

INRAE

> **Les fromages au lait cru**  
Une diversité organoleptique née d'une  
diversité de pratiques et de microorganismes

**Eric Beuvier**

INRAE – URTAL – Poligny

[eric.beuvier@inrae.fr](mailto:eric.beuvier@inrae.fr)

Colloque « *Fromages au lait cru, entre risques et bénéfiques: La diversité au cœur du débat !* »

30 janvier 2020 - Paris

➤ Fromages au lait cru : richesse et diversité de goût indéniables et reconnues aujourd'hui



➤ Systèmes complexes → Caractéristiques de goût spécifiques

➤ Facteurs de **biodiversité**

- ◆ **Lait cru** et sa **microflore indigène**  
sa composante bio-, physico-chimique



- ◆ **Pratiques** des producteurs de lait  
(Alimentation des animaux, traite)



- ◆ Technologie et conditions d'affinage  
s'appuyant sur le **savoir-faire** des  
fromagers et affineurs

- **Levains lactiques « naturels »**



- Utilisation du bois



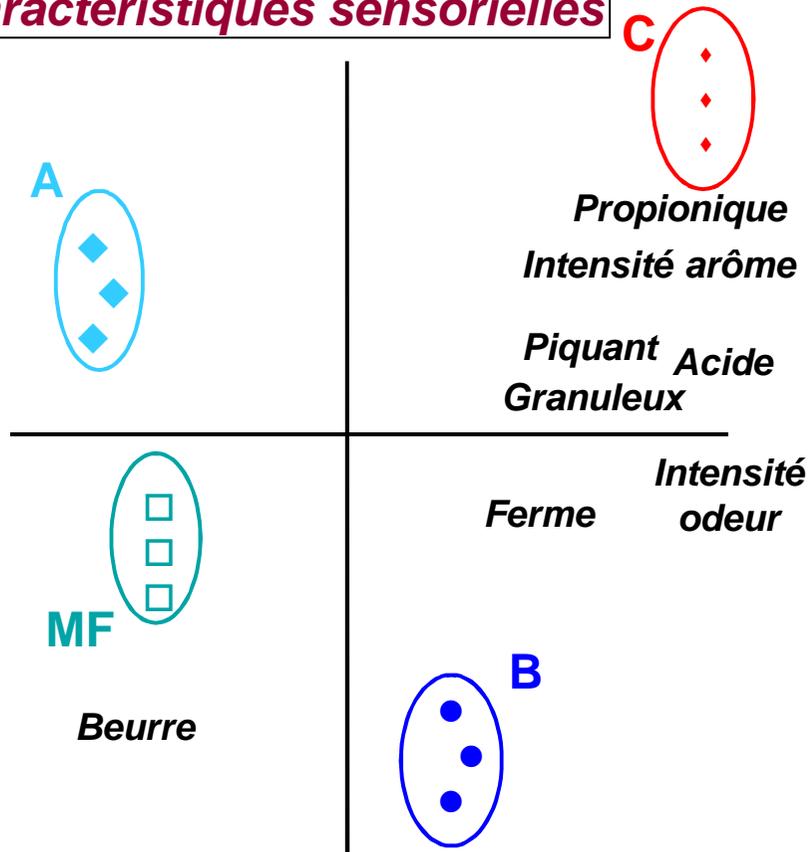
# ➤ Quel impact des communautés microbiennes du lait cru sur les caractéristiques organoleptiques des fromages ?

## ➤ Expérimentation

- Même lait microfiltré = même matrice physico-chimique (faible niveau de microflore): **MF**
- Trois microflores (rétentats) provenant de 3 fruitières différentes (**A-B-C**)
- Préparation de 4 laits: MF, MF+A, MF+B, MF+C
- Fabrication de 4 minifromages à pâte pressée cuite (technologie Comté) (3 séries)



### Caractéristiques sensorielles



- ♦ Lait microfiltré **MF**  
(FT ≈ 2 000 ufc/mL)
- ♦ Pseudo « Laits crus » **A, B, C**  
(FT ≈ 50 000 ufc/mL)

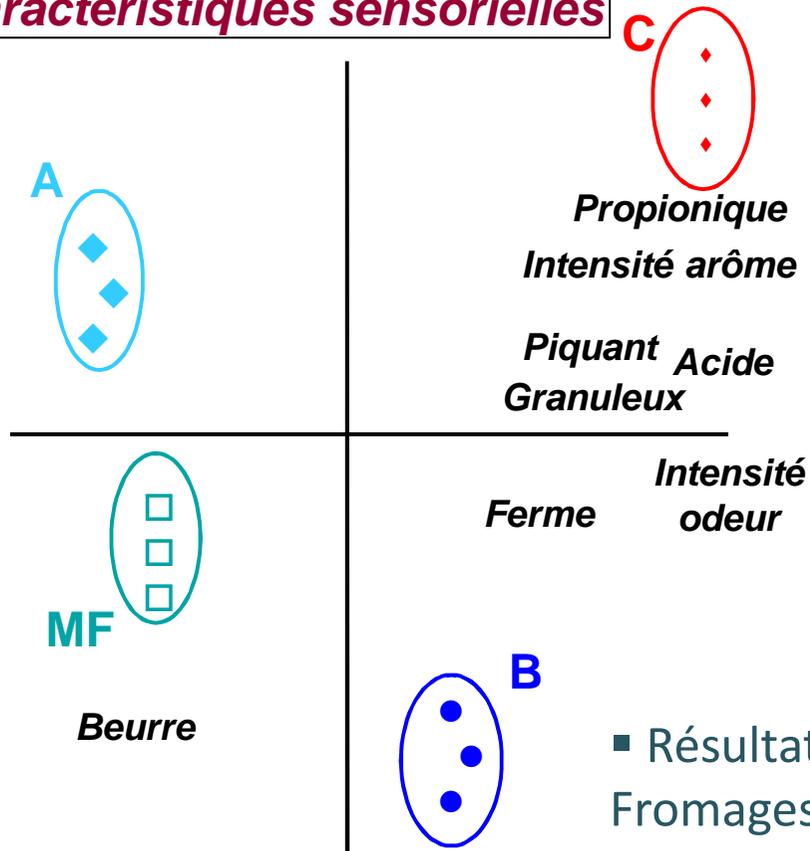
# ➤ Quel impact des communautés microbiennes du lait cru sur les caractéristiques organoleptiques des fromages ?

## ➤ Expérimentation

- Même lait microfiltré = même matrice physico-chimique (faible niveau de microflore): **MF**
- Trois microflores (rétentats) provenant de 3 fruitières différentes (**A-B-C**)
- Préparation de 4 laits: MF, MF+A, MF+B, MF+C
- Fabrication de 4 minifromages à pâte pressée cuite (technologie Comté) (3 séries)



### Caractéristiques sensorielles



➤ Avec peu de microflore (MF), fromages avec seulement un arôme basique de beurre

➤ Différentes microflores natives conduisent à une diversité organoleptique dans les fromages

- Résultats similaires : Fromages à pâte pressée non cuite (technologie Salers)

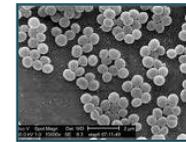
## ➤ Les microorganismes du lait cru: qui sont-ils ?

### ➤ Lait cru : une **grande diversité** de microorganismes

- **≈ 100 genres microbiens (2014)**

- **≈ 400 espèces microbiennes**

- ♦ Bactéries Gram - : > 90 espèces
- ♦ Bactéries Gram + et catalase + : > 90 espèces
- ♦ Bactéries lactiques : > 60 espèces
- ♦ Levures: > 70 espèces
- ♦ Moisissures: > 60 espèces



- **674 espèces bactériennes identifiées !**

(de 200 à 240 espèces bactériennes en moyenne dans un lait)

[Projet MetaPDO Cheese – 2017/2021

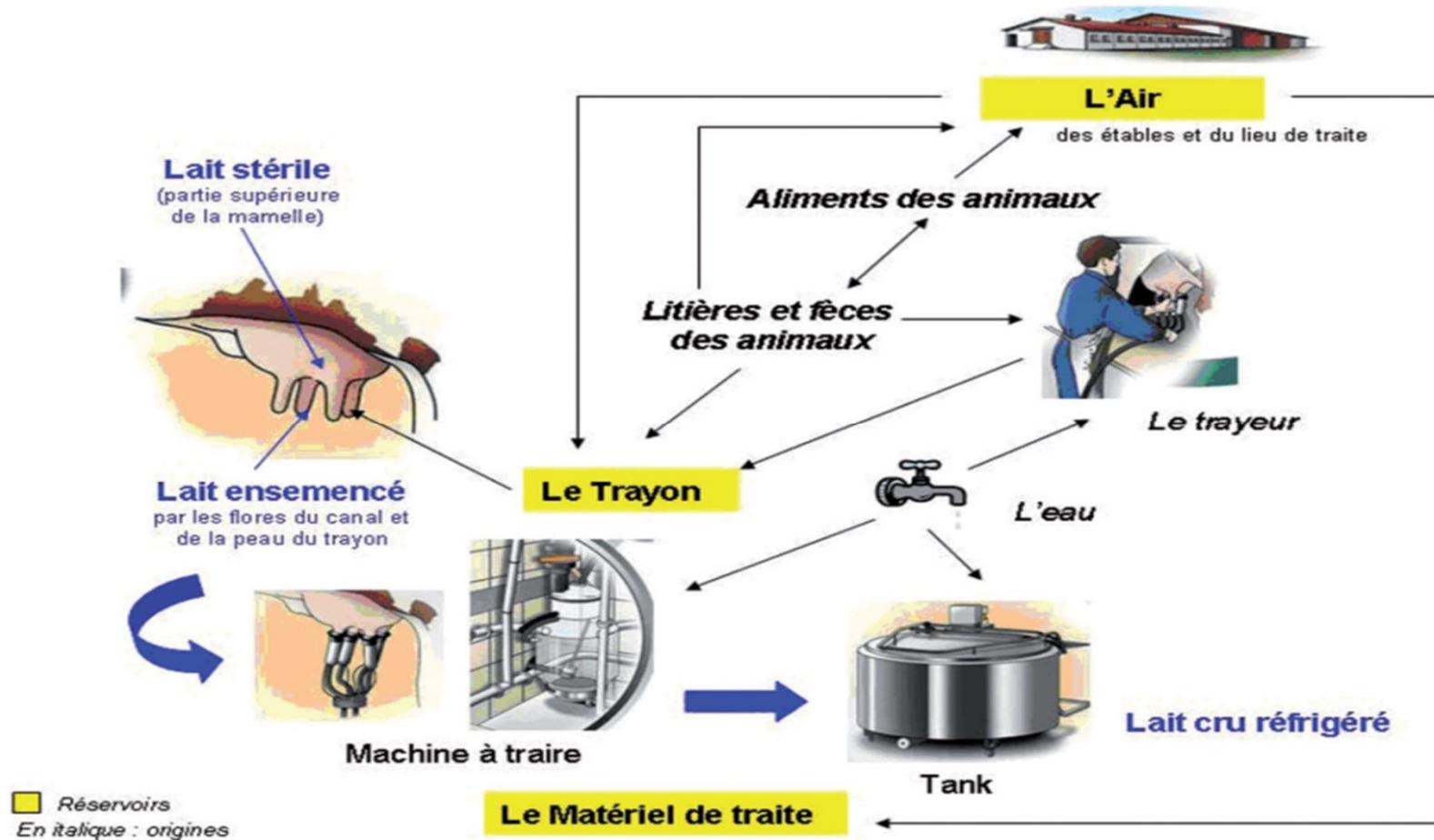
400 laits crus de 44 filières AOP

Approche metabarcoding (séquençage d'ADN)]



## ➤ Les microorganismes du lait cru: d'où viennent-ils ?(1/2)

### ➤ Origine des microorganismes: environnement de la ferme



👉 **Peau du trayon:** vecteur important de microorganismes dans le lait cru

⇒ Importance de la méthode de préparation des trayons :

- 👉 réduction d'un facteur 100 des microorganismes avec les techniques désinfectantes
- 👉 réduction d'un facteur 30 des microorganismes avec « simple » action mécanique

# ➤ Les microorganismes du lait cru: d'où viennent-ils ? (2/2)

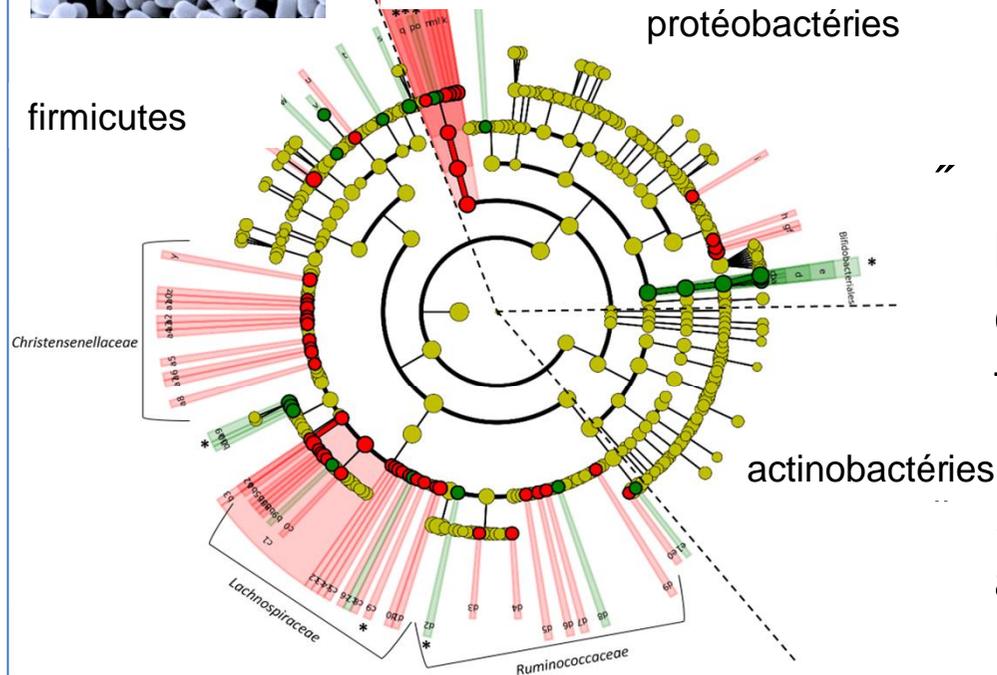
## ➤ Expérimentation

- 2 systèmes fourragers : extensif **EXT** (prairies diversifiées- 0 concentré) vs semi intensif **SEMI** (prairies temporaires – 4 kg/j concentré)



” 85 % des bactéries du lait et 25 % des bactéries du fromage identifiées sur la surface des trayons

→ réservoir de diversité microbienne



OTUs à la surface des trayons  
(metabar coding 16S RNA . fromages de juillet)

**EXT > SEMI** . **SEMI > EXT**

” Equilibres des communautés bactériennes différents entre la surface des trayons des vaches **EXT** et celle des trayons des vaches **SEMI**

... mais différences **EXT – SEMI** atténuées dans le lait et les fromages (même machine à traire et fromagerie)

- Transferts potentiels de microorganismes dans le lait à Comté à partir du foin se trouvant dans l'étable

# ➤ Les microorganismes du lait cru: d'où viennent-ils ? (2/2)

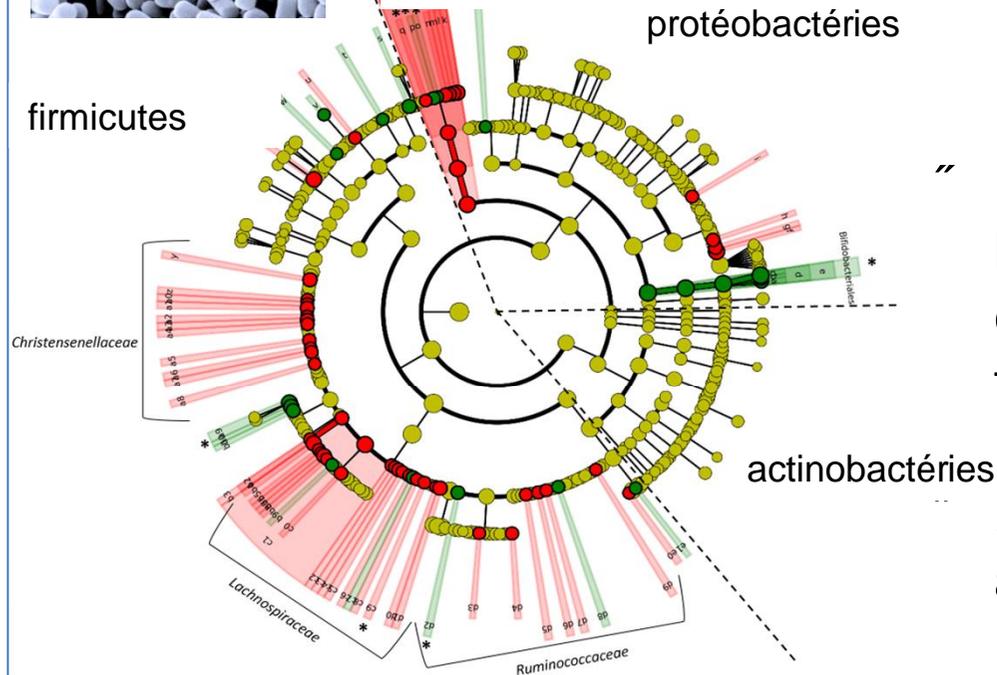
## ➤ Expérimentation

- 2 systèmes fourragers : extensif **EXT** (prairies diversifiées- 0 concentré) vs semi intensif **SEMI** (prairies temporaires – 4 kg/j concentré)



” 85 % des bactéries du lait et 25 % des bactéries du fromage identifiées sur la surface des trayons

→ **réservoir de diversité microbienne**



” Equilibres des communautés bactériennes différents entre la surface des trayons des vaches **EXT** et celle des trayons des vaches **SEMI**

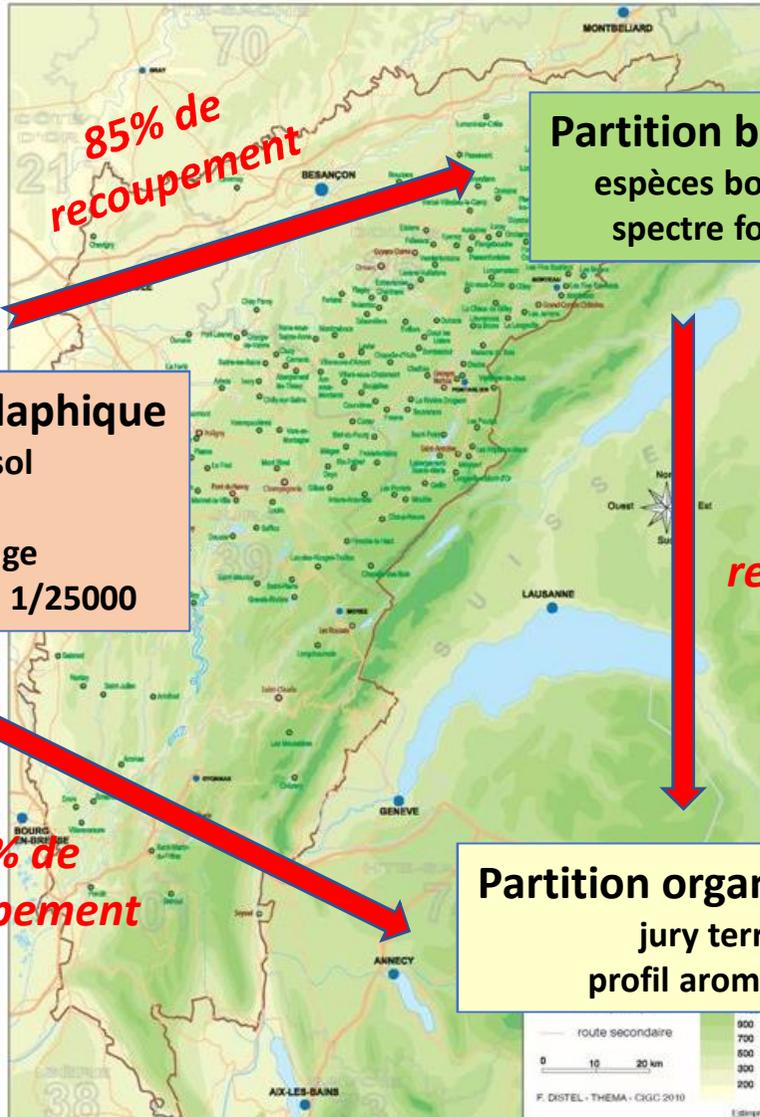
... mais différences **EXT – SEMI** atténuées dans le lait et les fromages (même machine à traire et fromagerie)

OTUs à la surface des trayons  
(metabar coding 16S RNA . fromages de juillet)

**EXT > SEMI** . **SEMI > EXT**

☞ Influence des **pratiques** des producteurs sur la **diversité** des microorganismes du lait cru

# ➤ Goût des fromages au lait cru et lien au Terroir ?



**Partition botanique**  
espèces botaniques  
spectre fourrager

**Partition édaphique**  
sous-sol  
Sol  
drainage  
cartographie 1/25000

♦ 6 secteurs

**85% de recoupement**

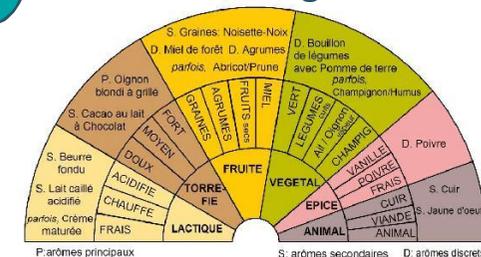
**Partition organoleptique**  
jury terroir  
profil aromatique

♦ 20 fruitières  
(6 à 12 fromages/fruitière)

**80% de recoupement**

👉 Lien avec la peau des trayons ?  
= vecteur important de microorganismes dans le lait cru

♦ Exemple de palette aromatique d'une fromagerie



## ➤ Pratiques des fromagers et diversité sensorielle des fromages au lait cru (1/2)

### ➤ Utilisation de levains naturels

- Cultivés sur lactosérum



- Lactosérum prélevé en fin de fabrication  
= **reflet** des communautés microbiennes restant en fin de fabrication  
= bactéries lactiques du levain, **communautés microbiennes du lait cru**,  
communautés microbiennes du matériel de fabrication

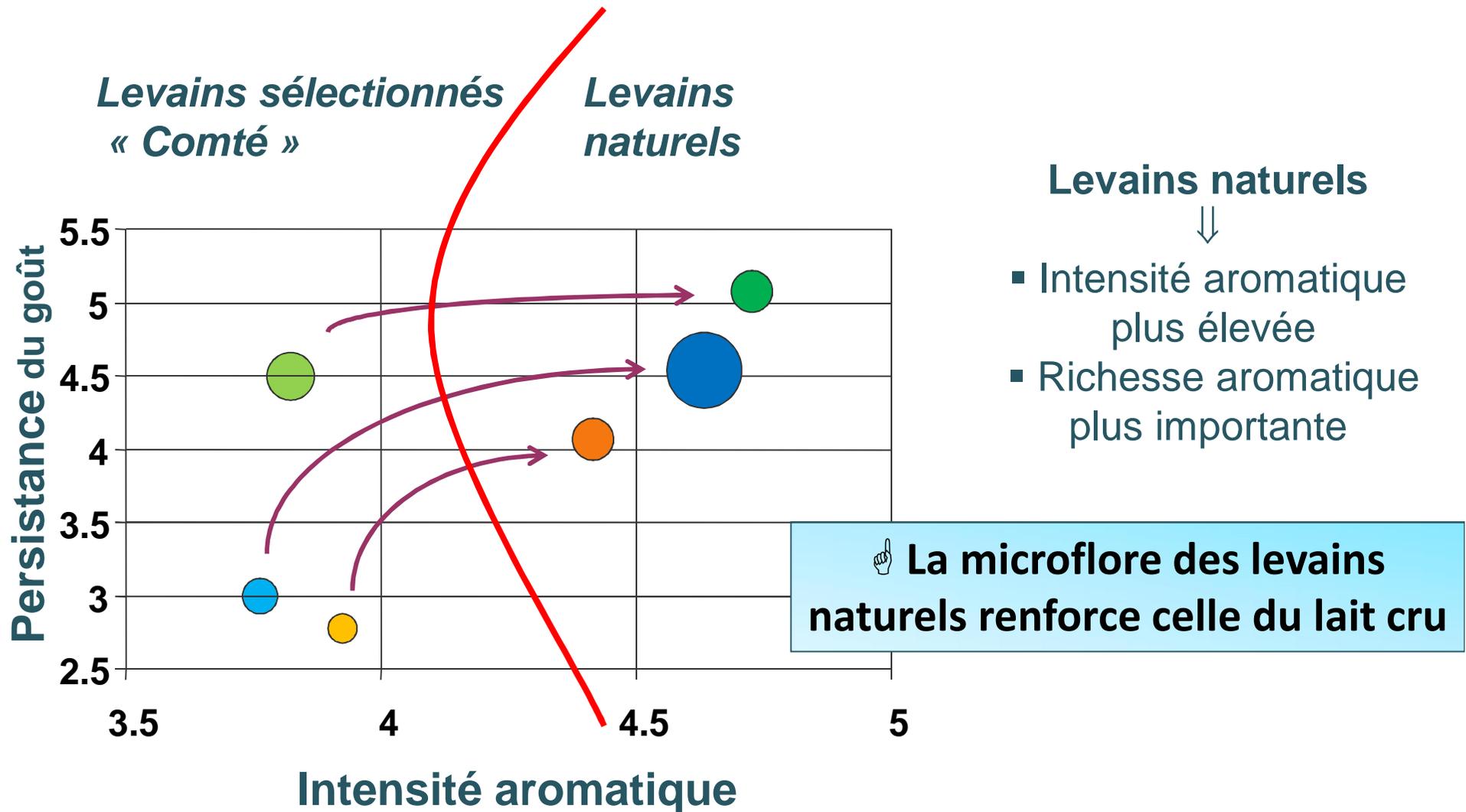
### ➤ Expérimentation



- ◆ Trois laits provenant de fruitières différentes
- ◆ Utilisation de levains naturels vs levains « sélectionnés Comté »
- ◆ Fromagerie – itinéraire technologique – affinage : identiques

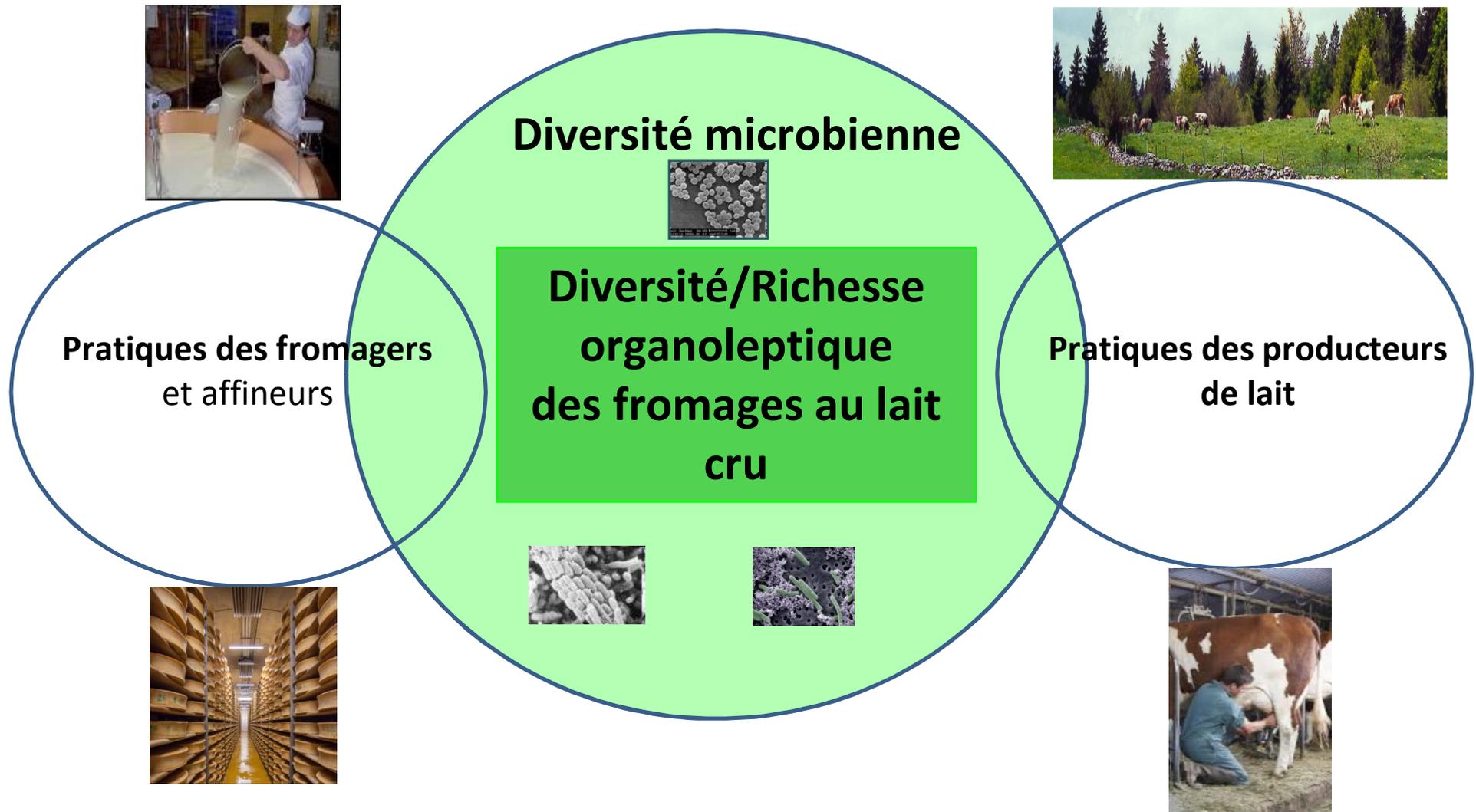
} Trois paires de Comté

➤ Pratiques des fromagers et diversité sensorielle des fromages au lait cru (2/2)



● La taille du cercle illustre la richesse aromatique

# Ce qu'il faut retenir.....



👉 **Communautés microbiennes du lait cru = Marqueurs forts de l'expression du Terroir**

# Merci de votre attention



## ***Références***

Bérodier, 2012

Bouton, 2011

Callon et al, 2005

Delbes & Irlingier, 2020

Fretin et al, 2018

Martin, 2019

Monnet et al, 2000

Montel & Beuvier, 2018

Montel et al, 2014

Vacheroux et al, 2011

Vermot-Desroches & Beuvier, 2003