



# MetaPDOcheese: Cartographie de la diversité microbienne des laits et des fromages AOP français et exploration des déterminants technologiques

**Céline Delbès** (UMRF, INRAE, UCA, VAS, Aurillac)

[celine.delbes@inrae.fr](mailto:celine.delbes@inrae.fr)

**Françoise Irlinger** (UMR SAYFOOD, INRAE, AgroParisTech, Grignon)

[francoise.irlinger@inrae.fr](mailto:francoise.irlinger@inrae.fr)



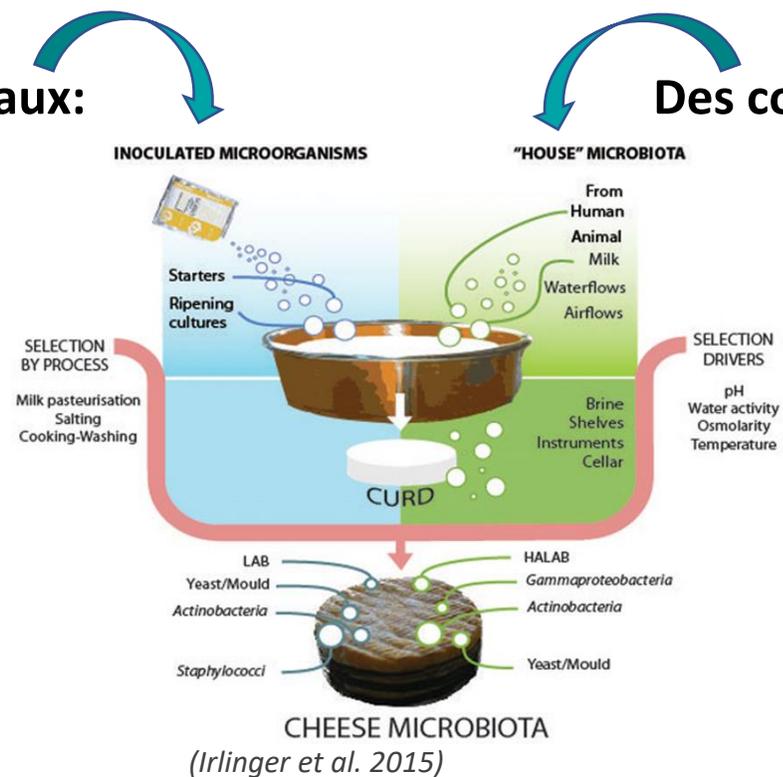
**INRAE**

Fromages au Lait cru  
Novembre, 16 - 17, 2023, Aurillac, France

# La communauté microbienne des fromages

**Des levains commerciaux:**  
(acidification et d'affinage)

**Des communautés microbiennes**  
**« locales »**



**Construites par les pratiques** (animal, alimentation, traite, saumure, matériel et locaux...)

**Essentielles mais peu de connaissances sur leur biodiversité et les facteurs qui la déterminent**



## ➤ Des objectifs partagés par les filières fromagères et les scientifiques

→ Acquérir des connaissances sur :

- la diversité bactérienne et fongique dans les laits et les fromages des filières AOP
- en lien avec les pratiques technologiques

→ Initier l'utilisation des méthodes métagénomiques par les acteurs des filières AOP

*Projet construit au sein du RMT Fromages de Terroirs (2015-2016)*

*Grand projet de séquençage 2017*



# ➤ Une campagne d'échantillonnage sans précédent

## 2800 laits et fromages

- 44 AOP, ~ 10 ateliers /AOP
- 10 laits + 10 productions (3 fromages / production) / AOP
- 370 laits et 2291 fromages (cœur et surface en triplicat)



Vache



Chèvre



Brebis



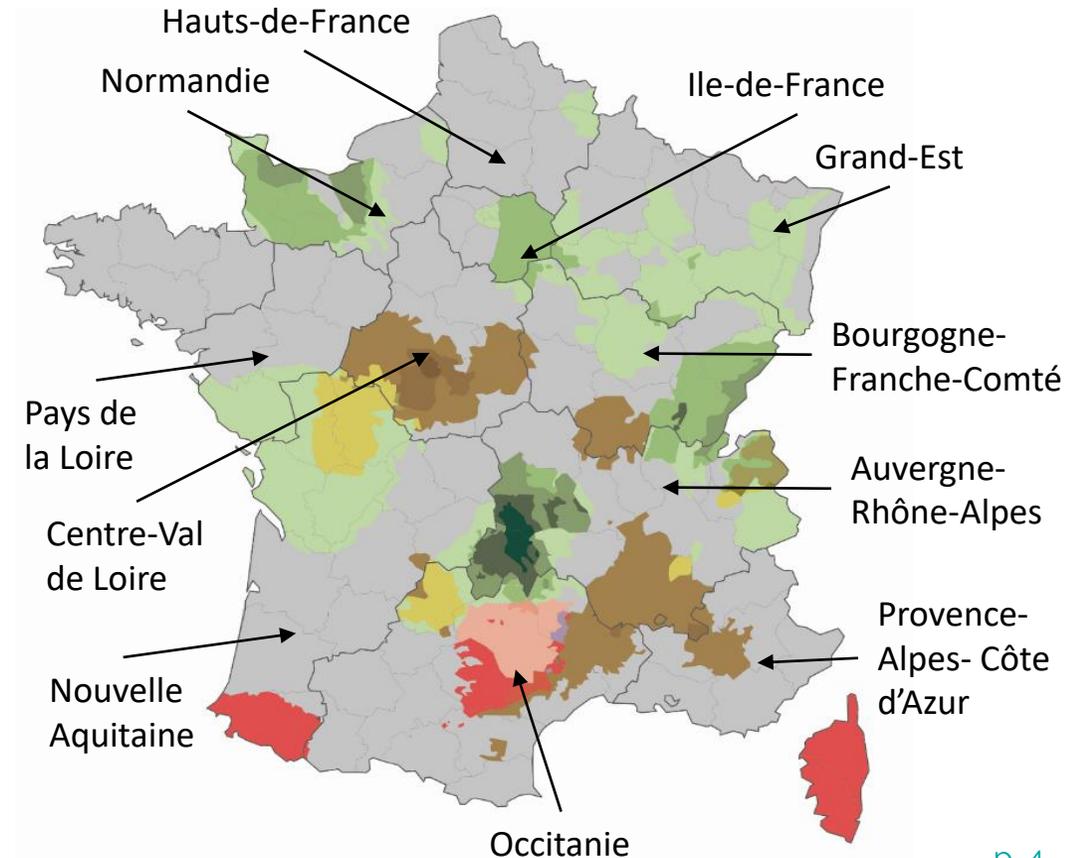
## Enquête sur les pratiques de production:

- 100 variables couvrant :
  - Origine parmi 11 régions françaises
  - Facteurs imposés par l'AOP (topographie, espèce laitière, temps d'affinage...)
  - Pratiques d'élevage (alimentation, hygiène...)
  - Facteurs conditionnels (saison, type de production, méthode de salage...)

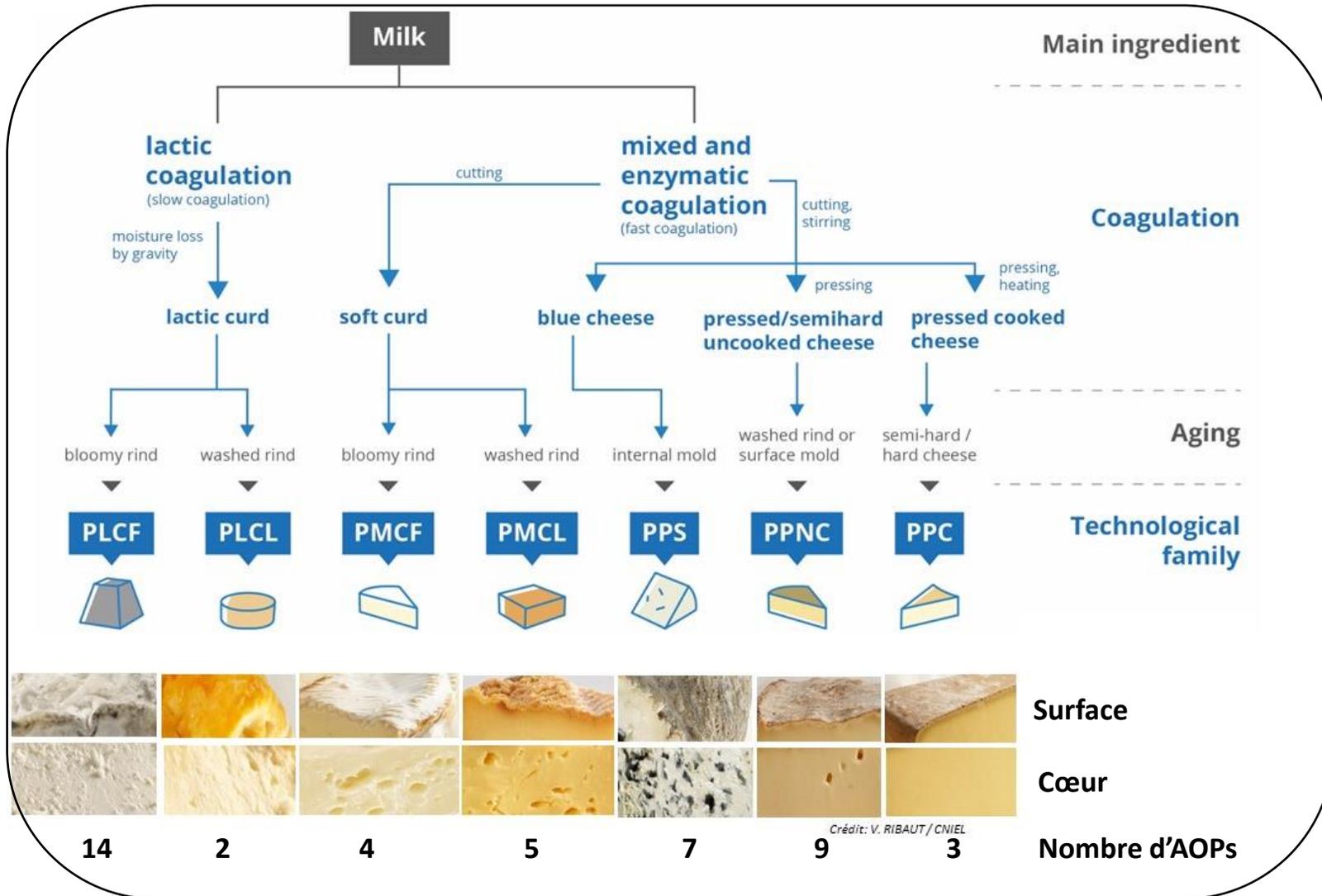


## Analyses des communautés microbiennes:

- Bactéries et champignons (moisissures et levures)
- Méthode de séquençage d'ADN haut débit, indépendante de la culture (> 190 000 séquences /échantillon)

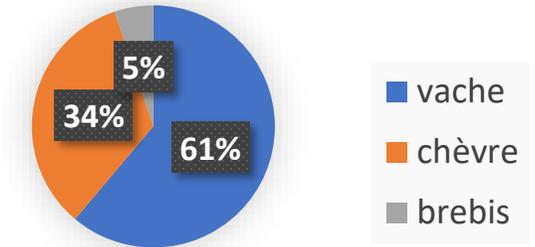


# ➤ 44 AOPs répartis en 7 familles technologiques:

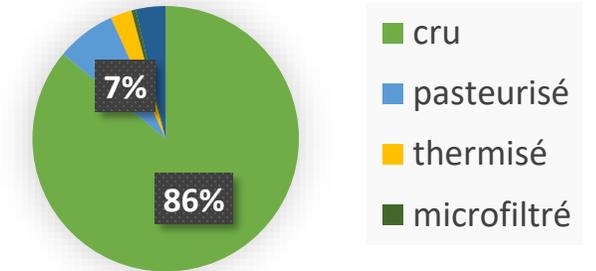


## Caractéristiques générales des échantillons étudiés :

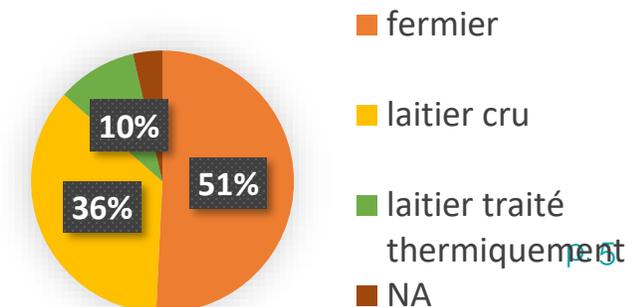
### Espèce laitière



### Traitement du lait



### Type de production



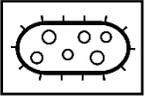
**INRAE**

Fromages au Lait cru  
Novembre, 16 - 17, 2023, Aurillac, France

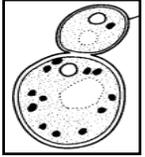
Adapted from Monserrat & Mietton, 2014

# ➤ Richesse microbienne des laits et des fromages

## Dans les 370 laits :

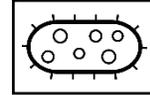
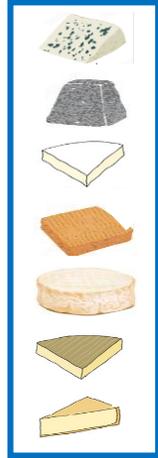


**1230 espèces bactériennes**

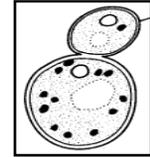


**1367 espèces fongiques**

## Dans les 2291 fromages (cœur et surface) :



**820 espèces bactériennes**



**333 espèces fongiques**



MetaPDOcheese, une étude à grande échelle qui a fait la lumière sur :

- **Un core microbiome spécifique au sein de chaque famille technologique** → en accord avec le concept de "types de microbiome fromager" (Wolfe and Dutton, 2014; Reuben et al., 2023)
- **Une grande diversité d'espèces microbiennes indigènes** dans les fromages, dépassant les cultures microbiennes connues pour être ajoutées pour la fabrication des fromages (Bulletin de la FIL N° 495/ 2018 : 95 espèces bactériennes et **40** espèces fongiques)
- **Des profils microbiens façonnés principalement par les facteurs AOP et dépendants de l'AOP** comme la région de production et les pratiques d'affinage pour les fromages, ainsi que les espèces animales, la zone géographique et les pratiques d'élevage pour les laits

→ **Mise en évidence de la contribution de la biogéographie et du savoir-faire spécifique à l'AOP dans la formation du microbiote des laits et des fromages AOP**



# Remerciements



**CNAOL** (C. Spelle, R. Lasbleiz et les 44 ODG impliquées)



**CNIEL** (F. Gaucheron)



**INRAE**

**SAYFOOD** (C. Monnet, E. Dugat-Bony, A.S. Sarthou, S. Thomas),  
**UMRF** (E. Rifa, S. Theil, B. Desserre),  
**MICALIS** (P. Renault)  
**SPO** (C. Neuvéglise),  
**MAIAGE** (V. Loux, M. Mariadassou, O. Rué)



**Génoscope** (V. Barbe, C. Cruaud, F. Gavory)



**INRAE**

Fromages au Lait cru  
Novembre, 16 - 17, 2023, Aurillac, France