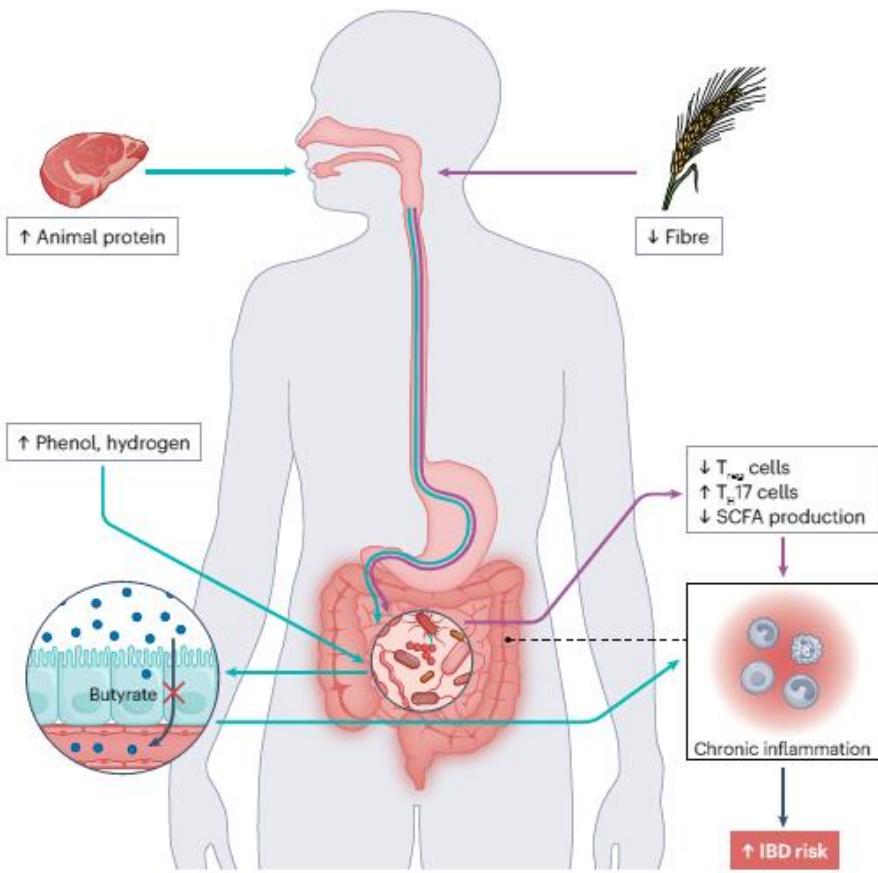
Schroeder BO. *Gastroenterol Rep* (2019) 7(1):3–12.

Pour le traitement du syndrome du côlon irritable, un régime pauvre en oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides et polyols faiblement fermentescibles (Low-FODMAP) est couramment utilisé, avec une réponse clinique positive chez 50 à 80 % des patients.

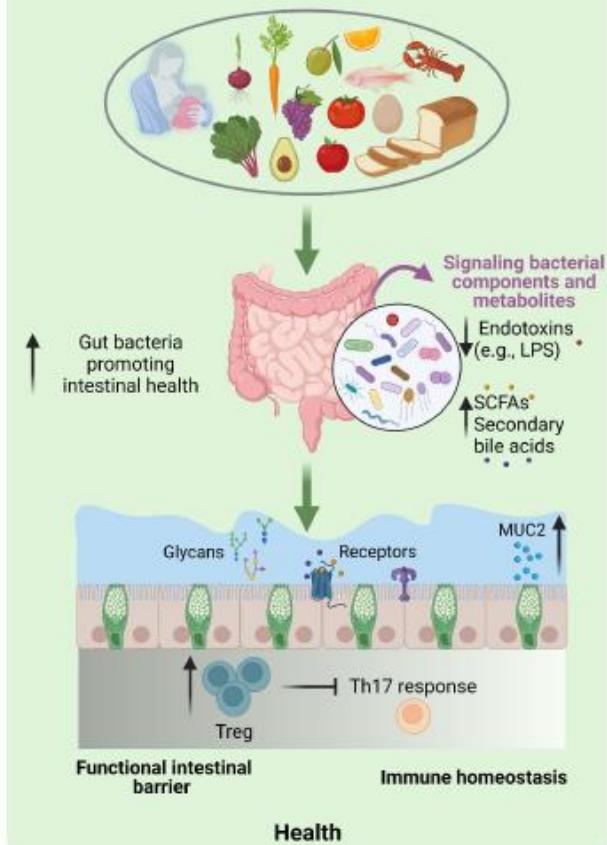
Lewis, J. D. et al.. *Gastroenterology* 161, 837–852.e9 (2021)

# GM & Troubles intestinaux

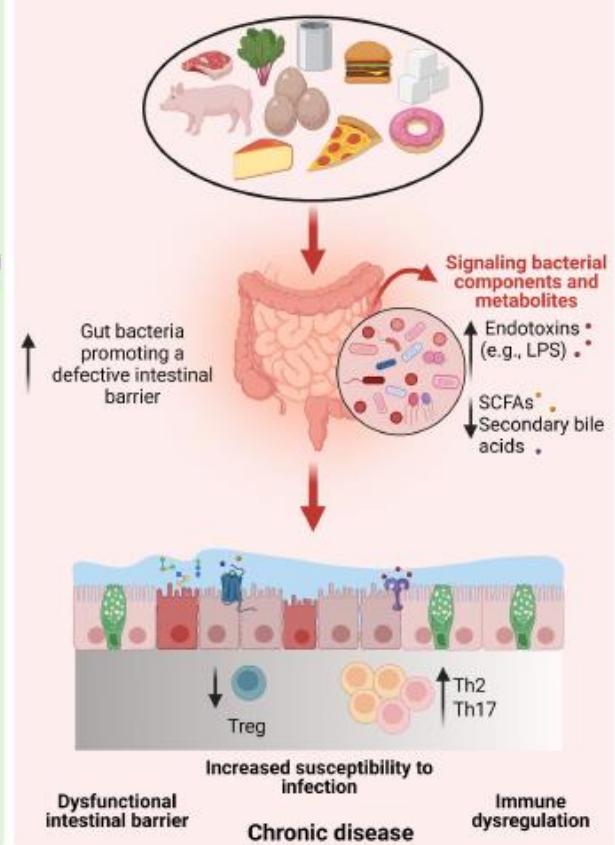
## b Diet, the microbiome and intestinal disorders



## (A) Mediterranean and high-fiber diet



## (B) Western and high-fat diet, emulsifiers



## **4. Applications Cliniques et Perspectives Thérapeutiques**

**Prebiotic rich foods:**



legumes



bananas



onion



garlic

**Probiotic rich foods:**



kimchi



yoghurt



kefir



pickles

# Prebiotics



## Les prébiotiques

« Un constituant alimentaire non digestible qui influence bénéfiquement l'hôte en favorisant sélectivement la croissance et/ou l'activité d'une ou d'un nombre restreint de bactéries dans le côlon, améliorant ainsi sa santé »

Salminen, S. et al. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2021, 18, 649–667.

- Une classe de composés nutritionnels classés, non pas nécessairement par affinité structurale, mais par leur potentiel à favoriser la croissance et/ou l'activité de bactéries bénéfiques spécifiques dans le côlon.

En 2004, les prébiotiques ont été améliorés pour inclure quatre critères :

- (1) résistance à l'hydrolyse enzymatique, acidité gastrique et absorption gastro-intestinale ;
- (2) ne doivent être fermentés que par le côlon ;
- (3) induire des effets systémiques ou luminaux bénéfiques pour la santé de l'hôte ;
- (4) et stimuler sélectivement la croissance et l'activité du MI associée à la santé et au bien-être.

# Prebiotics

## Les prébiotiques

Parmi les prébiotiques, on trouve:

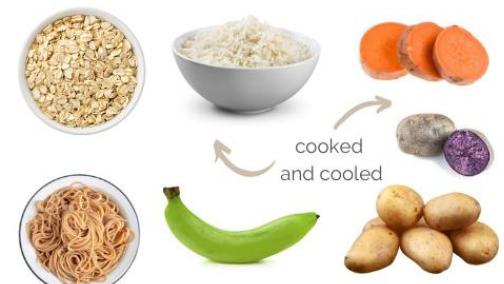
- Certains amidons, oligosaccharides, inuline et pectine (plus abondants dans les aliments riches en fibres).

Les prébiotiques nourrissent les bactéries intestinales et favorisent leur prolifération. Lorsque les bactéries reçoivent ce dont elles ont besoin pour rester en bonne santé, elles préservent en retour la santé de notre organisme.

- modulation immunitaire** par l'augmentation des interleukines immunorégulatrices et des immunoglobulines intestinales spécifiques ;
- réduction** des interleukines pro-inflammatoires;
- et la **production** d'acides gras à chaîne courte (AGCC) tels que l'acétate, le propionate et le butyrate



GALACTO-OLIGOSACCHARIDES

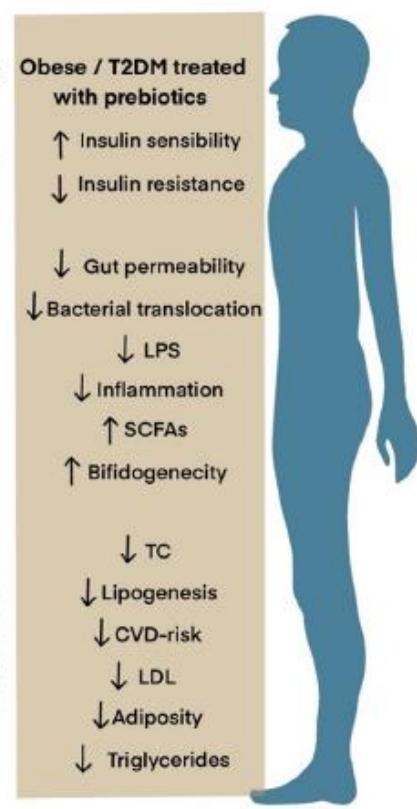
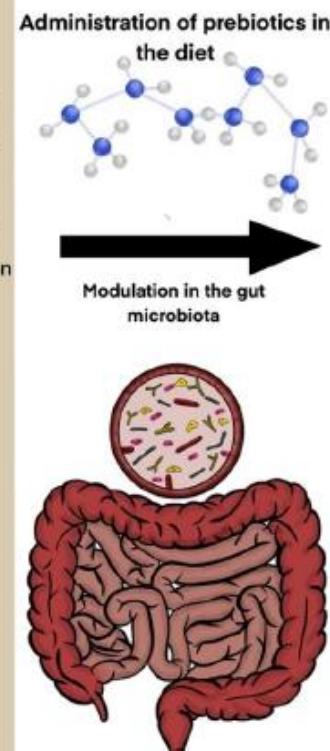
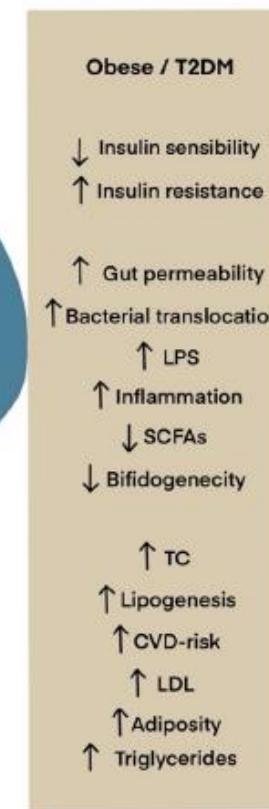
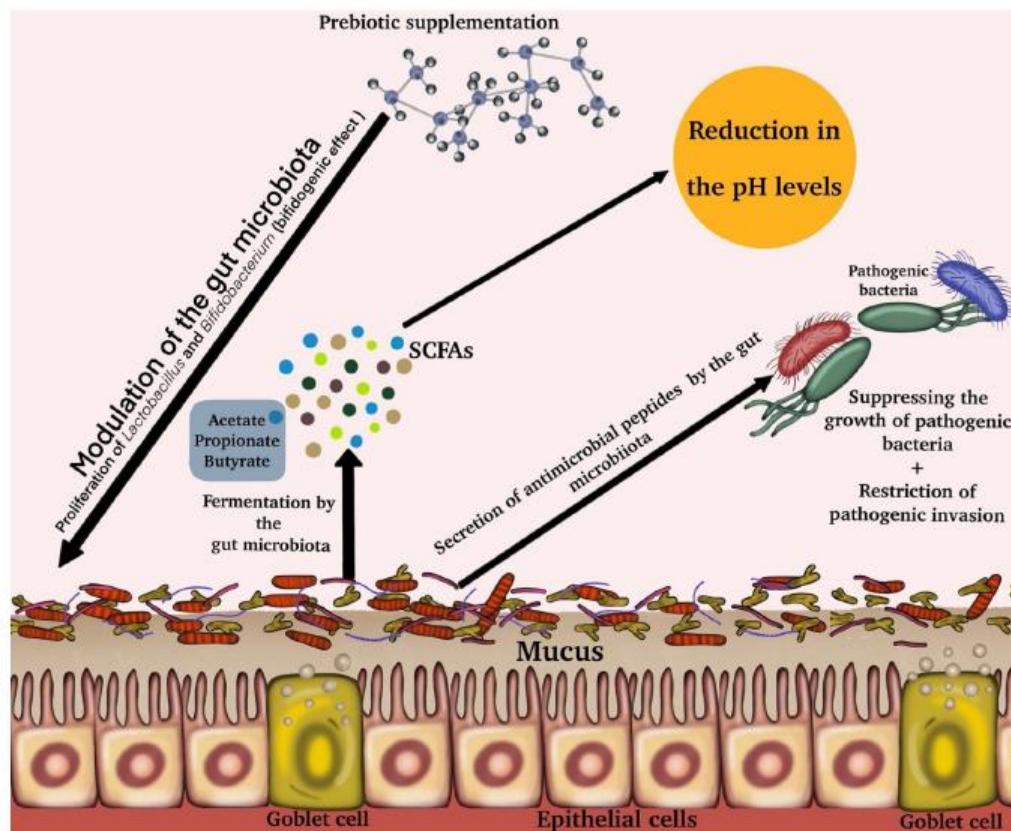


RESISTANT STARCH



FRUCTANS

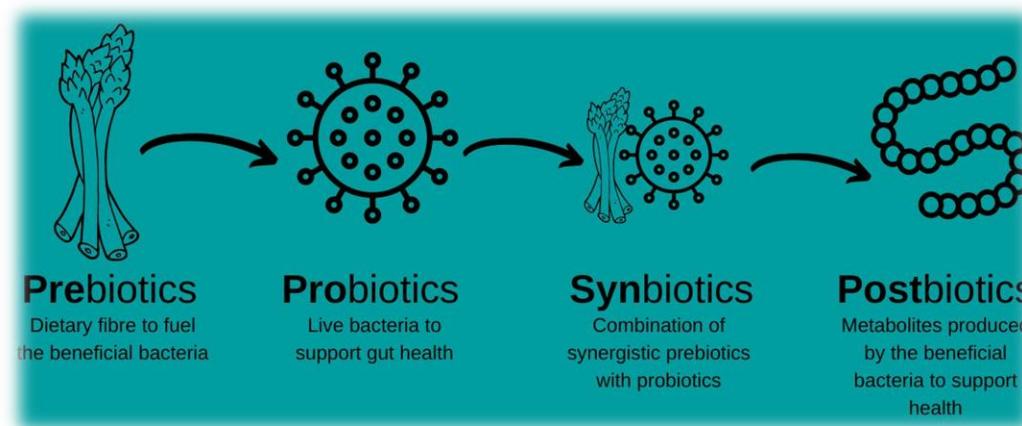
## Prebiotics effects



# Probiotics

## Les probiotiques

« Les probiotiques sont des MO vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés en quantités suffisantes, exercent un effet bénéfique sur la santé. »



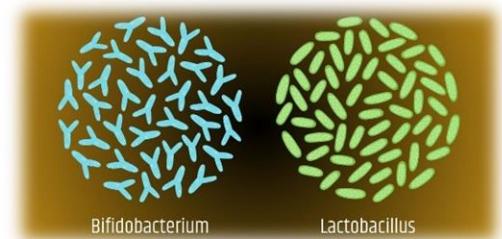
## Probiotics effects

Des données récentes suggèrent que les probiotiques jouent un rôle essentiel dans la modification de la composition du microbiote intestinal et contribuent à inhiber la colonisation intestinale par des bactéries pathogènes, aidant ainsi l'hôte à développer une muqueuse intestinale saine.

Kumar R., et al. *Indian J. Microbiol.* ;60:12–25 (2020).

Parmi les préparations bactériennes actives courantes, ou probiotiques, on trouve *Lactobacillus* ou *Bifidobacterium*.

- Action anti-obésité et des effets antidiabétiques dans le traitement des troubles inflammatoires et métaboliques chroniques, ont été observés.
- Un autre rôle important des probiotiques réside dans l'immunité innée et adaptative du système immunitaire humain.



Kerry R.G., et al.. *J. Food Drug Anal.* ;26:927–939 (2018).

## Probiotics effects

Les effets bénéfiques des probiotiques sont attribués à:

- Résistance à la colonisation, aux acides organiques,
- Production d'AGCC,
- Exclusion compétitive des agents pathogènes,
- Normalisation de l'abondance altérée du microbiote,
- Régulation du transit intestinal,
- Renforcement de la barrière intestinale
- Neutralisation des cancérogènes



Sakandar H.A., & Zhang H. *Trends Food Sci. Technol.*;110:55–65 (2021)

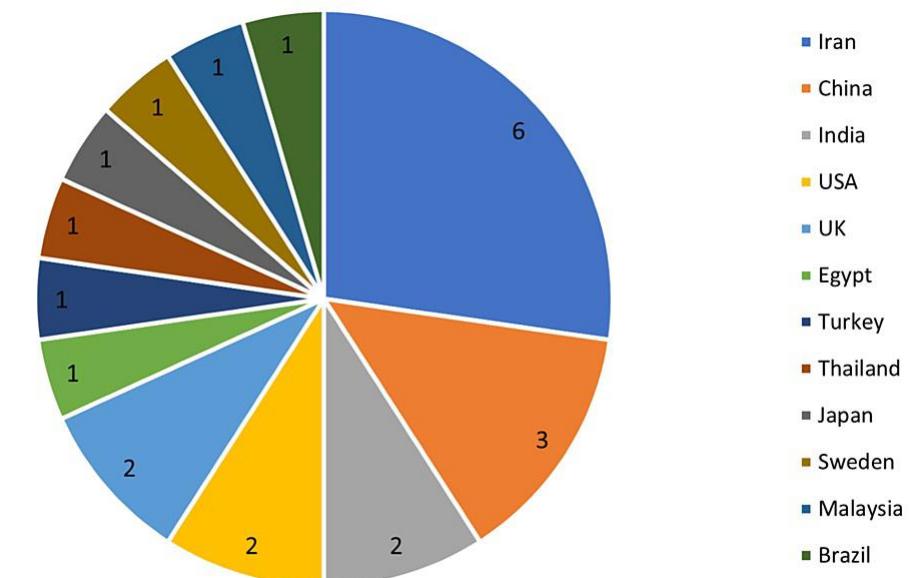
# Probiotics effects

## Probiotics and Their Role in the Management of Type 2 Diabetes Mellitus (Short-Term Versus Long-Term Effect): A Systematic Review and Meta-Analysis

Ismat E. Ayesha<sup>1</sup>, Neetha R. Monson<sup>1</sup>, Nimra Klair<sup>1</sup>, Utkarsh Patel<sup>1</sup>, Ayushi Saxena<sup>1</sup>, Dhara Patel<sup>1</sup>, Sathish Venugopal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. Internal Medicine, California Institute of Behavioral Neurosciences & Psychology, Fairfield, USA

Sur 96 articles identifiés, 22 ECR répondaient aux critères d'éligibilité. Des administrations de probiotiques à court terme (8 semaines ou moins) et à long terme (12 semaines ou plus) ont été réalisées.



## Probiotics & Prebiotics

# Probiotics effects

## Probiotics and Their Role in the Management of Type 2 Diabetes Mellitus (Short-Term Versus Long-Term Effect): A Systematic Review and Meta-Analysis

Ismat E. Ayesha<sup>1</sup>, Neetha R. Monson<sup>1</sup>, Nimra Klair<sup>1</sup>, Utkarsh Patel<sup>1</sup>, Ayushi Saxena<sup>1</sup>, Dhara Patel<sup>1</sup>, Sathish Venugopal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. Internal Medicine, California Institute of Behavioral Neurosciences & Psychology, Fairfield, USA

Cette SR indique que les probiotiques ont le potentiel de réduire les taux initiaux d'HbA1c ( $p = 0,004$ ), de GAJ ( $p < 0,0001$ ) et d'HOMA-IR ( $p = 0,02$ ) chez les patients atteints de DT2. De plus, l'étude souligne le rôle significatif du MI dans le développement du DT2, la dysbiose étant potentiellement liée à l'obésité et à la résistance à l'insuline.

Néanmoins, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour clarifier les processus sous-jacents aux bénéfices thérapeutiques des probiotiques et déterminer les souches, les doses et les durées de traitement les plus adaptées.

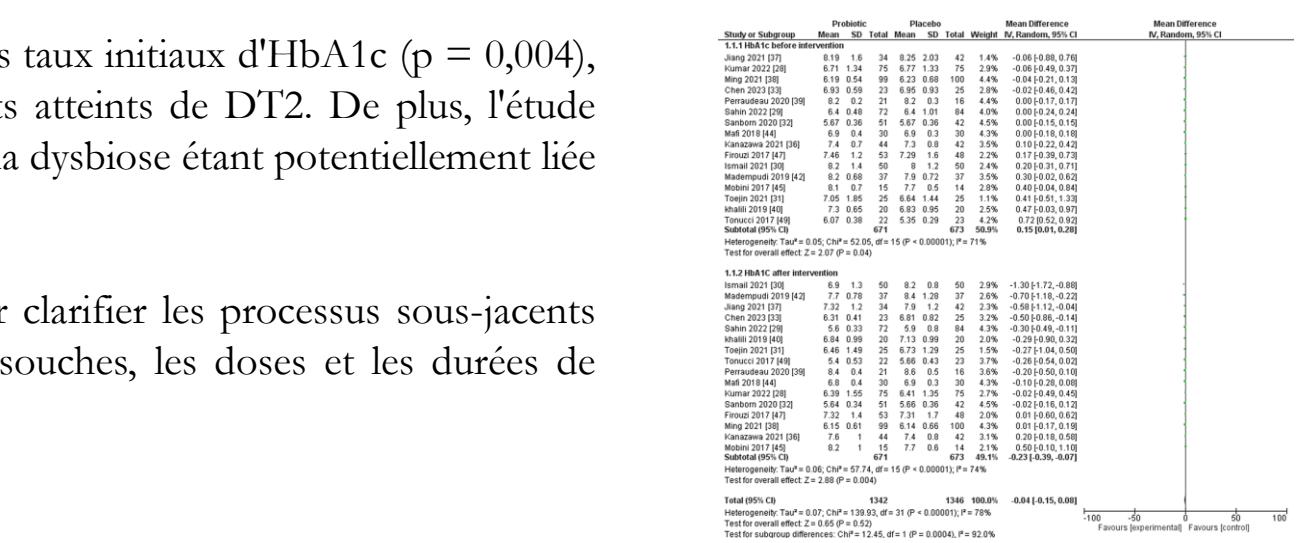
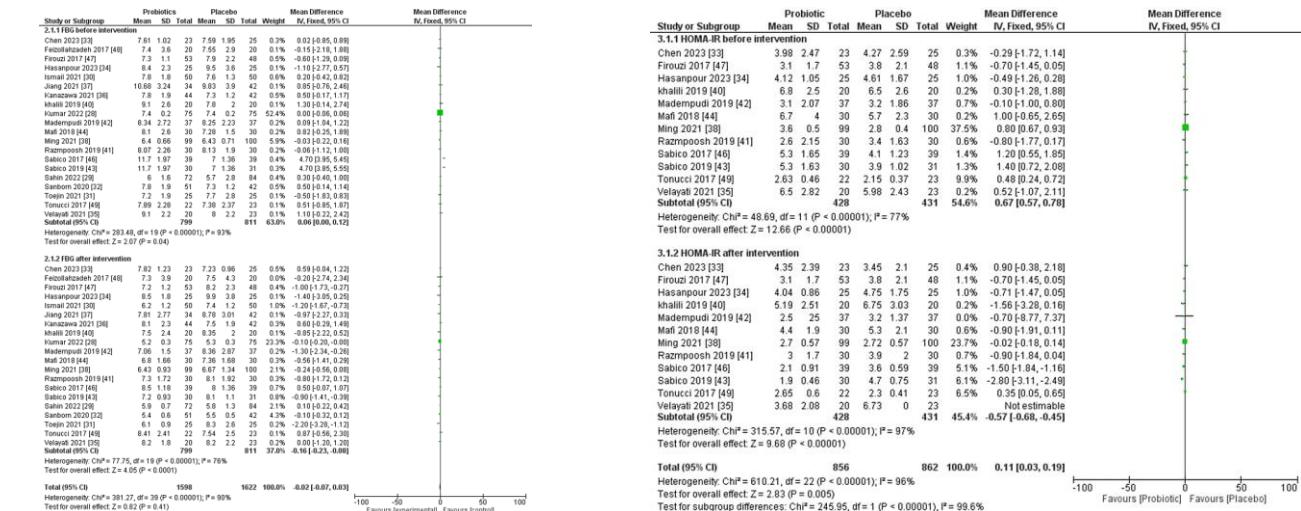
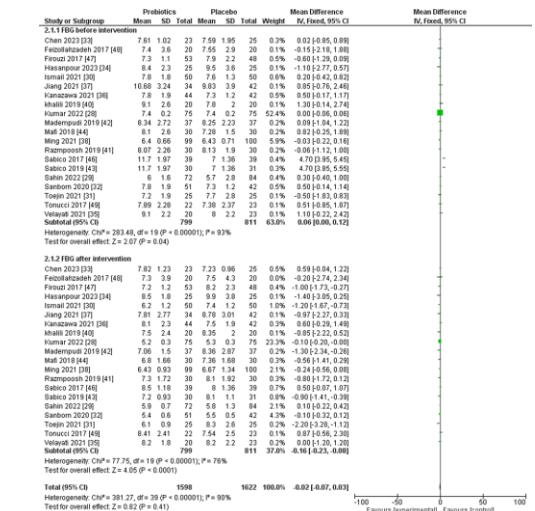


Table 1.

Sources of probiotic metabolites and their effects \*.

Metabolites	Mechanism/Source of Production	Effects	References
SCFA-acetate	Diet and endogenous production through acetyl-CoA	Increased satiety, weight loss, improved insulin sensitivity, and decreased pro-inflammatory cytokines	[72,73,74]
SCFA-propionate	Dietary fiber fermentation	Decreased weight gain, intestinal and hepatic gluconeogenesis, and decreased pro-inflammatory cytokine levels	[75,76]
SCFA-butyrate	Dietary fiber fermentation	The maintenance of mucosal integrity, the regulation of local and systemic immunity, anti-obesity effects, the stimulation of leptin synthesis, and the release of anorexigenic hormones	[77,78,79]
TMAO	Egg, milk red meat, and fish	Increased levels are associated with adverse cardiovascular disease	[80]
Tryptophan metabolites, indole derivatives, and tryptamine	Gut microbiota-derived	Anti-microbial effects, anti-obesity properties, appetite suppression, and slow gastric emptying	[81,82]
Primary bile acids (e.g., cholic acid)	Liver	The facilitation of fat digestion and nutrient absorption, and protection of the mucosal barrier	[83,84]
Secondary bile acids (e.g., deoxycholic acid and lithocholic acid)	Produced in colon	The inhibition of <i>Clostridioides difficile</i> spore germination and associated colorectal cancer and HCC	[83,84]
Polyamines (e.g., putrescine, spermidine, and spermine)	Lower GI—synthesized by the gut microbiome Upper GI—food-derived	The regulation of stress, antioxidant effects, and impact on cell proliferation and differentiation	[85]

Table 2.

Selected randomized controlled trials on the effects of probiotics in therapy of type 2 diabetes mellitus \*.

Intervention	Treatment	Duration of Intervention	Changes from Baseline	Reference
Probiotic capsules/placebo capsules (27/27)	<i>Lactobacillus acidophilus</i> ( $2 \times 10^9$ cfu), <i>Lacticaseibacillus casei</i> ( $7 \times 10^9$ cfu), <i>Lactobacillus rhamnosus</i> ( $1.5 \times 10^9$ cfu), <i>Lactobacillus bulgaricus</i> ( $2 \times 10^8$ cfu), <i>Bifidobacterium breve</i> ( $2 \times 10^{10}$ cfu), <i>Bifidobacterium longum</i> ( $7 \times 10^9$ cfu), and <i>Streptococcus thermophiles</i> ( $1.5 \times 10^9$ cfu)	8 weeks	$\Delta FPG$ (mg/dL): $1.6 \pm 6$ $\Delta HbA1c$ (%): $-0.3 \pm 0.37$	[109]
Synbiotic food/placebo food (62/62)	<i>Lactobacillus sporogenes</i> ( $1 \times 10^7$ cfu)	6 weeks	$\Delta FPG$ (mg/dL): $22.3$ $\Delta Insulin$ ( $\mu$ U/mL): $-1.75 \pm 0.6$	[110]
Probiotic capsules/placebo capsules (16/18)	Twice weekly 1500 mg capsules containing <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus bifidum</i> , and <i>Lacticaseibacillus casei</i>	6 weeks	$FPG$ (mg/dL): $158.69 \pm 16.38$ vs. $158.56 \pm 13.7$ $Insulin$ (ng/mL): $0.35 \pm 0.11$ vs. $0.41 \pm 0.16$	[111]
Synbiotic shake/placebo shake (10/10)	<i>Lactobacillus acidophilus</i> ( $2 \times 10^{10}$ cfu), <i>Bifidobacterium bifidum</i> ( $2 \times 10^{10}$ cfu)	30 days	$FPG$ (mg/dL): $116.78 \pm 18.96$ vs. $191.11 \pm 18.31$	[112]
Synbiotic bread/control bread (30/30)	A total of 3 times a day in a 40 g package for a total of 120 g/day	8 weeks	$\Delta FPG$ : (mg/dL): $6.04 \pm 8.41$ $\Delta HbA1c$ (%): $-0.28 \pm 0.06$ $\Delta Insulin$ ( $\mu$ U/mL): $-2.05 \pm 1.03$	[113]

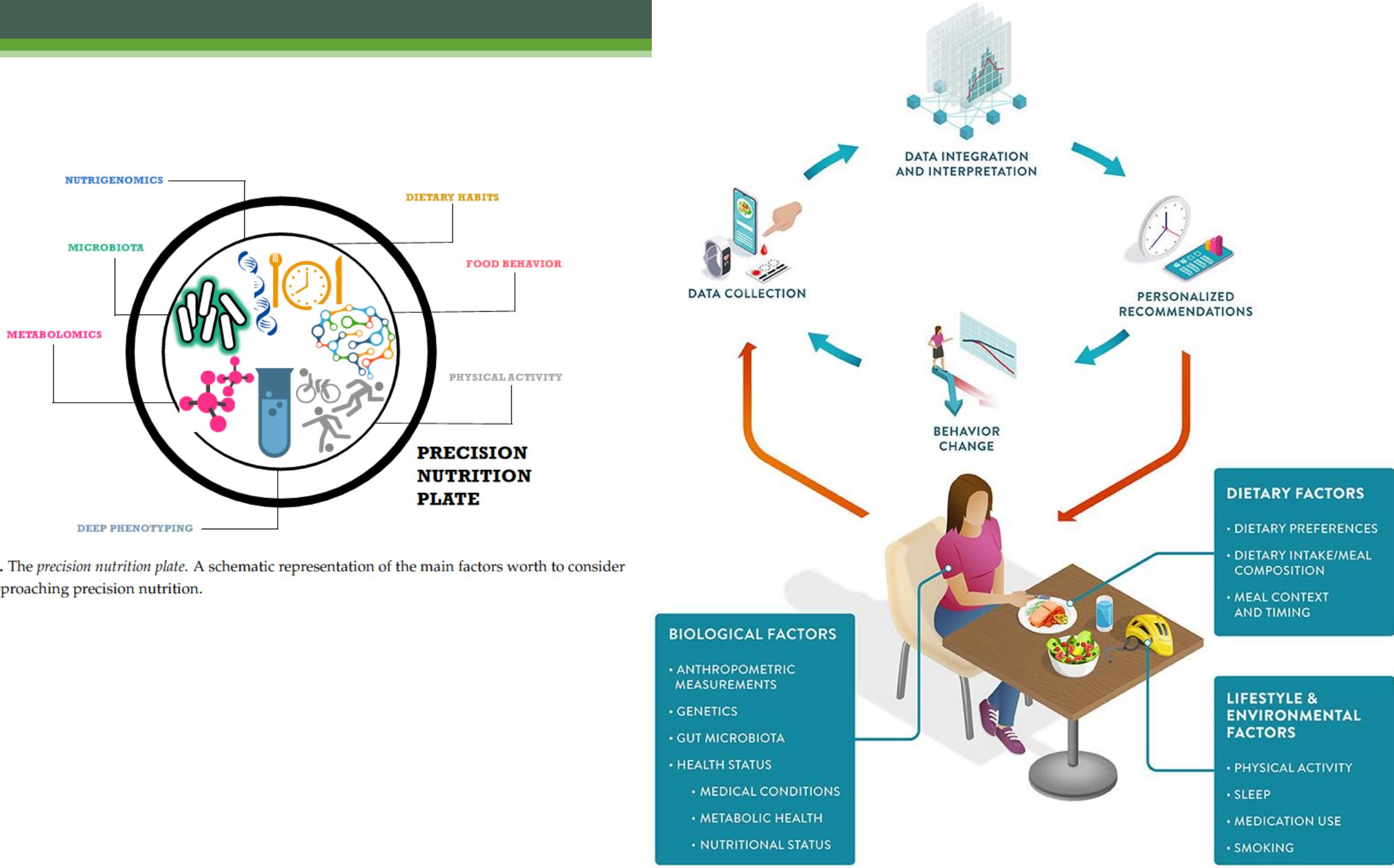
## GM & Interventions nutritionnelles personnalisées

Adapter les recommandations alimentaires aux caractéristiques uniques de chaque individu, notamment à son microbiome, qu'il soit sain ou malade.

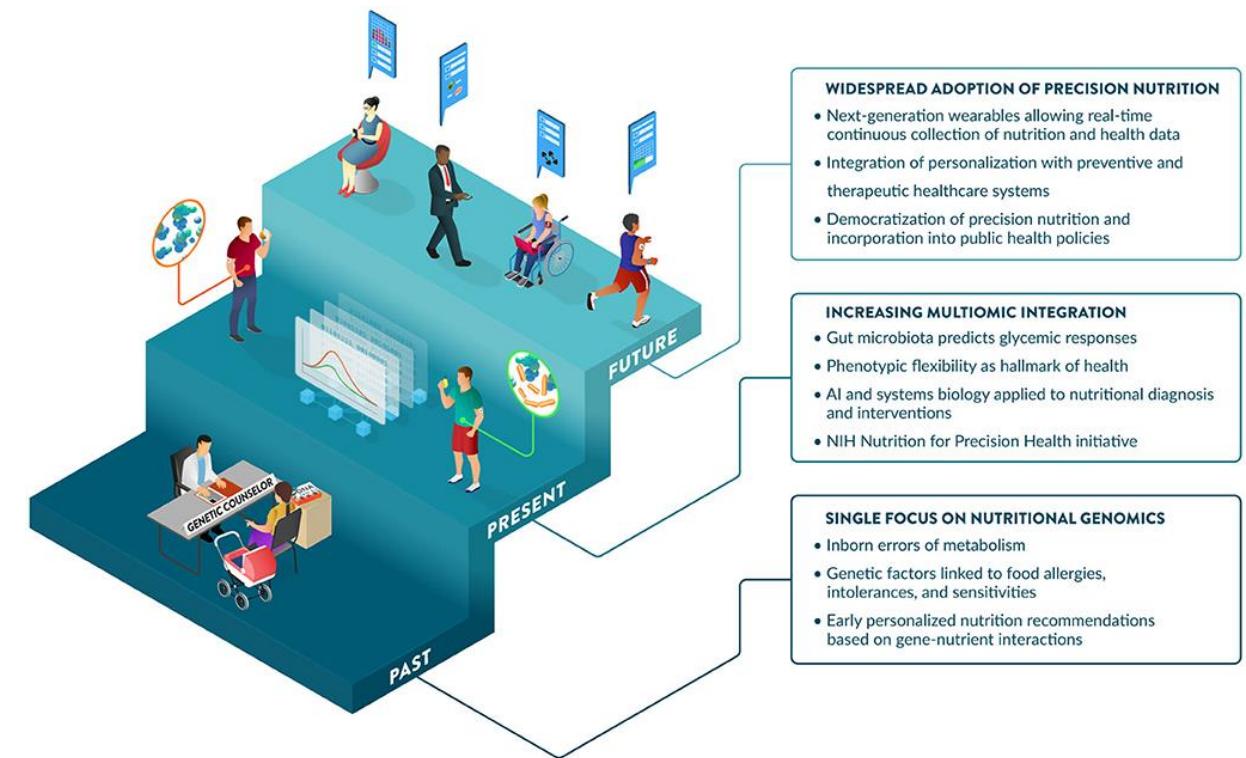
L'analyse de la composition et du fonctionnement du **microbiome** permet d'identifier les composants alimentaires insuffisants ou manquants, en fonction de **signatures microbiennes spécifiques**, et de sélectionner les **probiotiques** ou **prébiotiques** appropriés pour une santé intestinale optimale. L'utilisation de l'alimentation comme forme de nutrition de précision peut être utile pour la prévention, le traitement et l'atténuation des maladies.

Donc, l'efficacité des interventions diététiques dans le traitement de ces maladies dépend largement de chaque hôte et de la composition unique de son microbiome intestinal.

De plus, la **médecine de précision** doit tenir compte de la **nutrition de précision**, compte tenu de son influence sur la composition du microbiote, notamment dans le contexte des immunothérapies contre le cancer, où le microbiote intestinal peut influencer l'efficacité des médicaments. Il est impératif de mener des CRT à grande échelle, prenant en compte des facteurs aussi divers que la géographie, le sexe, l'origine ethnique et l'âge, afin de mieux comprendre l'impact complexe et individualisé de l'alimentation sur divers problèmes de santé.



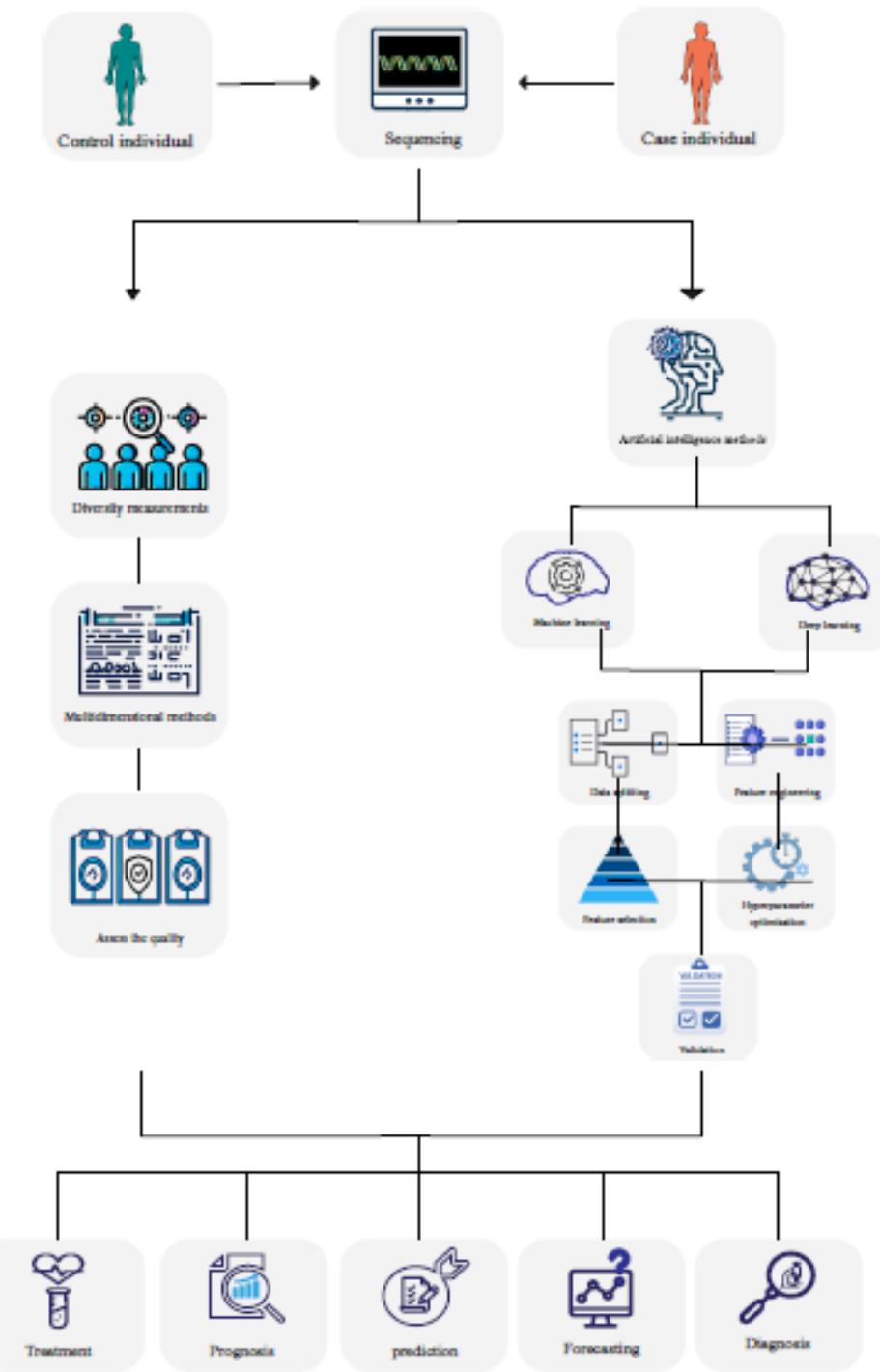
**Figure 1.** The precision nutrition plate. A schematic representation of the main factors worth to consider when approaching precision nutrition.



L'avenir de la NP ne reposera pas uniquement sur la nutrigénétique. Il est clair que des facteurs autres que la génétique doivent également être pris en compte lors de la conception de régimes alimentaires personnalisés ou sur mesure.

L'utilité de conseils diététiques personnalisés pour anticiper adéquatement les réponses individuelles aux apports nutritionnels est l'un des principaux objectifs de la nutrition de précision.

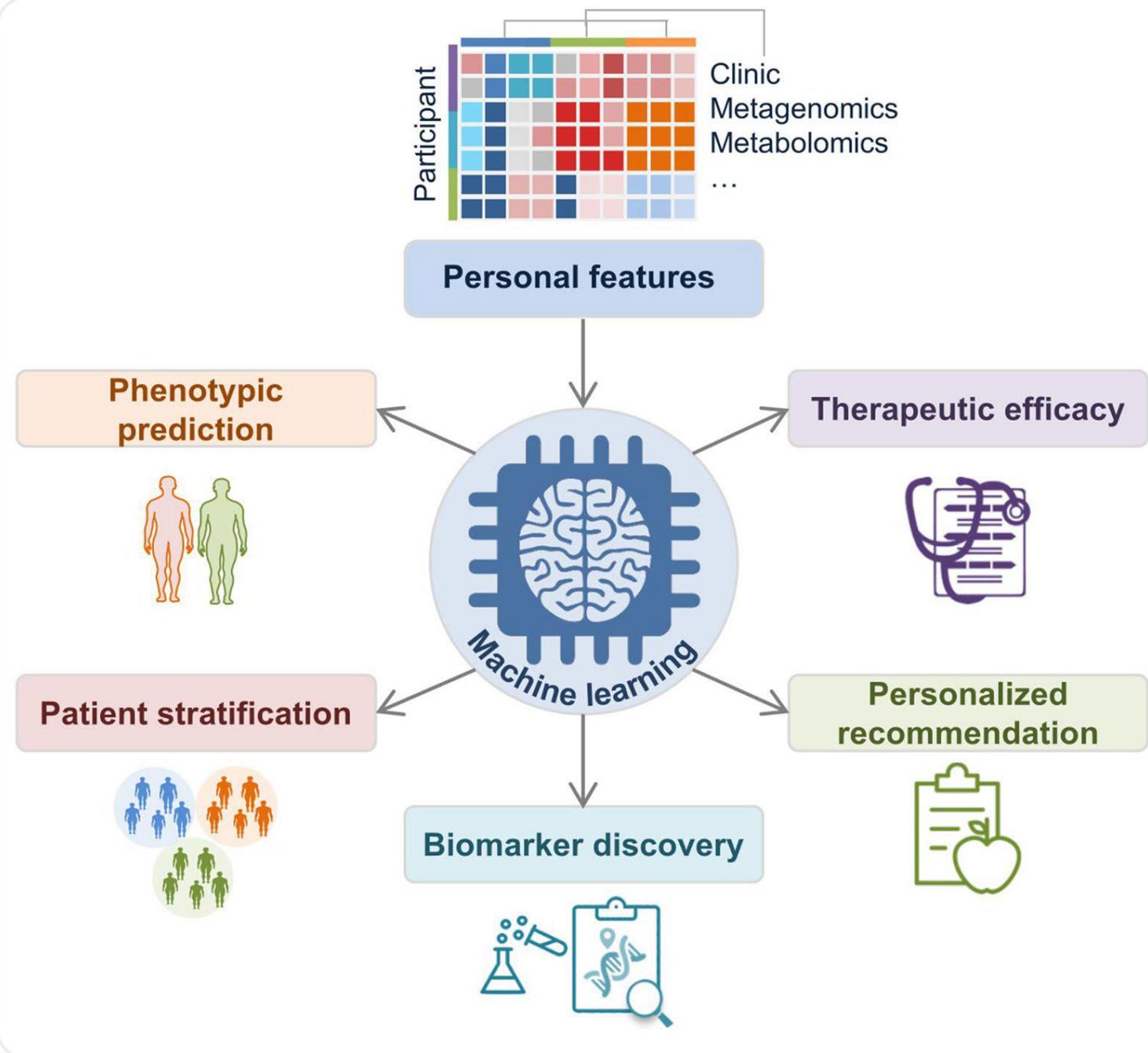
Pour atteindre cet objectif, des déterminants non seulement liés à des facteurs nutritionnels ou génétiques, comme le mode de vie, y compris les habitudes d'activité physique (AP), la métabolomique, apparaissent également comme des contributeurs importants qui méritent d'être pris en compte dans le domaine de la nutrition de précision.



GM & AI

**nutrition.ai**

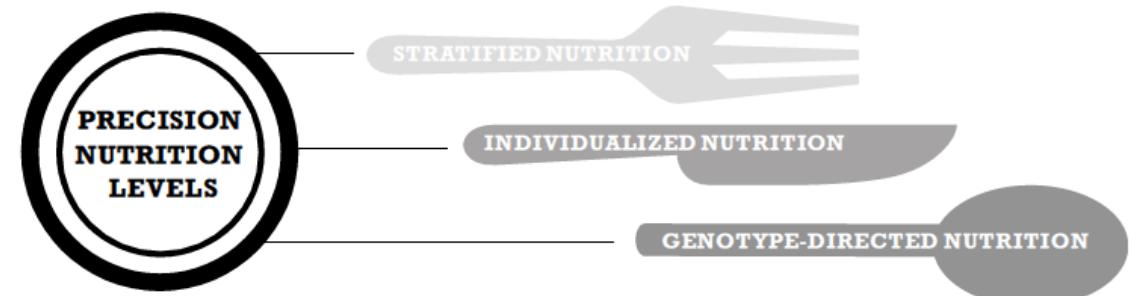
- ✓ L'IA, notamment le ML et la BI, est essentielle pour analyser l'énorme quantité de données générées par le séquençage du microbiote.
- ✓ Identification de signatures microbiennes associées à différents états de santé
- ✓ Développement de modèles prédictifs



Selon la Société internationale de nutrigénétique/nutrigénomique (ISNN), l'avenir de la NP doit être abordé à trois niveaux :

- la **stratification des recommandations nutritionnelles** conventionnelles en sous-groupes de population selon l'âge, le sexe et d'autres déterminants sociaux;
- les **approches individuelles** issues d'un phénotypage approfondi et affiné;
- et une **nutrition génétiquement ciblée** basée sur des variants génétiques rares à forte pénétrance et impactant la réponse des individus à certains aliments.

Cette catégorisation des piliers de la nutrition de précision inclut une exploration plus approfondie des défis que la science de la nutrition devra relever au cours des prochaines années pour évoluer dans un contexte de prévalence croissante de l'obésité et des troubles métaboliques associés, résultant en grande partie de l'adoption généralisée de comportements alimentaires malsains dans un environnement alimentaire obésogène où il est de plus en plus difficile d'adhérer à des habitudes alimentaires saines.



## 5. Conclusion

## Conclusions et perspectives

Pour élucider la relation complexe entre le microbiome, l'hôte et la nutrition, l'intégration de techniques multi-omiques, notamment la métagénomique, la métatranscriptomique, la métaprotéomique, la métabolomique, la culturomique et les techniques isotopiques, devient cruciale.

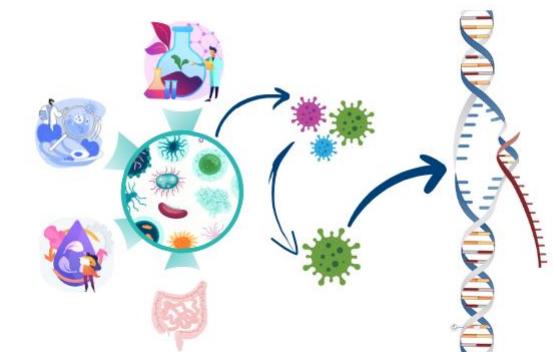
Le séquençage de nouvelle génération (mNGS) permet de mieux comprendre les espèces bactériennes, les souches, les gènes, les voies et les métabolites qui sous-tendent l'interaction alimentation-microbiome.

L'avenir s'oriente vers un *séquençage métagénomique à lecture longue* afin d'améliorer considérablement les assemblages métagénomiques.

De nombreux défis restent à relever pour déchiffrer les relations causales entre l'alimentation, l'hôte et son microbiome.



### NGS Solutions for Microbiome



## Conclusions et perspectives

Ces bases de données alimentent des modèles mathématiques, notamment des modèles métaboliques à l'échelle du génome, offrant un aperçu du potentiel métabolique et des interactions du microbiome intestinal.

La collecte de données mondiales sur le microbiome afin de comprendre les associations microbiennes spécifiques à chaque région et de développer des thérapies ciblées adaptées aux besoins de chaque zone est essentielle et nécessite une collaboration à grande échelle entre plusieurs centres de recherche à travers le monde.





Dr. Khaled MB



# THE NORTH AFRICAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION RESEARCH



Current Issue   Register   Login

Online ISSN : 2588-1582

Journal Info ▾   Editorial Board ▾   Submissions ▾   Current Issue ▾   Archives   Support NAJFNR   Contact us   FAQ ▾

Search

## Journal Issue



Published by AfAc Publisher

Half-yearly Publication

View Content

## THE NORTH AFRICAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION RESEARCH

Making Nutrition a Development Priority in Africa



### Editors-in-Chief

- Pr. Meghit Boumédhiène Khaled, PhD
- Pr. Mustapha Diaf, PhD

### Deputy Executive Editors-in-Chief

- Pr. Hajar Debbabi,
- Pr. Djamel Djenane
- Pr. Farid Dahmoune
- Dr. Nada Benajiba
- Dr. Basil. H. Aboul-Einein

ISSN: 2588-1582

DOI: <https://dx.doi.org/10.51745/najfnr>

Model: Open Access / Peer reviewed / Continuous publication

Seniority: 6 years (start date: January 2017)

Survival: +06

ICDS: 5.6

Frequency: 2 issues / year

Scopus Cite Score 2024: 0.3 / ICV 2021: 100

Website: <https://www.najfnr.com>

Abbreviation: Nor. Afr. J. Food. Nutr. Res.

Acronym: NAJFNR

CASSI CODEN: NAJFAZ



LinkedIn share

Twitter share

FB share

## Make a Submission

Make a Submission

## Journal Menu

Aims & scope

Submission

Instructions for authors



## North African Journal of Food and Nutrition Research

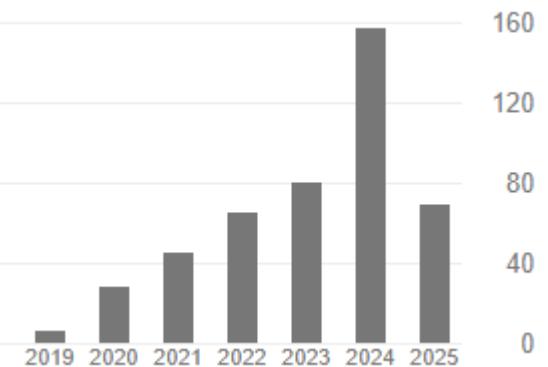
FOLLOWING

Djillali Liabes University. Lab de Nutrition, Pathologie, Agro-Biotechnologie et Santé (Lab-NuPABS)  
Verified email at najfnr.com - [Homepage](#)

Human and Clinical Nutrition Food Science Metabolic Diseases Food behavior  
Food chemistry and Engine...

### Cited by

	All	Since 2020
Citations	459	449
h-index	9	9
i10-index	7	7



Call for paper Volume 9 - Issue 19 (2024)

January 1, 2025

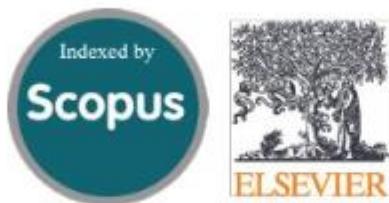
The North African Journal of Food and Nutrition Research is actually accepting submissions to lunch Volume 9, Issue 19 (January - June) of the year 2025.

Call for papers - SI\_Potential of food by-products

December 20, 2024

The North African Journal of Food and Nutrition Research (NAJFNR) is pleased to announce a special issue that aims to convene researchers at the forefront of biofunctional compound research, providing a platform to showcase the latest advancements and foster knowledge exchange in this dynamic field... [\[Read more\]](#)

We are delighted to announce that *The North African Journal of Food and Nutrition Research* has been indexed by Scopus ([link](#))



North African Journal of Food and Nutrition...

Q3

Agricultural and Biological Sciences (miscellaneous)  
best quartile

SJR 2024

0.2

powered by scimagojr.com

### CiteScore

### CiteScore rank & trend

### Scopus content coverage

CiteScore 2023

$0.2 = \frac{11 \text{ Citations 2020 - 2023}}{50 \text{ Documents 2020 - 2023}}$

Calculated on 05 May, 2024

CiteScore rank 2023 [①](#)

CiteScoreTracker 2024 [①](#)

$0.8 = \frac{86 \text{ Citations to date}}{111 \text{ Documents to date}}$

Last updated on 05 March, 2025 • Updated monthly

## Journal Issue



## Announcements

## Call for papers - SI\_AI and Nutrition Research



North African Journal of Nutrition and Food Research  
Special Issue: Artificial Intelligence in Nutrition Research  
Guest Editors: Dr. Nada Benajiba, Dr. Prosper Chopera, Dr. Tonderayi Mathew Matsungo



[Download Call for papers](#)

[LinkedIn share](#)

[Twitter share](#)

[FB share](#)

## Make a Submission

[Make a Submission](#)

## Journal Menu

[Aims & scope](#)

[Submission](#)

[Instructions for authors](#)

[Publication ethics](#)