



# L'héritage divisé du microbiome humain



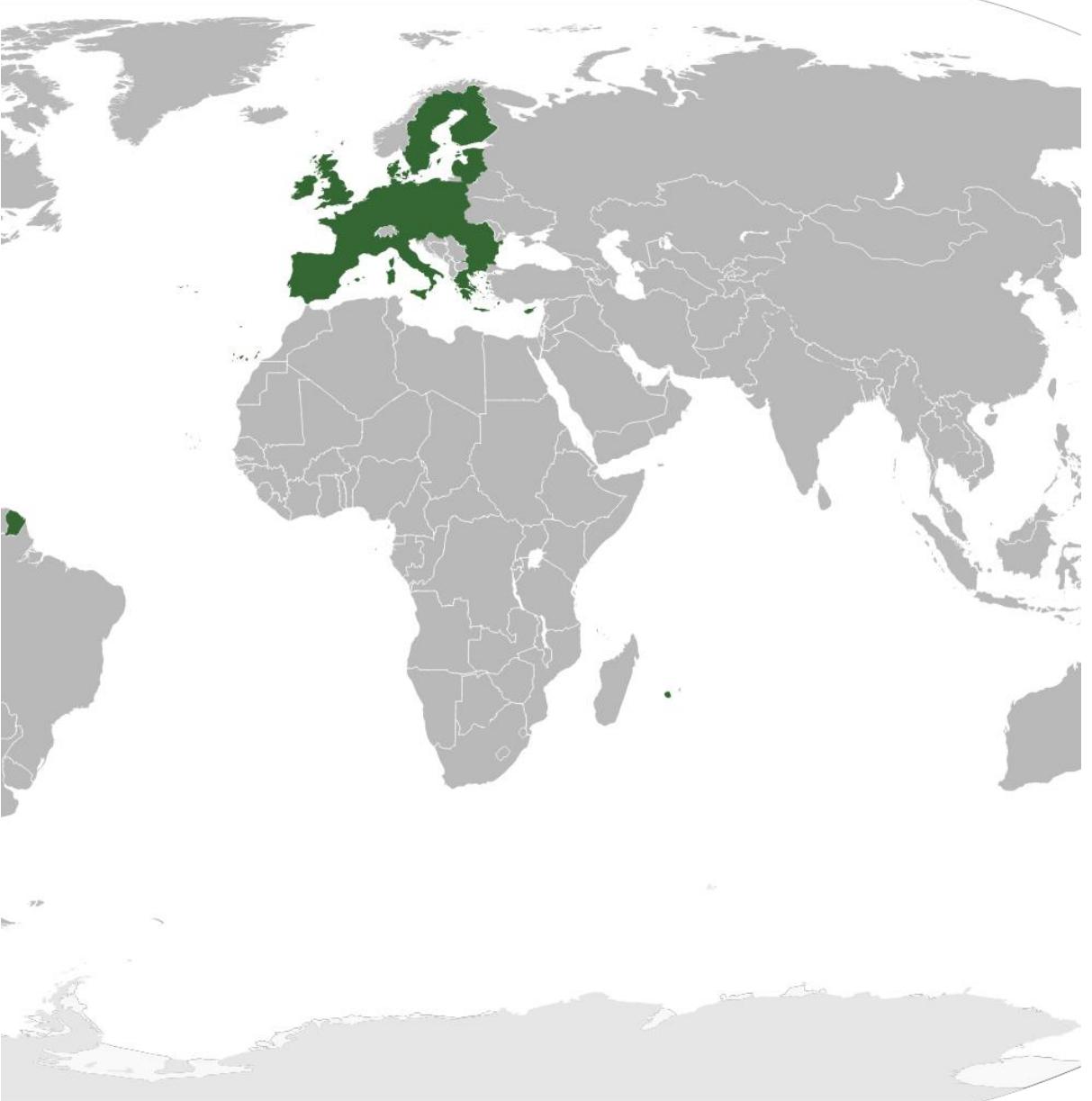
Utrecht  
University

Aline Potiron

Atelier Shesvie, 7 Novembre 2025

# Positionnalité

- Reconnaître la vision du monde d'un individu et la position qu'il adopte par rapport à sa recherche et à son contexte (Holmes, 2020).
- Femme blanche européenne ayant passé la majorité de sa vie professionnelle en Europe.
- **Biais** : L'« histoire » de la microbiologie que je vais présenter est essentiellement centrée sur l'Europe et les « pays de l'Ouest ».



# Contexte – Microbiome Humain



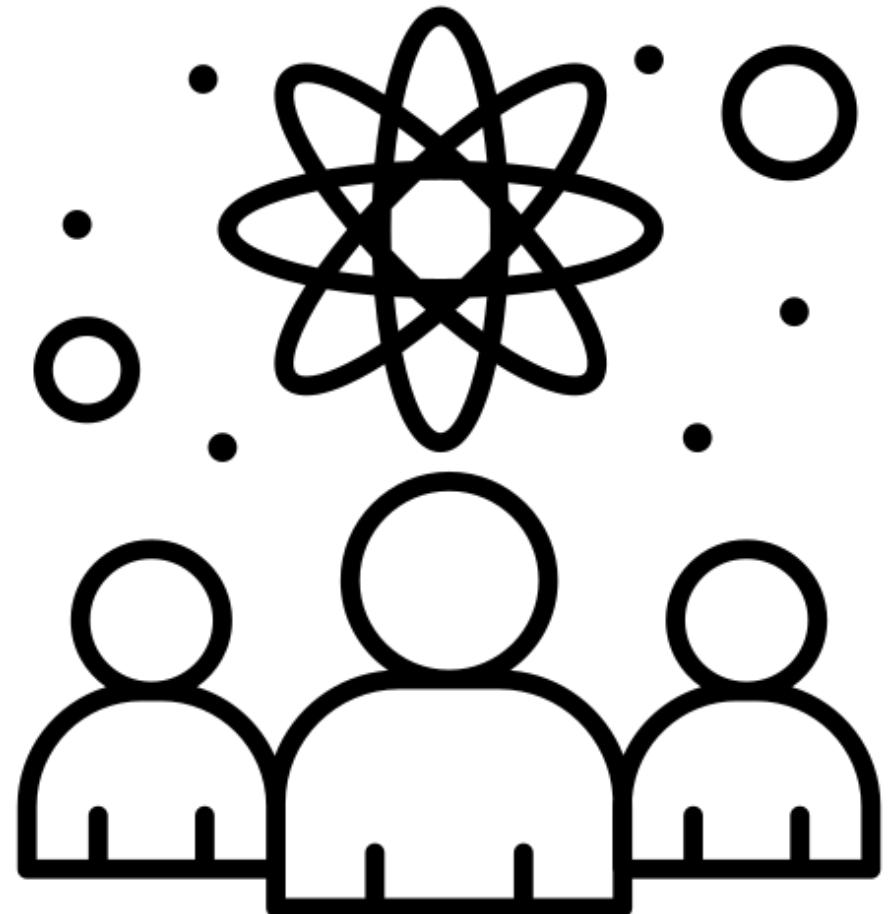


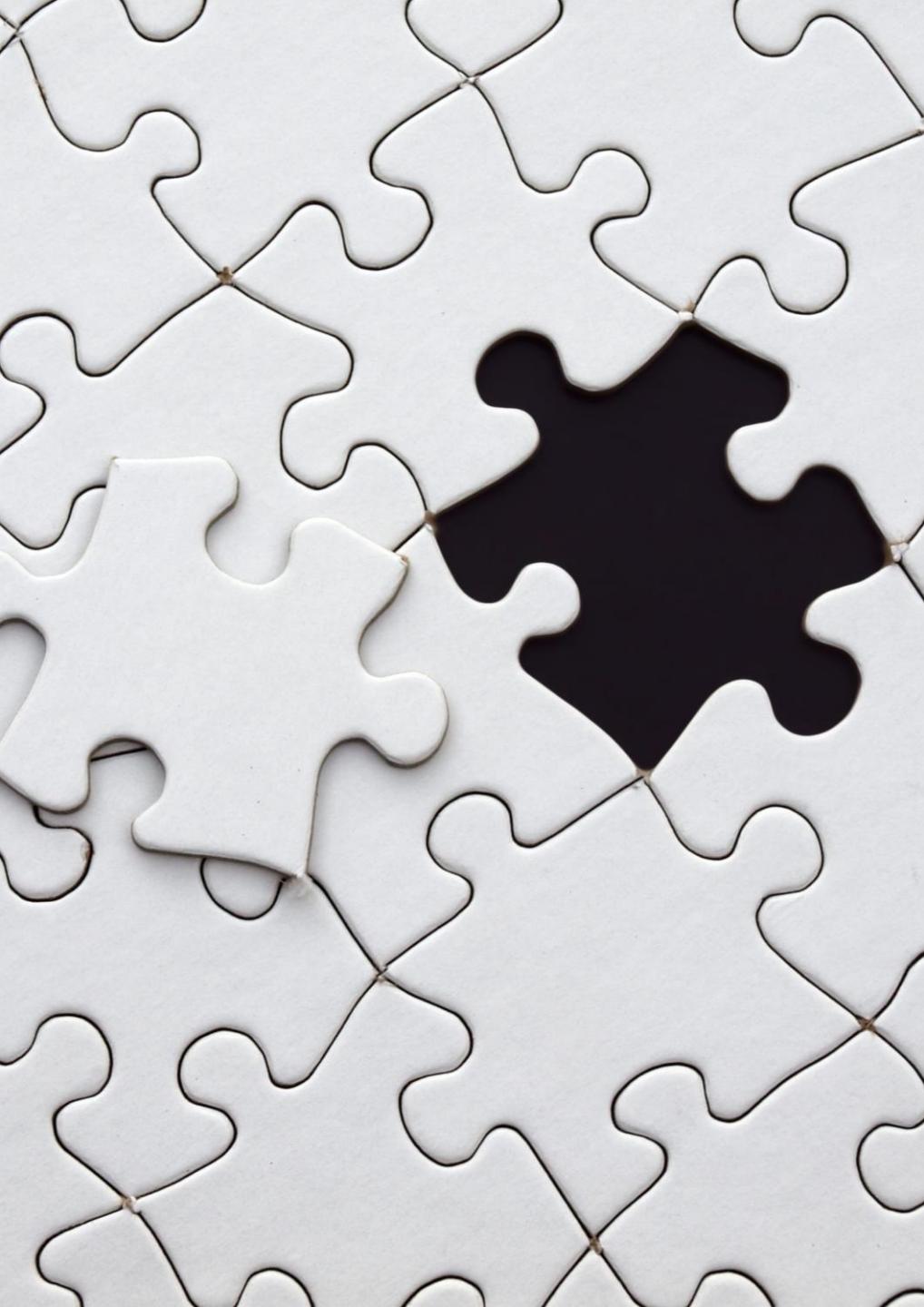
# Contexte – Microbiome Humain

- Le microbiome est complexe
- Appel à plus d'écologie :
  - Pour établir et évaluer les relations causales (Vonaesch et al., 2018; Klassen, 2020; Schneider, 2020, 2023)
  - Dans les présupposés ontologiques et méthodologiques (Suárez, 2024; Schneider, 2025)

## Contexte – Intégration

- Qu'est-ce que cela veut dire ? Lien avec le thème de l'unification en sciences
- Focus sur **l'explication** (e.g., Kitcher, 1981; Mitchell, 2004; Brigandt, 2010)
- Et sur les **méthodes** et les **données** (e.g., O'Malley and Soyer, 2012; Leonelli and Tempini, 2020)

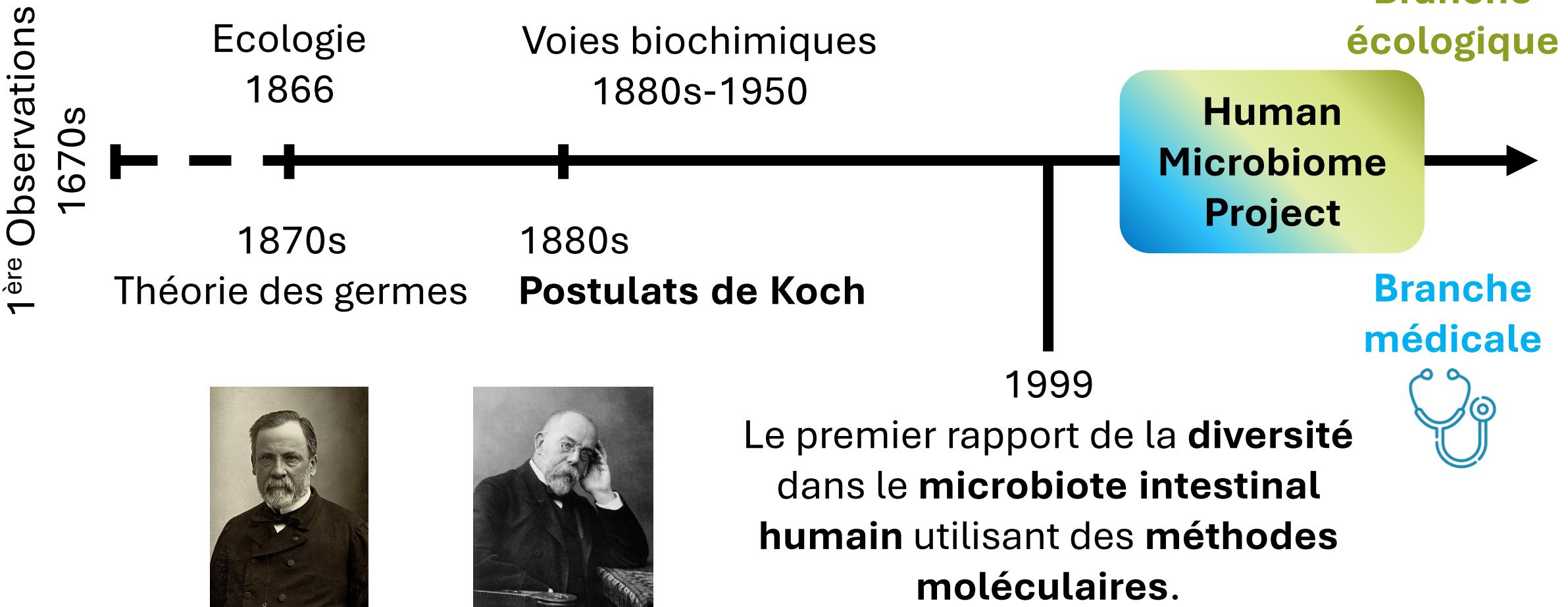




# Mon argument

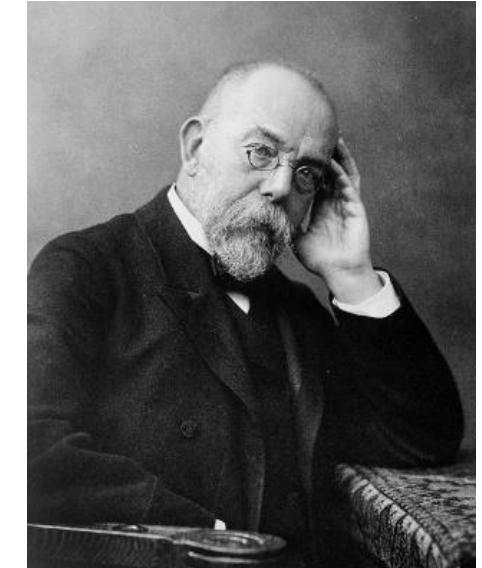
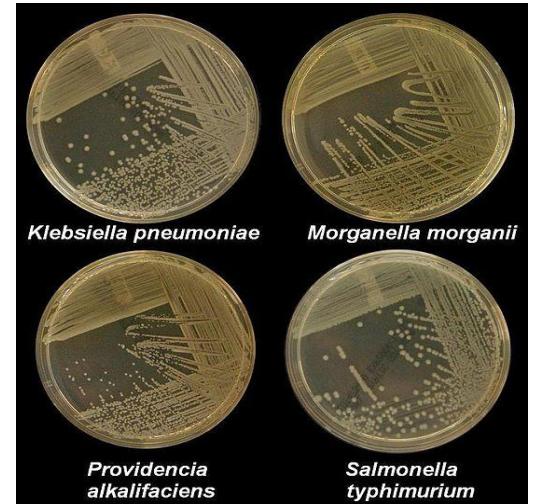
1. L'histoire de la microbiologie est constituée de **différents chemins**.
2. Ces chemins se caractérisent par des présupposés **ontologiques, méthodologiques et épistémiques** différents et distincts.
3. Ces différents **présupposés** sont encore présents dans les études contemporaines sur le microbiome.
4. **Conclusion:** Nous avons besoin d'intégration, mais laquelle ?

# 1. Une courte histoire de la Microbiologie



# 1. Microbiologie médicale

- Un **réductionnisme méthodologique** (e.g., culture pure)
- Le présupposé d'une **architecture causale simple et homogène** (e.g., la théorie des germes)
- Une séparation claire entre les différents éléments causaux (e.g., l'hôte et les micro-organismes)
- **But :** Prouver la théorie des germes en isolant un unique agent (micro-organisme)



# 1. Ecologie microbienne



- Une méthode “**environnementale**” (e.g., méthode élective)
- **Architecture causale plus complexe : fonctions réelles** (contrairement aux fonctions prédictes), **flux de matière ou d'énergie, interactions entre micro-organismes, processus dynamiques et dépendants du contexte**
- **But** : Comprendre la dynamique des environnements naturels (en particulier sol et eau)

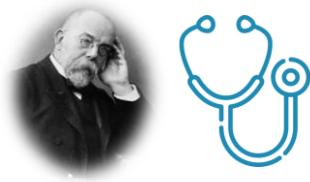


## 2. Différents Présupposés

	Koch – Microbiologie médicale	Winogradsky – Ecologie microbienne	Références
Méthodologie	Culture pure	Méthode élective Colonne de Winogradsky	Winogradsky, 1949; Ackert, 2013; Schneider, 2025
Aspects ontologiques	Individualité microbienne en termes d' <b>autonomie</b> et de <b>traits innés</b> . Deux systèmes (hôte vs. microbiome)	Individualité microbienne en termes d' <b>interdépendence et processus physiologiques</b> Un cycle (de la vie)	Penn and Dworkin, 1976; Schneider, 2025
Explications	Causale	Causale? Motifs généraux	Carter, 2003; Ross and Woodward, 2016
But	Prouver la théorie des germes	Comprendre la dynamique des environnements naturels	Winogradsky, 1949; Carter, 2003

# 3. La recherche contemporaine sur le microbiome

Microbiologie médicale



- **Méthodologie** : experimentation animale (souris), expressions de gènes, -omics, immunologie.

# 3. La recherche contemporaine sur le microbiome

## Microbiologie médicale



- **Méthodologie** : experimentation animale (souris), expressions de gènes, -omics, immunologie.
- **Conceptuellement** : tentative de modification des **postulats de Koch**.

PERSPECTIVES

INFECTIOUS DISEASE

### *Adapting Koch's postulates*

Criteria for disease causation must take microbial interactions into account

By Allyson L. Byrd<sup>1,2</sup> and Julia A. Segre<sup>1</sup>

REVIEW ARTICLE

### Pathogens, microbiome and the host: emergence of the ecological Koch's postulates

Pascale Vonaesch, Mark Anderson and Philippe J. Sansonetti\*

Unité de Pathogénie Microbienne Moléculaire, Institut Pasteur, 28 Rue du Dr. Roux, Paris 75015, France

### Commensal Koch's postulates: establishing causation in human microbiota research

B Anne Neville<sup>1</sup>, Samuel C Forster<sup>1,2,3</sup> and Trevor D Lawley<sup>1</sup>

# 3. La recherche contemporaine sur le microbiome

Microbiologie médicale



- **Méthodologie** : experimentation animale (souris), expressions de gènes, -omics, immunologie.
- **Conceptuellement** : tentative de modification des **postulats de Koch**.
- **Explication** : Causale et souvent (mais pas toujours) **mono-causale** et **homogène**

---

nature reviews gastroenterology & hepatology

<https://doi.org/10.1038/s41575-025-01041-3>

---

Consensus statement

Check for updates

A Consensus Statement on establishing causality, therapeutic applications and the use of preclinical models in microbiome research

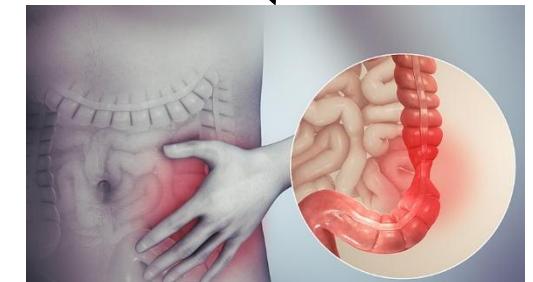
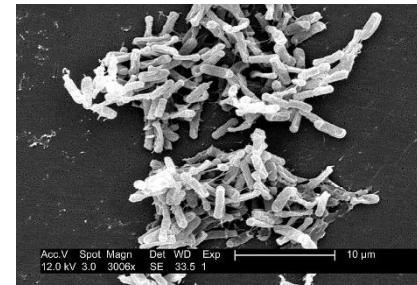
Amira Metwaly <sup>1,2,36</sup>, Aicha Kriaa <sup>3,36</sup>, Zahra Hassani <sup>4</sup>, Federica Carraturo <sup>5</sup>, Celine Druart <sup>6</sup>, IHMCSA Consortium\*, Kaline Arnauts <sup>7</sup>, Paul Wilmes <sup>8,9</sup>, Jens Walter <sup>10</sup>, Stephan Rossart <sup>11,12</sup>, Mahesh S. Desai <sup>13</sup>, Joel Dore <sup>3,14</sup>, Hervé M. Blottiere <sup>14,15</sup>, Emmanuelle Maguin <sup>3,36</sup> & Dirk Haller <sup>1,2,36</sup>

# 3. La recherche contemporaine sur le microbiome

Microbiologie médicale



- **Méthodologie** : experimentation animale (souris), expressions de gènes, -omics, immunologie.
- **Conceptuellement** : tentative de modification des **postulats de Koch**.
- **Explication** : Causale et souvent (mais pas toujours) **mono-causale** et **homogène**



# 3. La recherche contemporaine sur le microbiome

**Ecologie microbienne**



- **Méthodologie : Construction et analyse de réseaux**, souvent, avec peu de données expérimentales – simulations
- **Conceptuellement** : Centré sur les **motifs d'interactions**, le réseaux, pour expliquer le statut d'une communauté.
- **Explication : Causale?**

MICROBIOME

**The ecology of the microbiome: Networks, competition, and stability**

Katharine Z. Coyte,<sup>1,2\*</sup> Jonas Schluter,<sup>1,2,3\*</sup> Kevin R. Foster<sup>1,2,†</sup>



ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-020-17180-x> OPEN

An ecological framework to understand the efficacy of fecal microbiota transplantation

Yandong Xiao<sup>1,2</sup>, Marco Tulio Angulo<sup>1,3,4</sup>, Songyang Lao<sup>1</sup>, Scott T. Weiss<sup>2</sup> & Yang-Yu Liu<sup>1,2,5</sup>

nature  
ecology & evolution

REVIEW ARTICLE

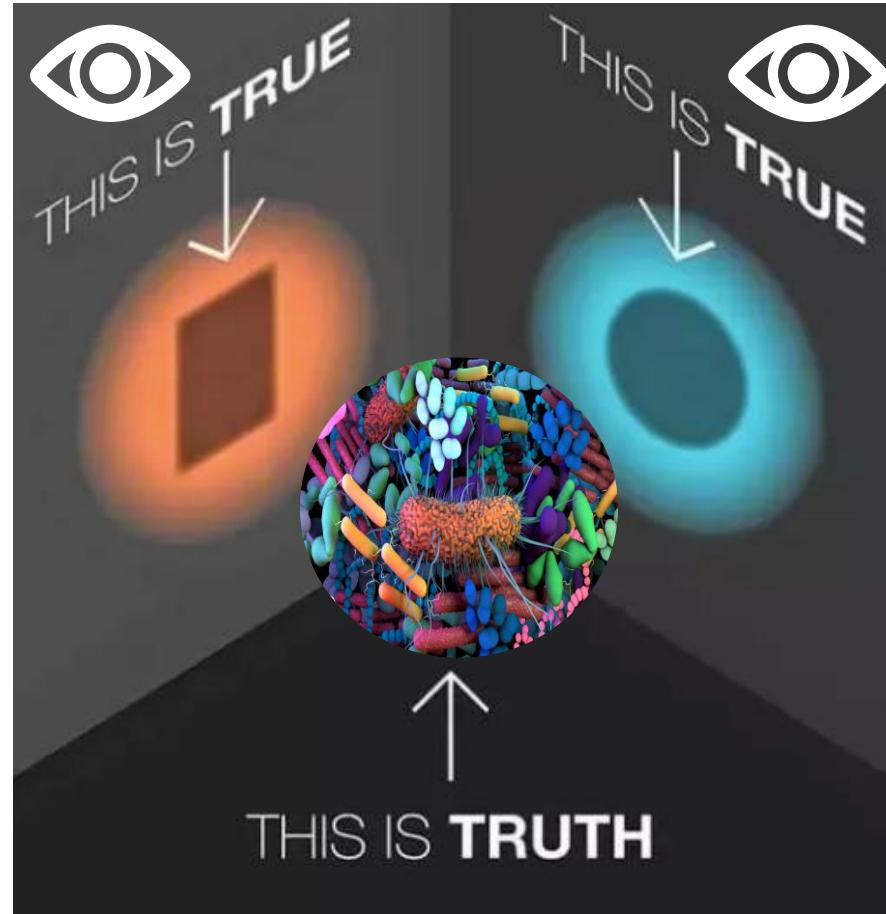
<https://doi.org/10.1038/s41559-022-01746-7>



**Ecological modelling approaches for predicting emergent properties in microbial communities**

Naomi Iris van den Berg<sup>1</sup>, Daniel Machado<sup>2</sup>, Sophia Santos<sup>1,3</sup>, Isabel Rocha<sup>4</sup>, Jeremy Chacón<sup>5</sup>, William Harcombe<sup>5</sup>, Sara Miti<sup>6</sup> and Kiran R. Patil<sup>1,7</sup>

### 3. La recherche contemporaine sur le microbiome



# 3. Perspective?

01

Vision du monde  
(DeWitt, 2004);  
Paradigme (Kuhn,  
1962); Programme  
(Lakatos, 1970); etc.

02

Plus récemment:  
Systèmes d'information (Giere,  
(Chang, 2004); Répertoires de  
Répertoires et Leonardi,  
and Leonardo, 2004); etc.

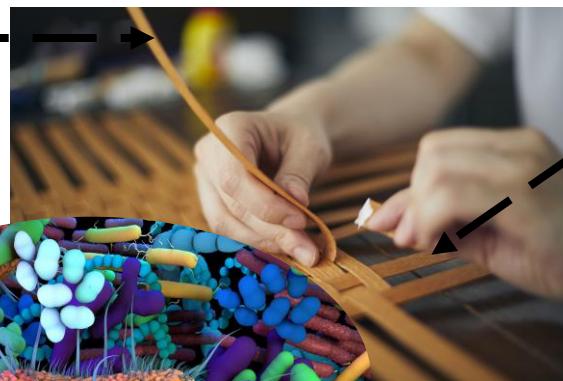
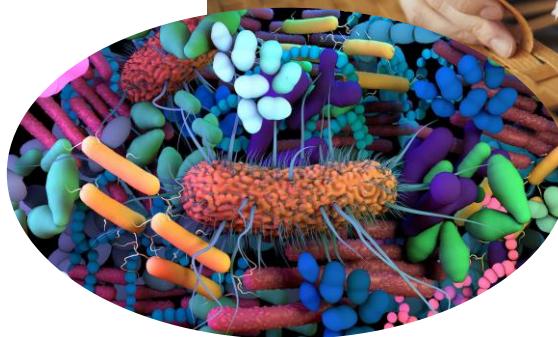
3

04

L'idée centrale est  
que les différences  
sont fortes et  
peuvent empêcher  
l'intégration.



## 4. Intégrer les deux perspectives



## 4. Intégrer les deux perspectives

- Facteurs contribuant à une bonne **intégration** :
  - Dépend du contexte et du problème poursuivi (Brigandt, 2010)
  - Quel est le but de l'intégration ? (O'Malley and Soyer, 2012)  
⇒ **Se passe à plusieurs niveaux**
- **Méthodologie** : Intégration des approches multiomics avec les cultures microbiennes, les approches computationnelles et les simulations – **De quelles innovations technologiques les études de microbiome ont-elles besoin ?**
- **Conceptuellement** : Au-delà du ciblage de pathogènes spécifiques ou de micro-organismes « miracles », il s'agit désormais de gérer l'ensemble de la communauté microbienne/holobionte et d'étudier ses interactions dynamiques.



Image by [Anna](#) from Pixabay

## 4. “Tisser” les deux perspectives

- « Si les approches et les chercheurs sont trop éloignés en termes de perspective, l'intégration est difficile à réaliser de manière significative. » (O’Malley and Soyer, 2012, p. 65, ma traduction).

⇒ **Tisser** : Une métaphore pour « réunir plusieurs modes de connaissance de manière respectueuse, sans interférer avec les qualités et les processus de chaque système de connaissance » (également vision du monde, paradigmes de recherche) (<https://weavingknowledges.ca/>).

- Comment tisser différentes perspectives de manière pertinente ?
- Faisabilité ?



Image by [Alicja](#) from Pixabay



# Conclusion

- L'histoire de la microbiologie est faite de deux chemins différents menant à deux **perspectives** de la microbiologie – caractérisées par différents **présupposés ontologiques, méthodologiques et épistémiques**
- Ces différentes **perspectives** sont encore présentes dans la recherche contemporaine sur le microbiome humain
- **Elles présentent un défi pour l'intégration, alors que cette intégration semble nécessaire pour comprendre les phénomènes complexes du microbiome**
- **Comment aller de l'avant ?**

# Merci !



<https://apotiron.github.io>

[a.i.potiron@uu.nl](mailto:a.i.potiron@uu.nl)

[potiron.aline@gmail.com](mailto:potiron.aline@gmail.com)