

# *Modèles écologiques disponibles en R pour l'exploration microbienne dans les sols agricoles*

**Thiago Gumiere**

*Ph.D in Soil Microbiology*

*Postdoctoral Researcher | INRS - Eau Terre Environnement (ETE)*



# Structure de présentation

1

- Définitions

2

- Diversité microbienne

3

- Modèles écologiques | Species-abundance models

4

- Modèles écologiques | Generalist vs. specialist

5

- Modèles écologiques | Core microbiome

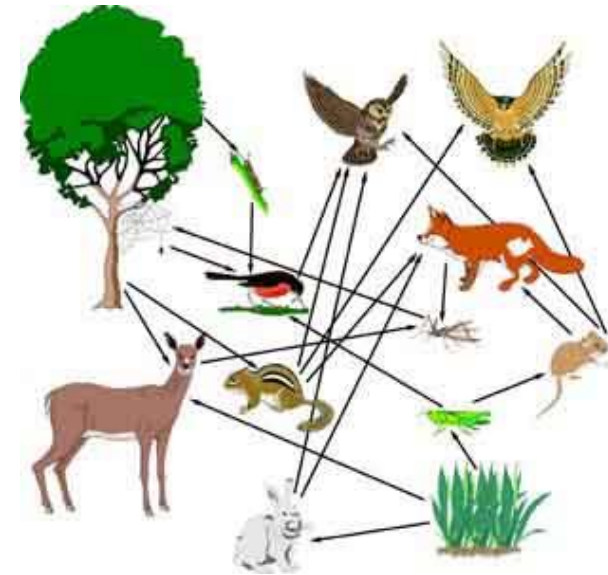
# Définitions

## Écologie

Science qui étudie les écosystèmes

C'est l'étude scientifique de la distribution et de l'abondance des êtres vivants

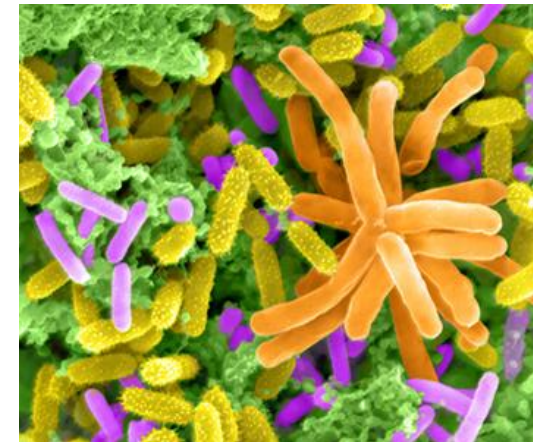
Il considère les interactions qui déterminent la structure de la communauté



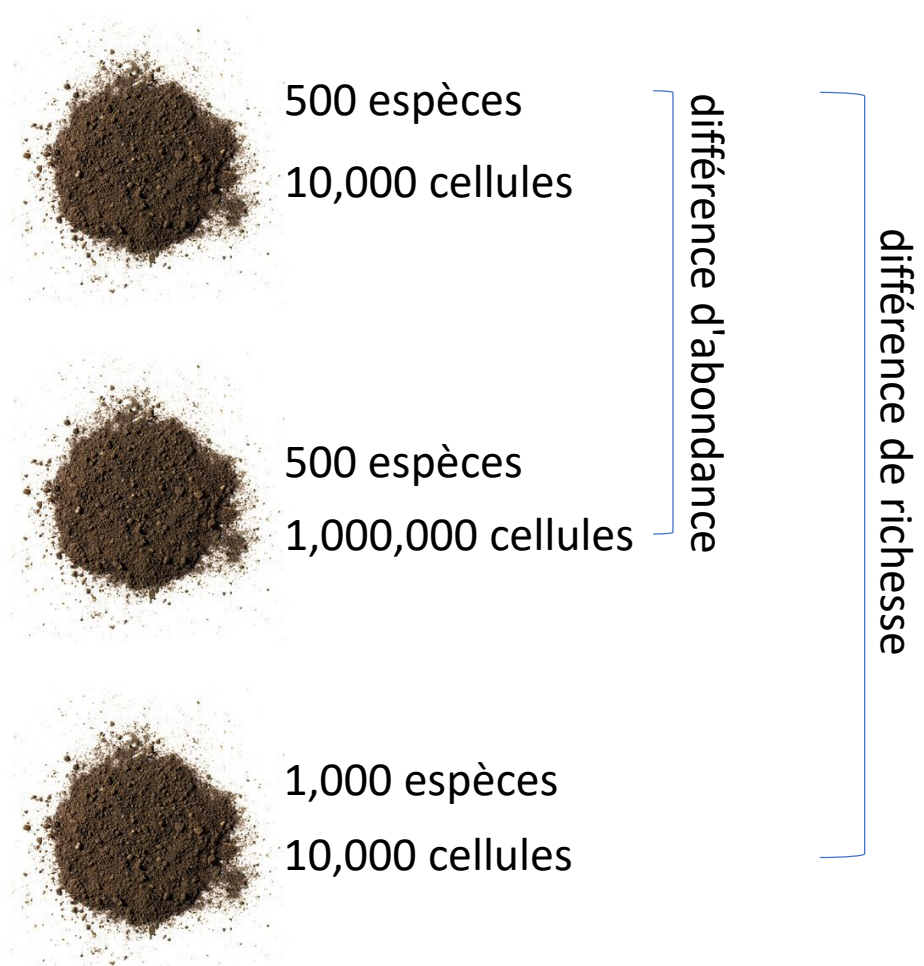
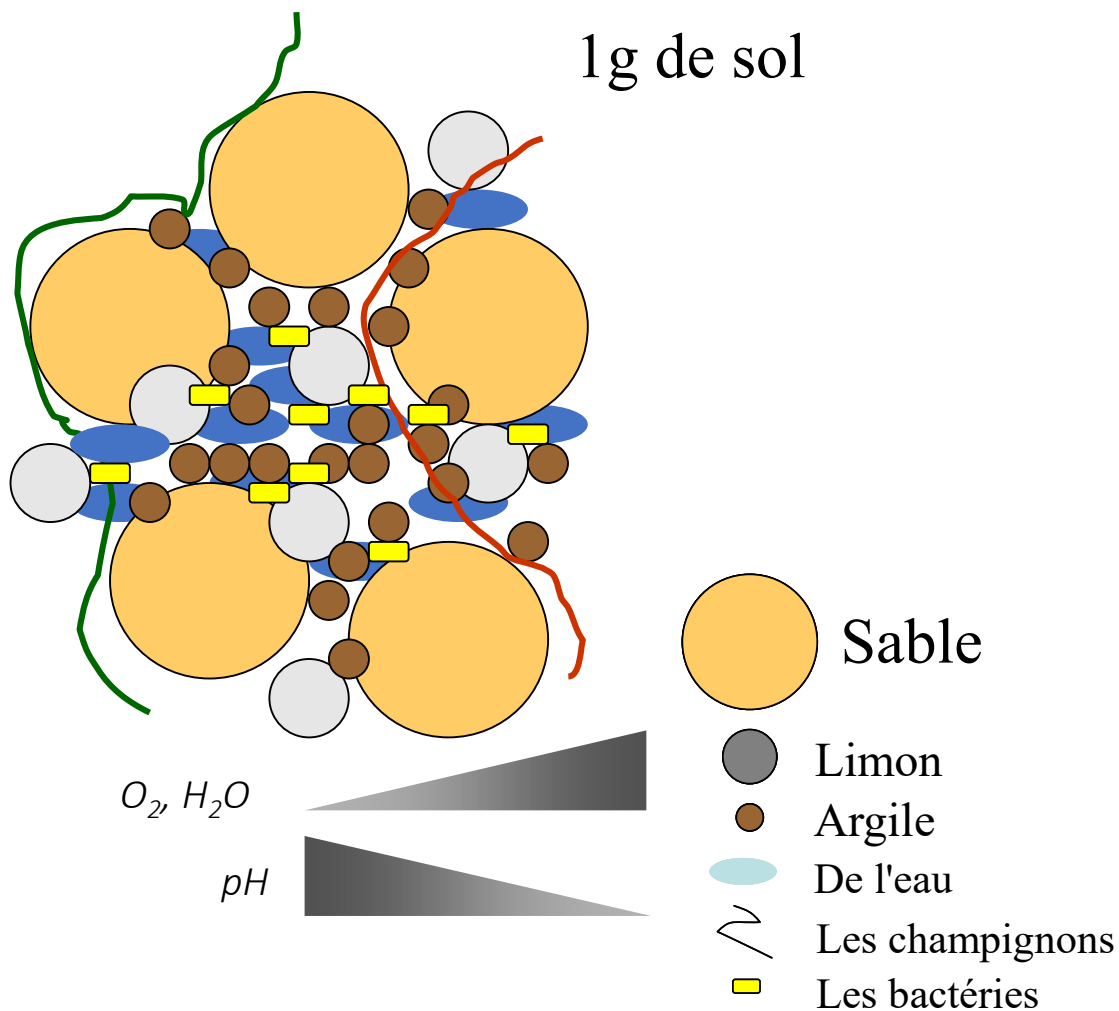
## Écologie microbienne

Science qui étudie la structure des communautés microbiennes

**Diversité = richesse + abondance**



# Diversité microbienne



De quel système parle-t-on ??



Système agricole

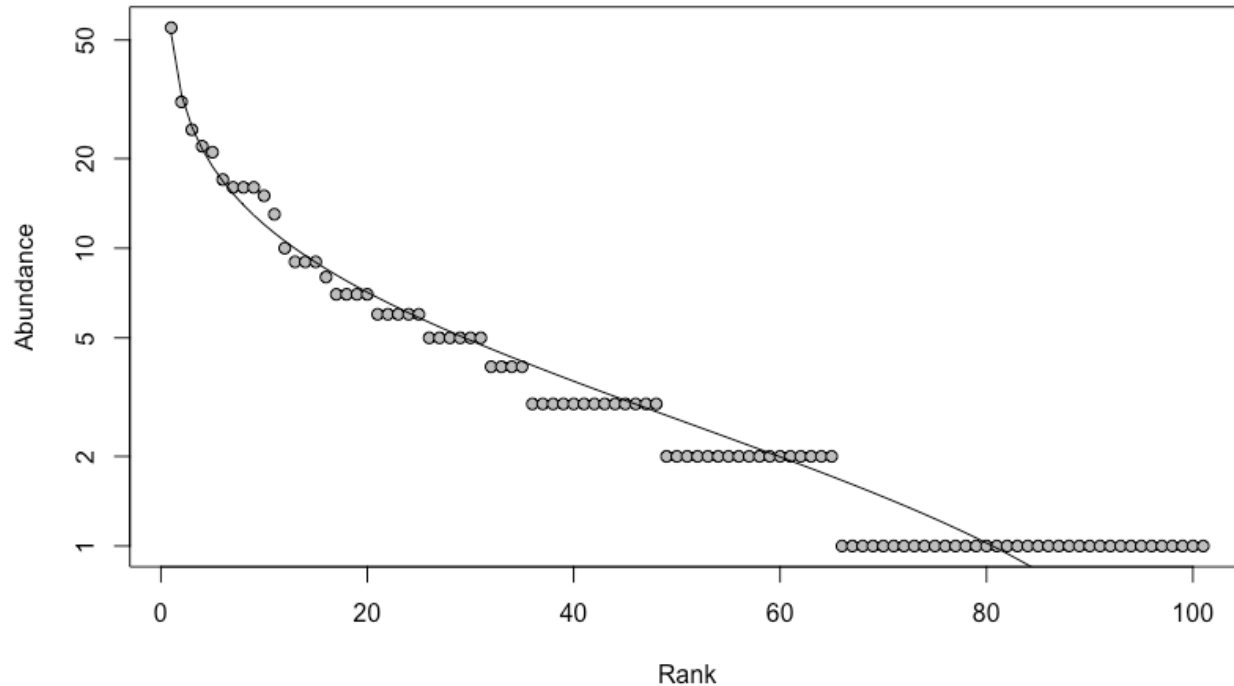


Système naturel

# Modèles écologiques

# Modèles écologiques

**Modèles espèce-abondance (Species-abundance models) ou SAD models** Des modèles qui tentent d'expliquer la distribution d'abondance de chaque espèce.



**vegan: Community Ecology Package**

```
mod <- radfit(BCI[1,])
```

```
plot(mod)
```

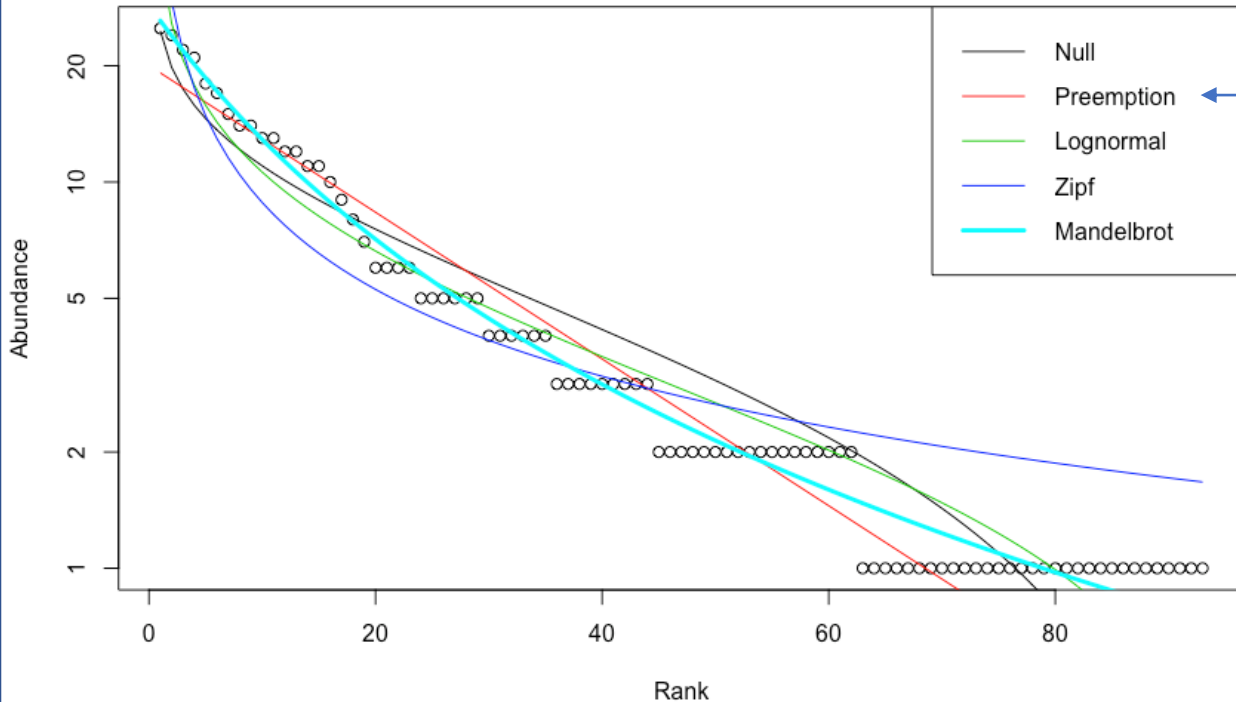
Leibold MA, McPeck MA. (2006). Coexistence of the niche and neutral perspectives in community ecology. *Ecology* 87: 1399–1410.

Jongman RHG, Ter Braak CJF, Van Tongeren OFR. (1995). *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

# Modèles écologiques

**Modèles espèce-abondance (Species-abundance models) ou SAD models**

Des modèles qui tentent d'expliquer la distribution d'abondance de chaque espèce.



**Deterministic distribution (Niche-based theories)**

Les théories basées sur les niches suggèrent que les variations interspécifiques dans les écologies des espèces permettent de diviser des ressources limitées entre espèces concurrentes et de différencier les espaces de niche entre toutes les espèces d'une même communauté (Leibold et McPeck, 2006).

Les théories de niche prédisent que les changements dans la composition des espèces seront liés aux changements dans les variables environnementales (Jongman et al., 1995).

```

vegan: Community Ecology Package
mod <- radfit(BCI[1,])
plot(mod)

```

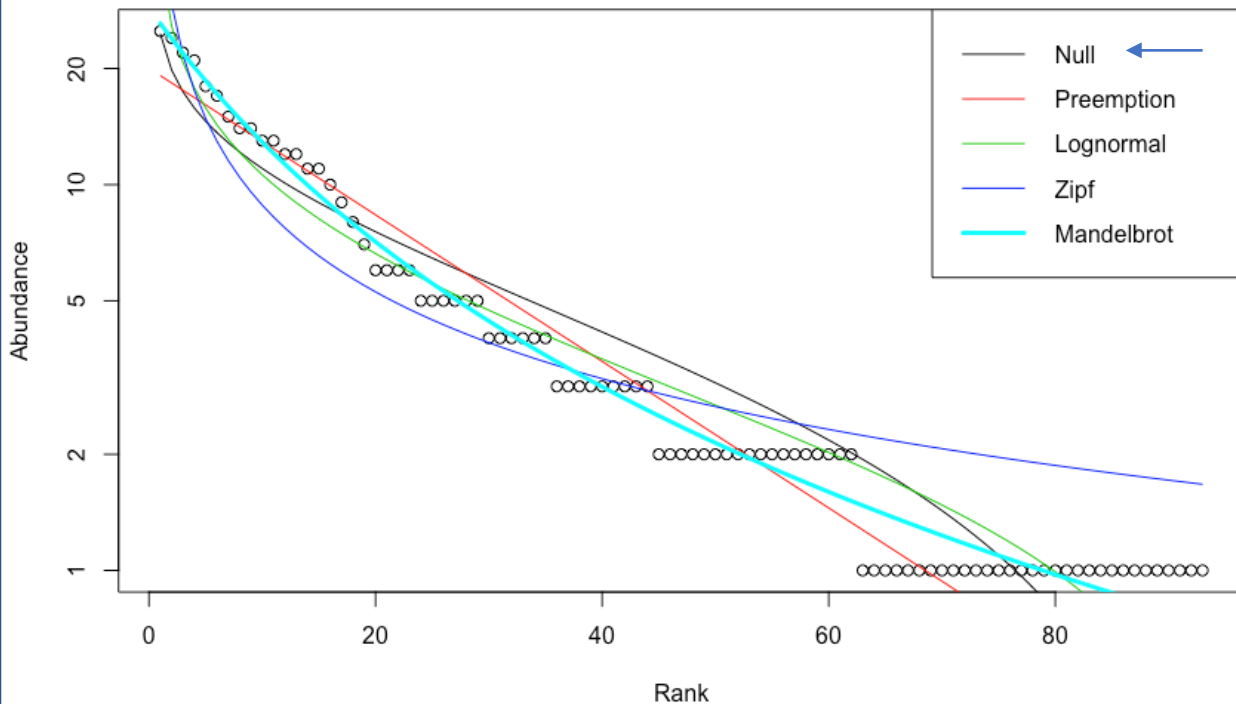
Leibold MA, McPeck MA. (2006). Coexistence of the niche and neutral perspectives in community ecology. *Ecology* 87: 1399–1410.

Jongman RHG, Ter Braak CJF, Van Tongeren OFR. (1995). *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.



# Modèles écologiques

**Modèles espèce-abondance (Species-abundance models)** Des modèles qui tentent d'expliquer la distribution d'abondance de chaque espèce.



```

vegan: Community Ecology Package
mod <- radfit(BCI[1,])
plot(mod)

```

## Distribution stochastique (Neutral théorie)

Cette théorie est *neutre*, car elle suppose que tous les individus d'une communauté sont strictement équivalents en ce qui concerne leurs perspectives de reproduction et de mort. Bien que les théories de niche élaborées sur la coexistence des espèces (Chesson, 2000; Chase et Leibold, 2003) soient ignorées, Hubbell (2001) a montré que sa théorie était capable de résumer un nombre surprenant de modèles empiriques d'abondance des espèces.

Les théories neutres prédisent que les changements dans la composition des espèces seront liés à la distance géographique entre les échantillons en raison de la limitation de la dispersion.

# Modèles espèce-abondance



The **ISME** Journal  
Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology

Original Article | Published: 20 February 2014

Microbial population and community ecology

## Taxonomical and functional microbial community selection in soybean rhizosphere

Lucas W Mendes, Eiko E Kuramae, Acácio A Navarrete, Johannes A van Veen  & Siu M Tsai

*The ISME Journal* **8**, 1577–1587 (2014) | [Download Citation](#) 

La communauté microbienne du sol en vrac suit une distribution stochastique

L'abondance des espèces dans la rhizosphère correspond à la distribution déterministe

La communauté de la rhizosphère est sélectionnée sur la base de noyaux fonctionnels liés aux métabolismes de l'azote, du fer, du phosphore et du potassium, qui présentent des avantages pour la plante, tels que la stimulation de la croissance et la nutrition.

# Modèles écologiques

## Modèles écologiques

## Généraliste et spécialiste

**Les généralistes** sont des espèces capables de s'adapter à divers habitats

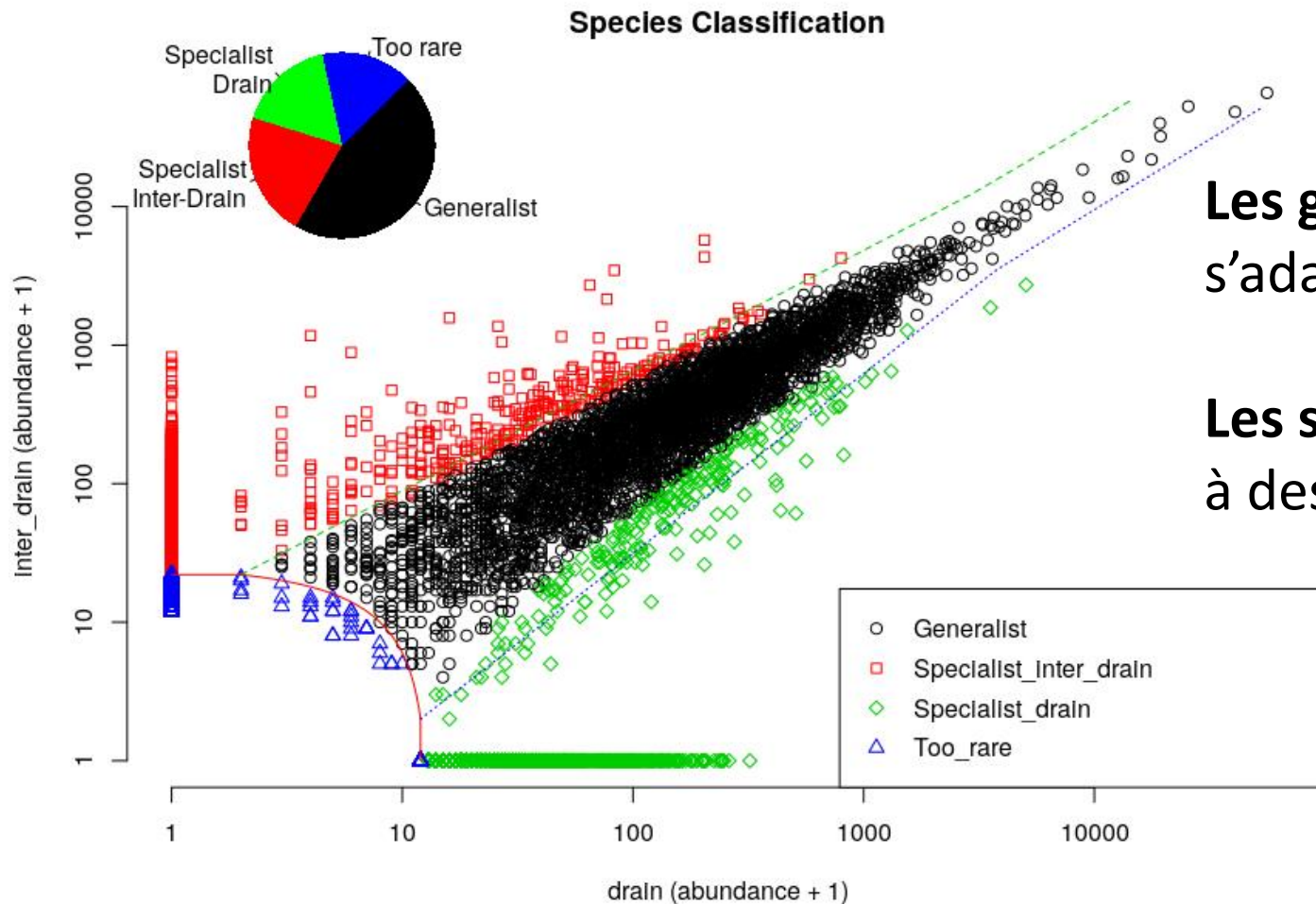
**Les spécialistes** sont des espèces qui s'adaptent à des habitats spécifiques

`vegan: Community Ecology Package`

```
> clamtest(comm, groups, coverage.limit = 10, specialization = 2/3, npoints = 20, alpha = 0.05/20)
```

# Modèles écologiques

## Généraliste et spécialiste



**Les généralistes** sont des espèces capables de s'adapter à divers habitats

**Les spécialistes** sont des espèces qui s'adaptent à des habitats spécifiques

**vegan: Community Ecology Package**

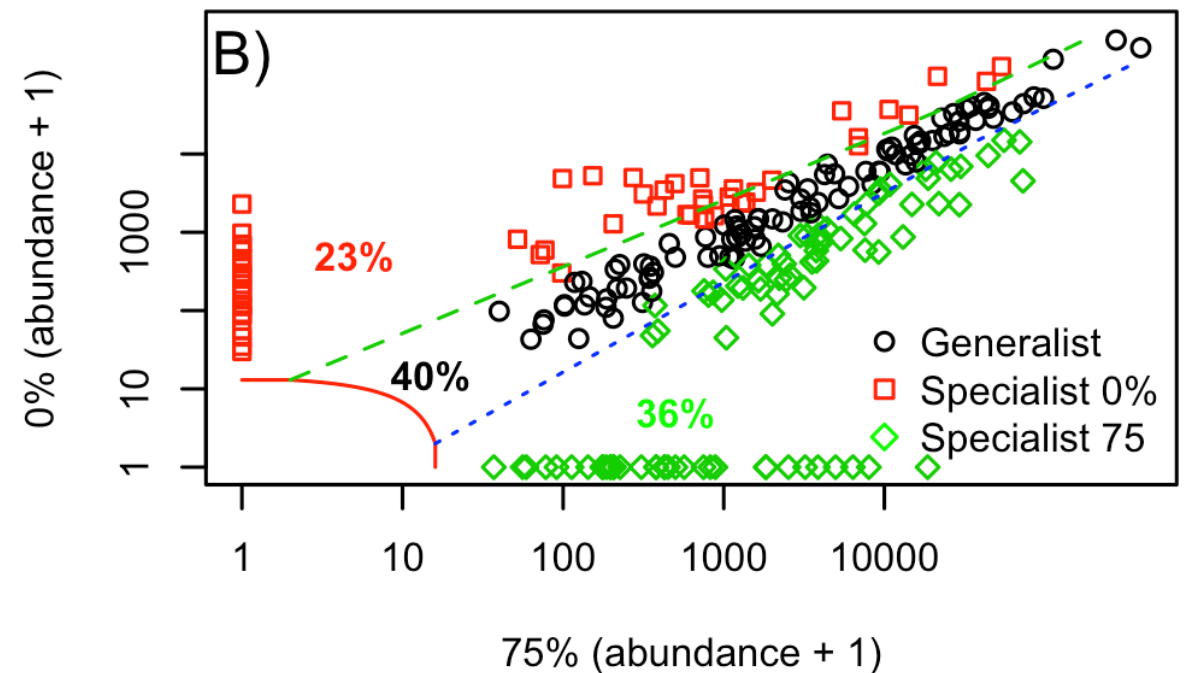
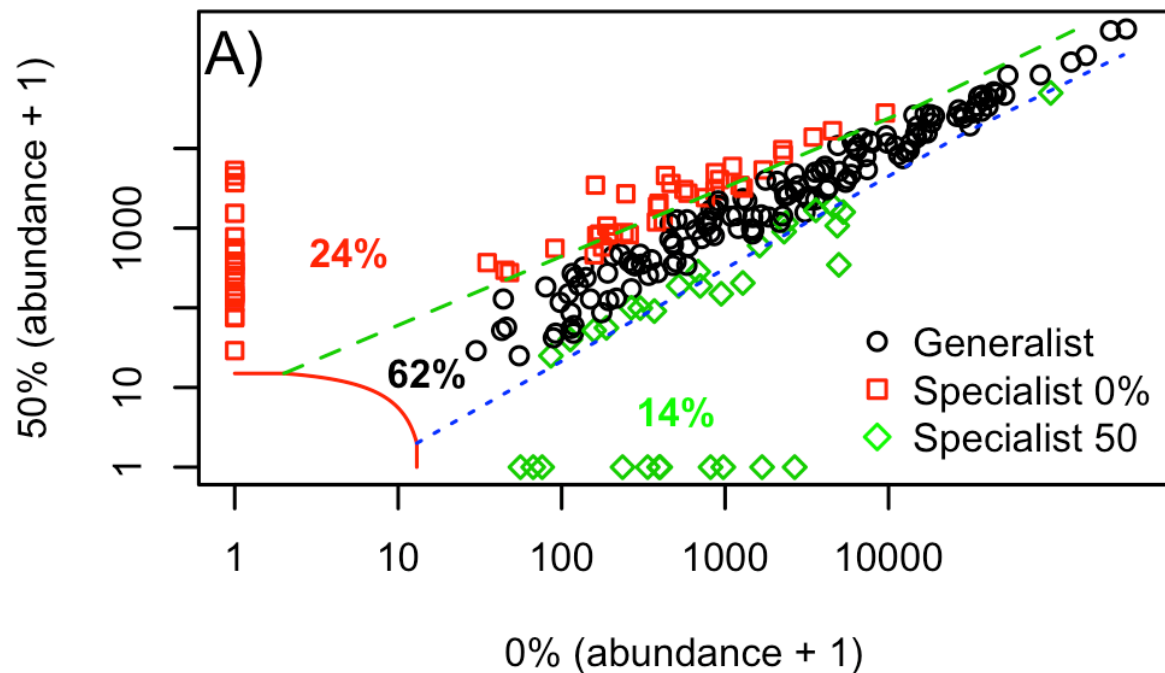
```
> clamtest(comm, groups, coverage.limit = 10, specialization = 2/3, npoints = 20, alpha = 0.05/20)
```

# Modèles écologiques

## Generalist vs. specialist

La paille de canne à sucre est utilisée pour la production d'énergie. Cependant, il est nécessaire de laisser une quantité de paille dans le sol en raison d'effets bénéfiques (tels que l'humidité, la température, etc.)

**Enlèvement de 50% ou 75% de la paille des champs ?**



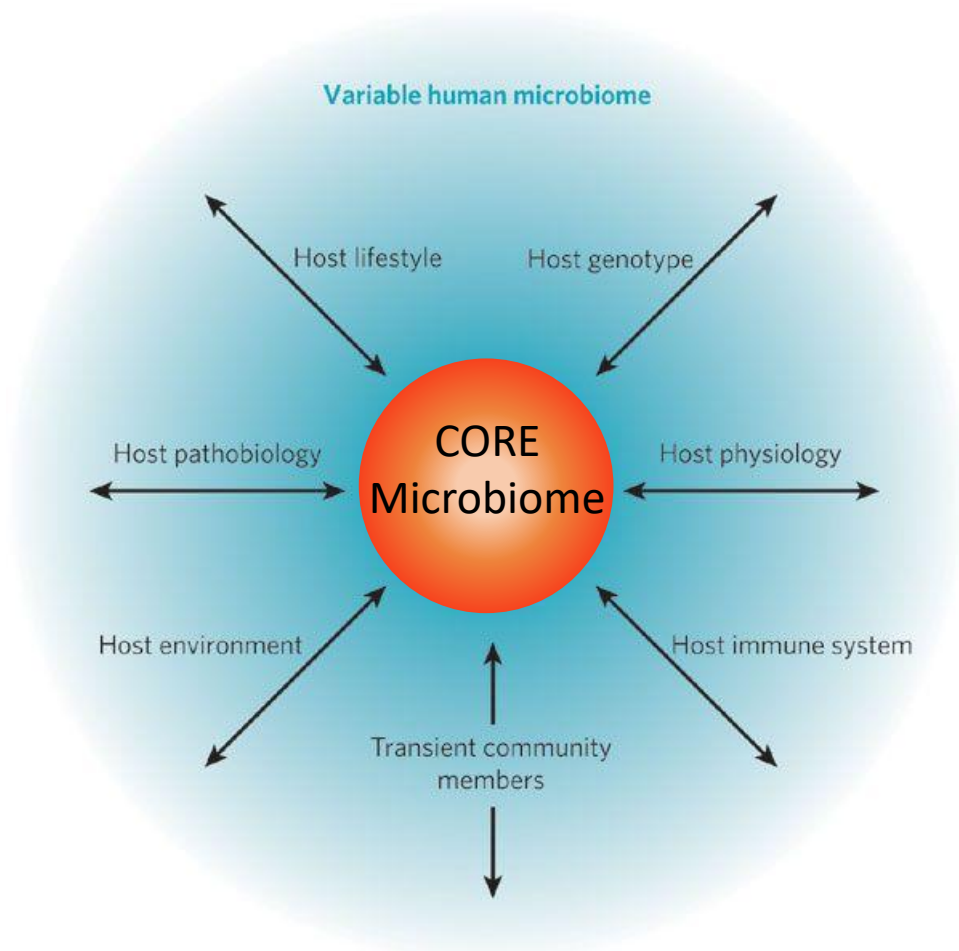
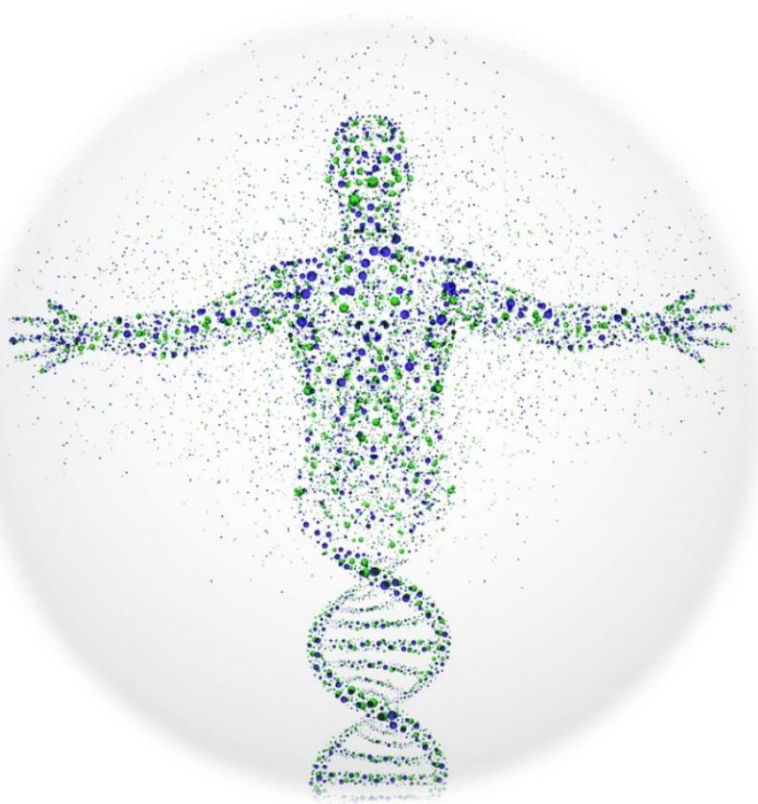
# Modèles écologiques

# Modèles écologiques

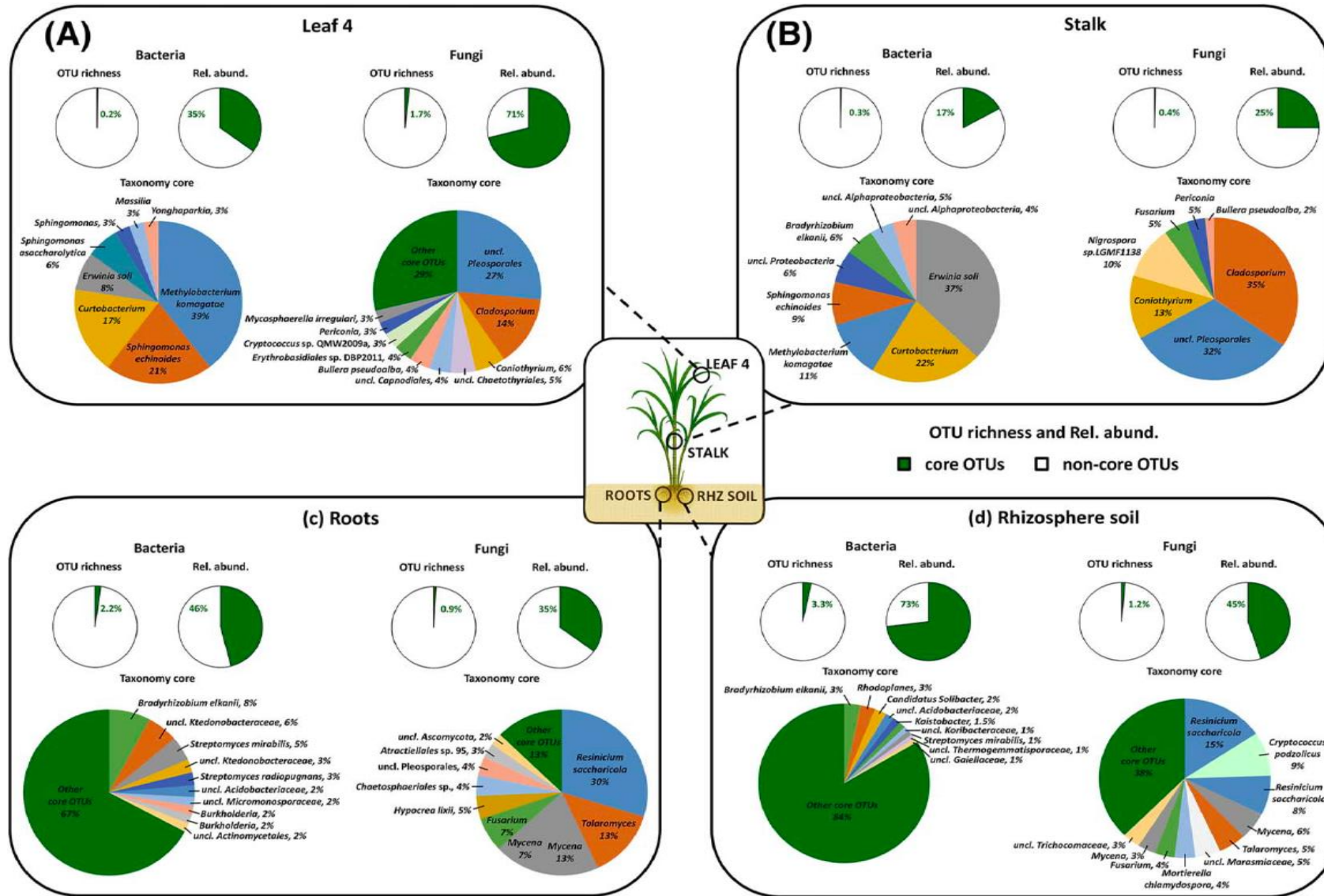
## Core microbiome

A core microbiome is comprised of the members common to two or more microbial assemblages associated with a habitat

(Turnbaugh et al., 2007)







## Core microbiome de la canne à sucre



## Core microbiome

Microorganismes avec une fréquence de 100% dans les échantillons

### A probabilistic model to identify the core microbial community

Thiago Gumiere, Kyle M. Meyer, Adam R. Burns, Silvio J. Gumiere, Brendan J. M. Bohannan, Fernando D. Andreote

doi: <https://doi.org/10.1101/491183>

## RAM: R for Amplicon- Sequencing-Based Microbial- Ecology

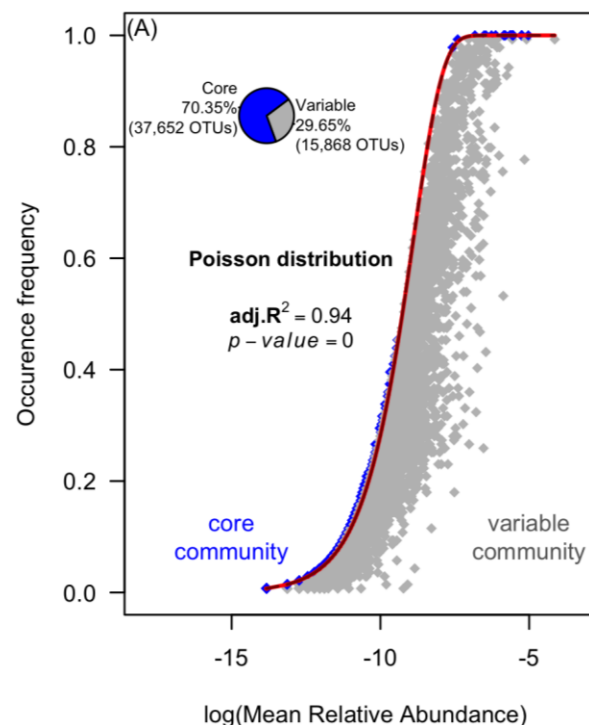
```
> core.OTU(data, meta, meta.factor="", percent=1)
```

OU

```
> core.OTU(data, meta, meta.factor="", percent=0.9)
```

```
> core.OTU(data, meta, meta.factor="", percent=0.8)
```

```
> core.OTU(data, meta, meta.factor="", percent=0.7)
```



Microorganismes qui se sont intégrés dans la Distribution de Poisson

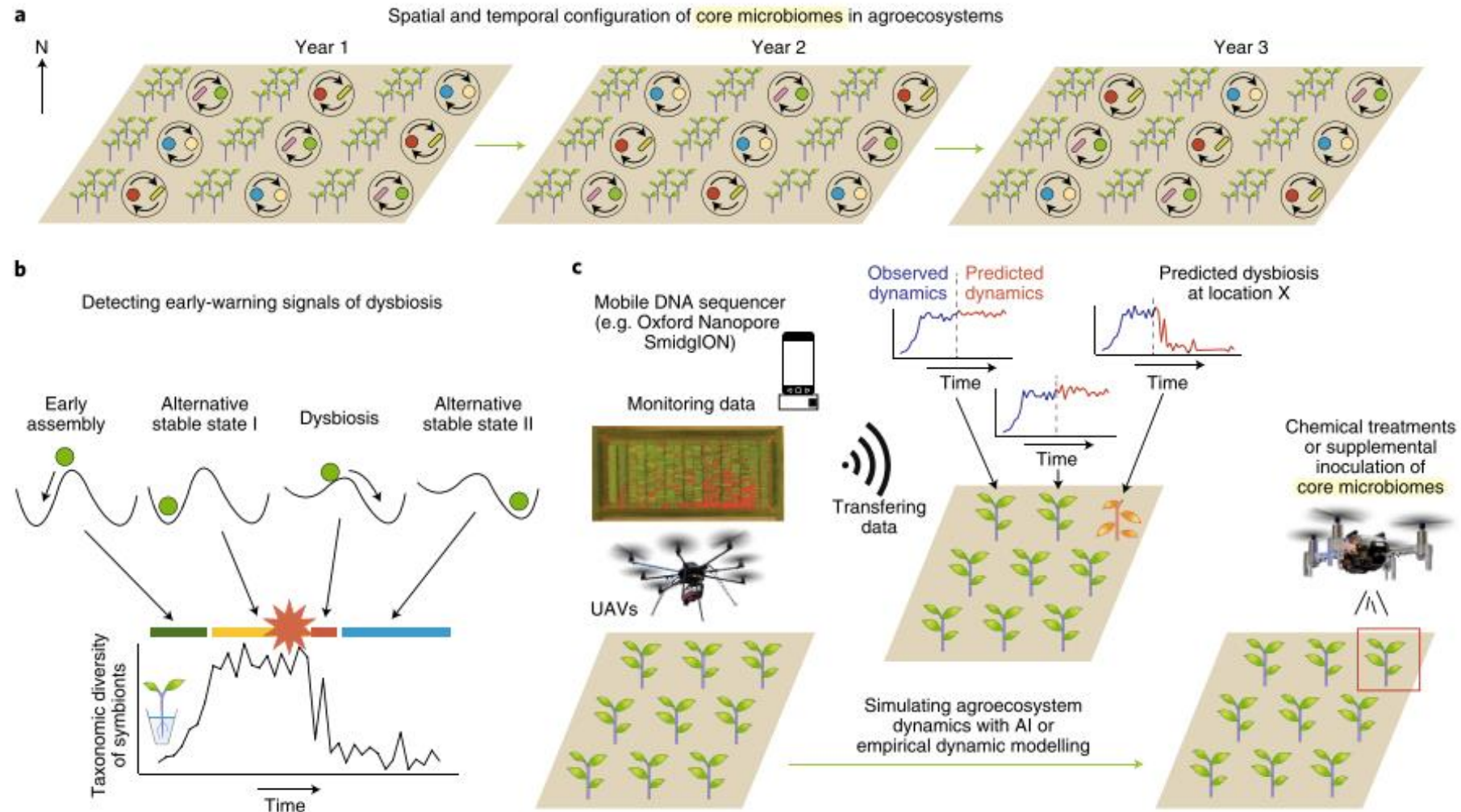
$$f(k; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!},$$

## Core microbiomes for sustainable agroecosystems

Hirokazu Toju<sup>1,2\*</sup>, Kabir G. Peay<sup>3</sup>, Masato Yamamichi<sup>4</sup>, Kazuhiko Narisawa<sup>5</sup>, Kei Hiruma<sup>2,6</sup>, Ken Naito<sup>7</sup>, Shinji Fukuda<sup>2,8,9,10</sup>, Masayuki Ushio<sup>1,2</sup>, Shinji Nakaoka<sup>2,11</sup>, Yusuke Onoda<sup>12</sup>, Kentaro Yoshida<sup>2,13</sup>, Klaus Schlaeppi<sup>14,15</sup>, Yang Bai<sup>16,17</sup>, Ryo Sugiura<sup>2,18</sup>, Yasunori Ichihashi<sup>2,19,22</sup>, Kiwamu Minamisawa<sup>20</sup> and E. Toby Kiers<sup>21</sup>

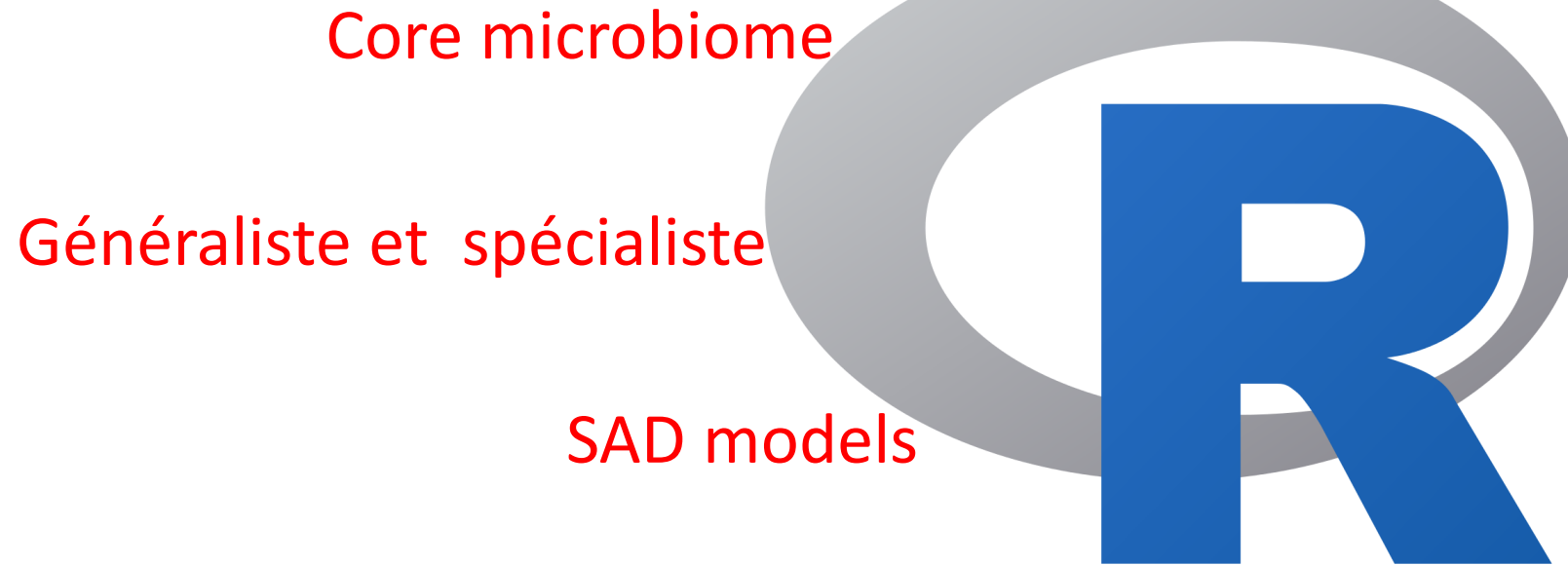
## Core microbiome

Indicateur de  
qualité du  
système de  
production



# Considérations finales

*Modèles écologiques pour l'exploration microbienne dans les sols agricoles*



# Considérations finales

## The future of food and agriculture

## Trends and challenges

### CHALLENGES

- 1 Sustainably improving agricultural productivity to meet increasing demand
- 2 Ensuring a sustainable natural resource base
- 3 Addressing climate change and intensification of natural hazards
- 4 Eradicating extreme poverty and reducing inequality
- 5 Ending hunger and all forms of malnutrition
- 6 Making food systems more efficient, inclusive and resilient
- 7 Improving income earning opportunities in rural areas and addressing the root causes of migration
- 8 Building resilience to protracted crises, disasters and conflicts
- 9 Preventing transboundary and emerging agriculture and food system threats
- 10 Addressing the need for coherent and effective national and international governance

**Les 3 premiers défis peuvent être surmontés avec des études en microbiologie agricole**

# Merci pour votre attention

*« Les espèces qui survivent ne sont pas les espèces les plus fortes, ni les plus intelligentes, mais celles qui s'adaptent le mieux aux changements »*  
(Charles Darwin)



[thiago.gumiere@gmail.com](mailto:thiago.gumiere@gmail.com)