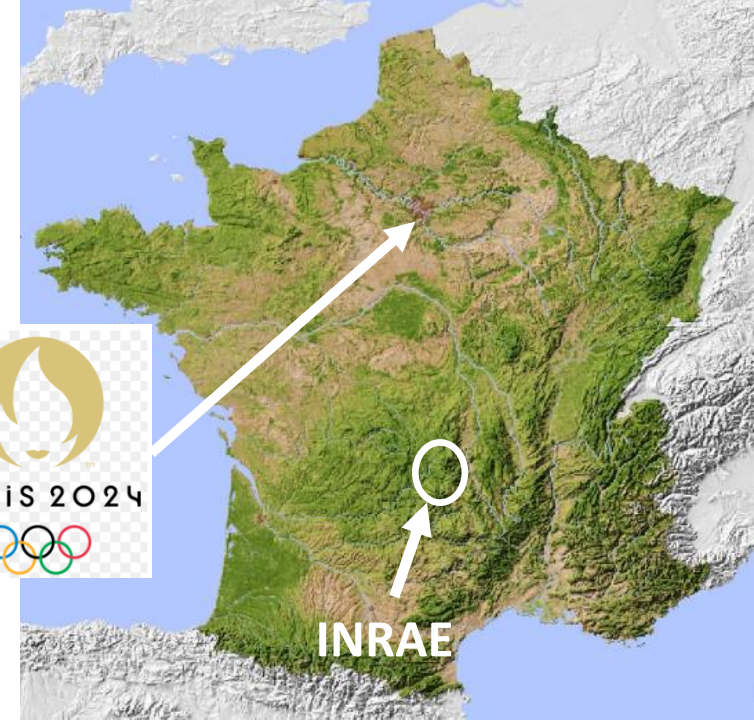


INRAE



➤ Pratiques d'élevage

et qualité des laits et des fromages au lait cru

Bruno Martin, INRAE Clermont-Ferrand/Theix, Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores

bruno.martin@inrae.fr



Indications Géographiques

AOP: Appellation
d'Origine
Protégée



PGI: Indication
Géographique
Protégée



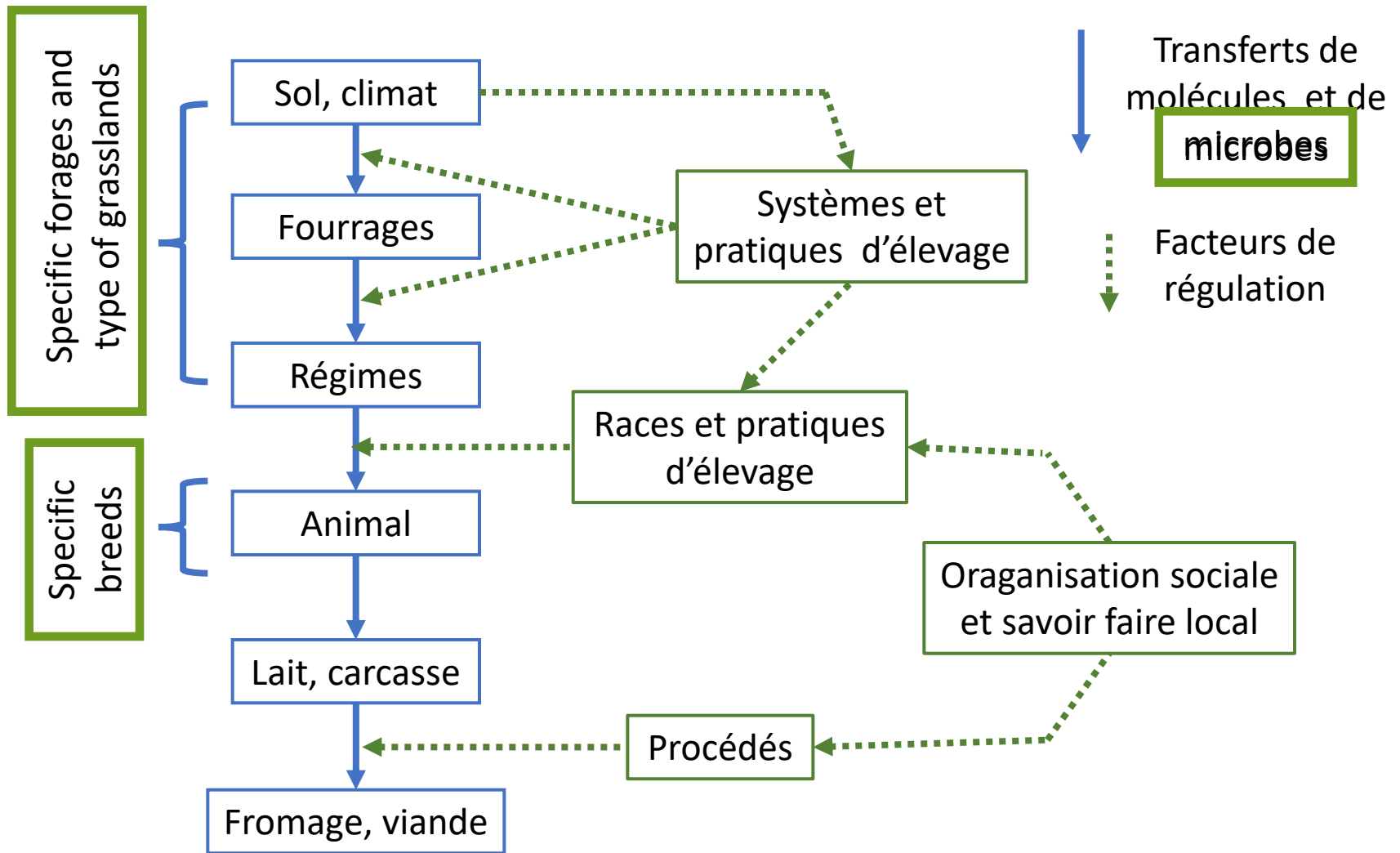
Type de **propriété intellectuelle**

basée sur un lien au terroir

*"L'AOP désigne un produit dont toutes les étapes de production sont réalisées selon un **savoir-faire reconnu** dans une **aire géographique précise**, qui **confère ses caractéristiques au produit.**"*



Le lien au terroir pour les produits animaux



Adapted from Dorioz et al., 2000



Fourrages

Animaux

Microbes

Herbe et qualités sensorielles des produits laitiers

- ✓ **Lait (cru ou pasteurisé) de vaches au pâturage**
(vs. Ens. Maïs ou concentrés)
 - Saveurs plus fortes

Dubroeuq et al., (2002);
Coppa et al., (2011);
Manzocchi et al., (2021)



- ✓ **Fromages et beurre de vaches au pâturage**
(vs. Ens. Maïs ou concentrés ou foin)
 - Plus jaune et fondants
 - Saveurs plus fortes
moins rance (beurrer)

Martin et al., (2006)
Manzocchi et al., (2021)
Cabiddou et al., (2022)



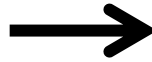
➡ **Produits globalement plus appréciés**

➤ Qualités sensorielles des fromages selon les types de fourrages

	Ens. maïs	Foin	Ens. herbe	Pâturage
Couleur				
Pâte jaune	-	+	++	+++
Texture				
Fermeté	++	-	-	--

➤ Ensilage de maïs → herbe (differentes formes)

Ensilage maïs



Foin

Ens.
herbe

Pâture

Acides Gras
g / 100g FA

C16:0
cis9 C18:1
C18:3 n-3

~ 0

- 8
+ 8

+ 1.0

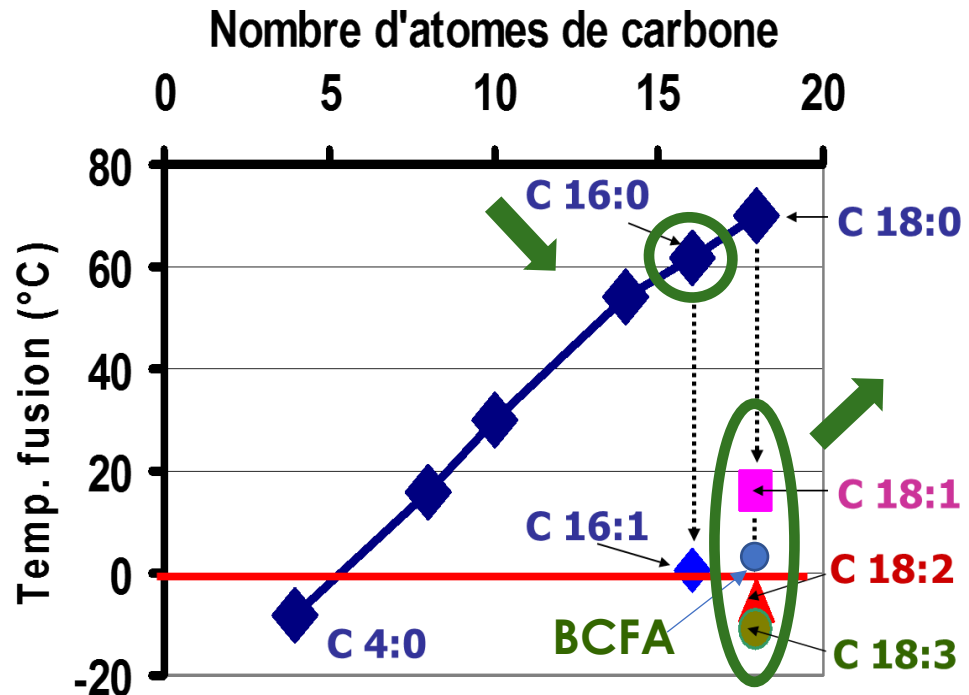
+ 0.7

+ 1.0

Selon la
qualité du
fourrage

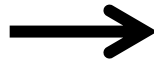
Température de fusion
dépend:

- Nb atomes de C
- Nb double liaisons
- Ramifications



➤ Ensilage de maïs → herbe (differentes formes)

Ensilage maïs



Foin

Ens.
herbe

Pâture

Acides Gras
g / 100g FA

C16:0
cis9 C18:1
C18:3 n-3

~ 0

- 8

+ 8

Selon la
qualité du
fourrage

+ 1.0

+ 0.7

+ 1.0

β carotène μg/gMG + 0.5

+ 2.3

+ 3.0

Vitamine A μg/gMG + 1.0

+ 2.3

+ 2.8

Vitamine E μg/gMG + 0.8

+ 5.7

+ 5.7



INRAE

UNIVERSITÉ
Clermont
Auvergne



VetAgro Sup

15/10/2025

➤ Qualités sensorielles des fromages selon les types de fourrages

	Ens. maïs	Foin	Ens. herbe	Pâtûre
Couleur				
Pâte jaune	-	+	++	+++
Texture				
Fermeté	++	-	-	--
Flaveur				
Diversité/richeesse	-	+ / -	+ / -	++

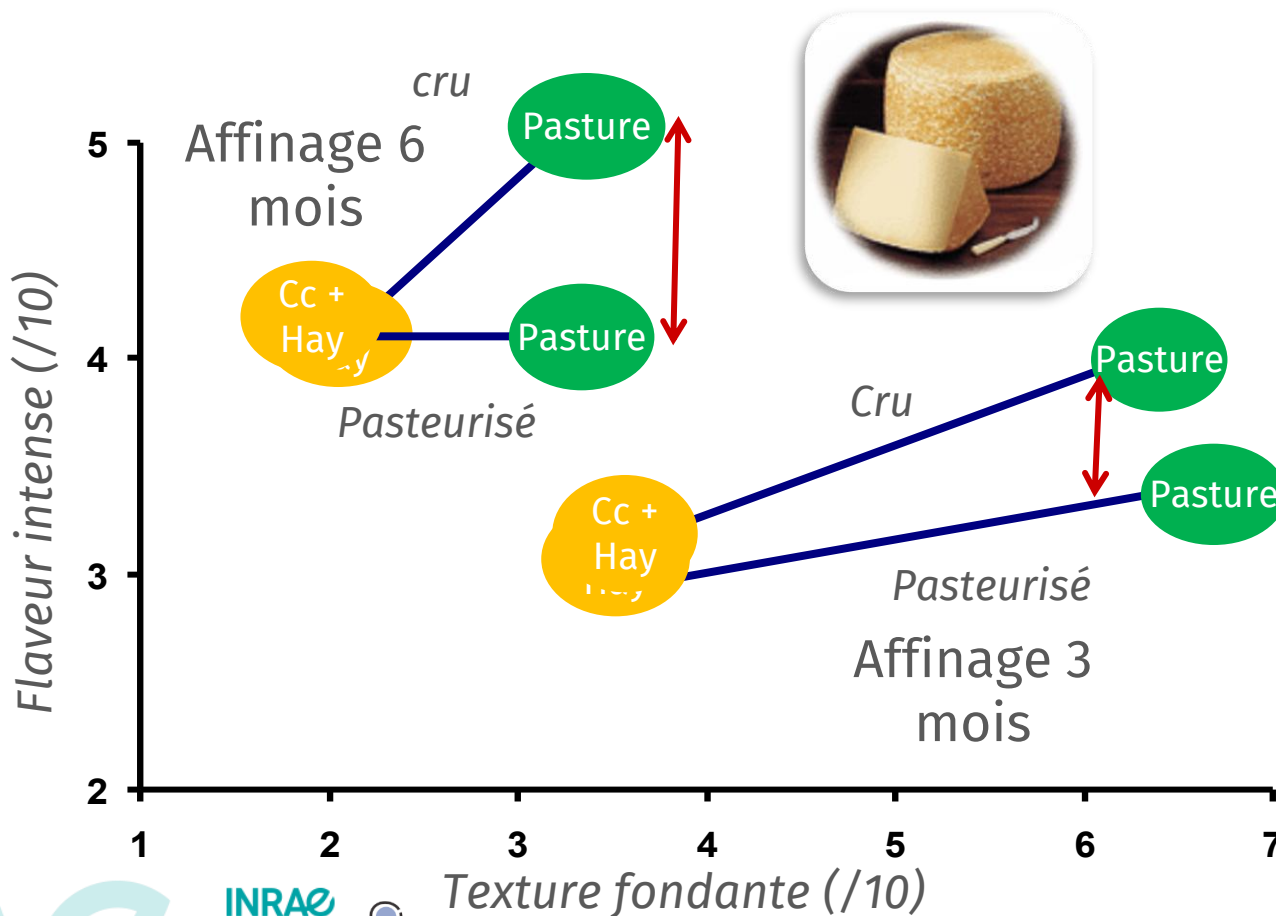
Nombreuses interactions avec le procédé technologique...

➤ Interaction type de fourrage - pasteurisation

Expérimentation : ferme et fromagerie expérimentales

Cc + Foin vs Pâture
X

Lait cru ou pasteurisé



Microbiote lait cru ou enzymes (LPL) détruites par la pasteurisation?

Hiérarchie des effets:

Affinage > alimentation = pasteurisation

Cornu et al., 2009

Composition botanique des prairies et qualités sensorielles des fromages

✓ Fromages de prairies diversifiés

(vs. Prairies semées)

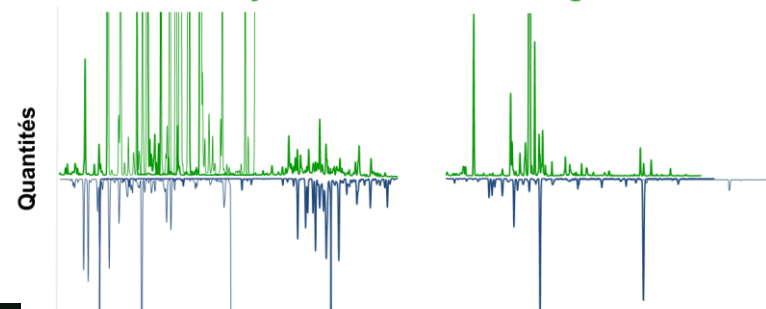
- Augmentation des AG Omega 3
- Métabolites secondaires des plantes transférées au fromage...
- ... associées à un affinage lent et une plus grande diversité aromatique des fromages



Grassland terpene composition

riche en dicotylédones

riche en graminées



Cheese terpene composition



➡ Signature aromatique des prairies dans les fromages

Fourrages

Animaux

Microbes

➤ L'exemple de la vache et du fromage Salers

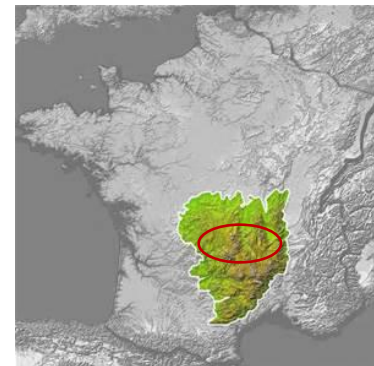




➤ La race Salers

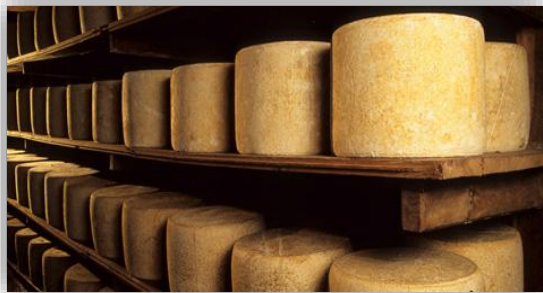


- Native de France dans les montagnes du Massif Central (200 000 têtes en France)
- 70ies: Vache mixte (viande / lait)
- maintenant: vache allaitante spécialisée
2 000 vaches encore traites (1%)
- Traite traditionnelle avec le veau (2 500 kg **lait trait**/lactation)



1. Le veau tête pour induire l'éjection du lait)
2. Le veau est enlevé pour traire à la machine;
3. Le veau est autorisé à têter pour égrouter la mamelle





➤ Le fromage Salers (AOP)

Fromage fermier au lait cru, vaches au pâturage (Avril-Nov), fabrication dans une cuve en bois (gerle).



“Salers Tradition ” est fabriqué seulement avec du lait de vaches Salers

Systeme traditionnel « Salers »

Variant I de la caséine-κ

Coagulation très lente

?

?

FLAVEUR
Affinage lente,
Flaveurs douces mais riches



Microbiote des trayons (et du lait) spécifique
Comptages cellulaires faibles



Présence du veau

Faible teneur en matières grasses

TEXTURE
ferme et granuleuse,
peu fondante

Fourrages

Animaux

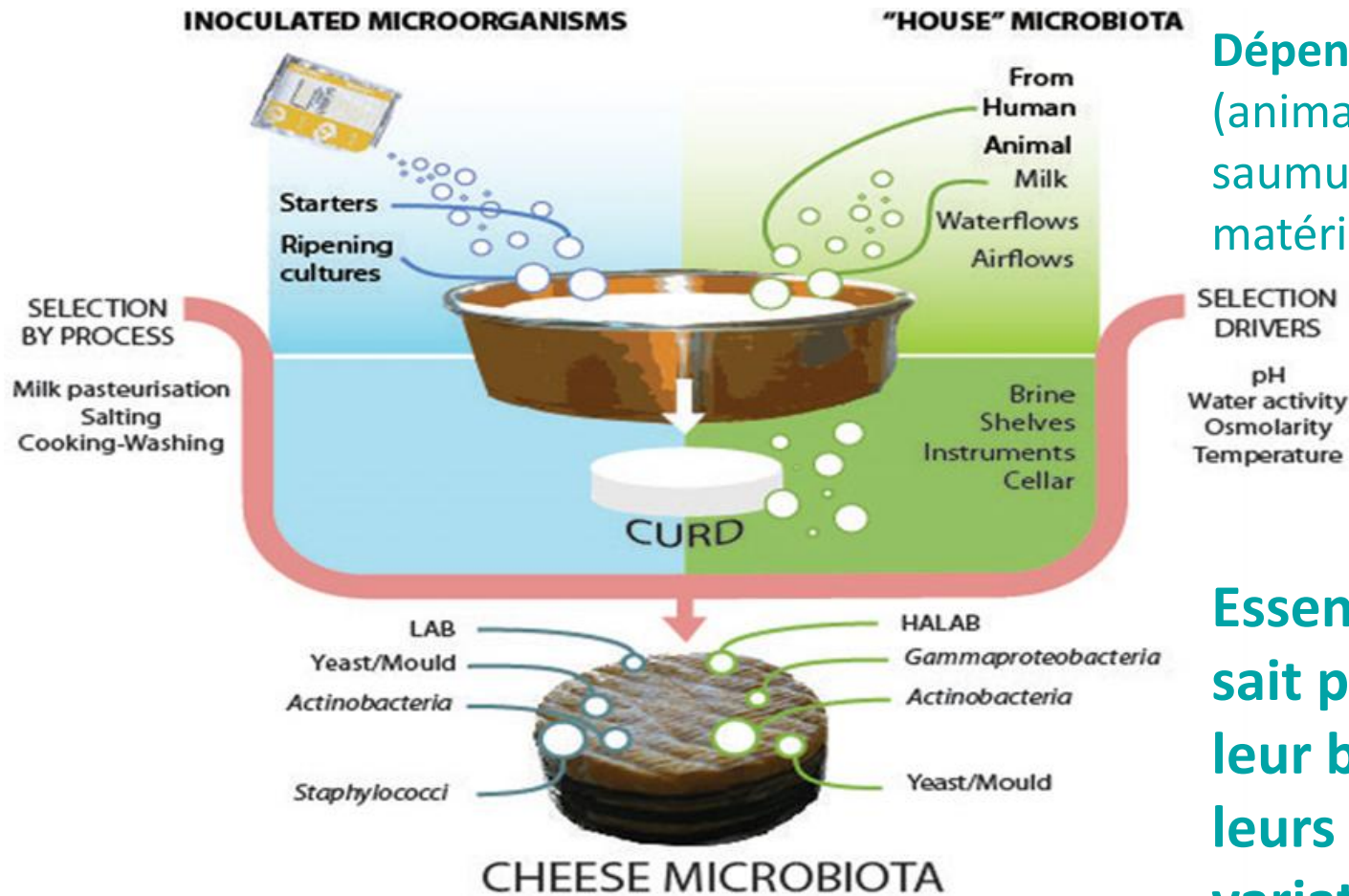
Microbes

Microbiote des fromages et terroir

Ferments du commerce

(acidification et affinage)

Microbiotes locaux



Dépendent des pratiques (animal, aliment, traite, saumures, équipement et matériels, etc.)

Essentiels, mais on sait peu de choses de leur biodiversité et de leurs facteurs de variation

(Irlinger et al. 2015)

INRAE

UNIVERSITÉ
Clermont
Auvergne



VetAgro Sup

15/10/2025



MétaPDOcheese



des prélèvements inédits

Céline Delbès

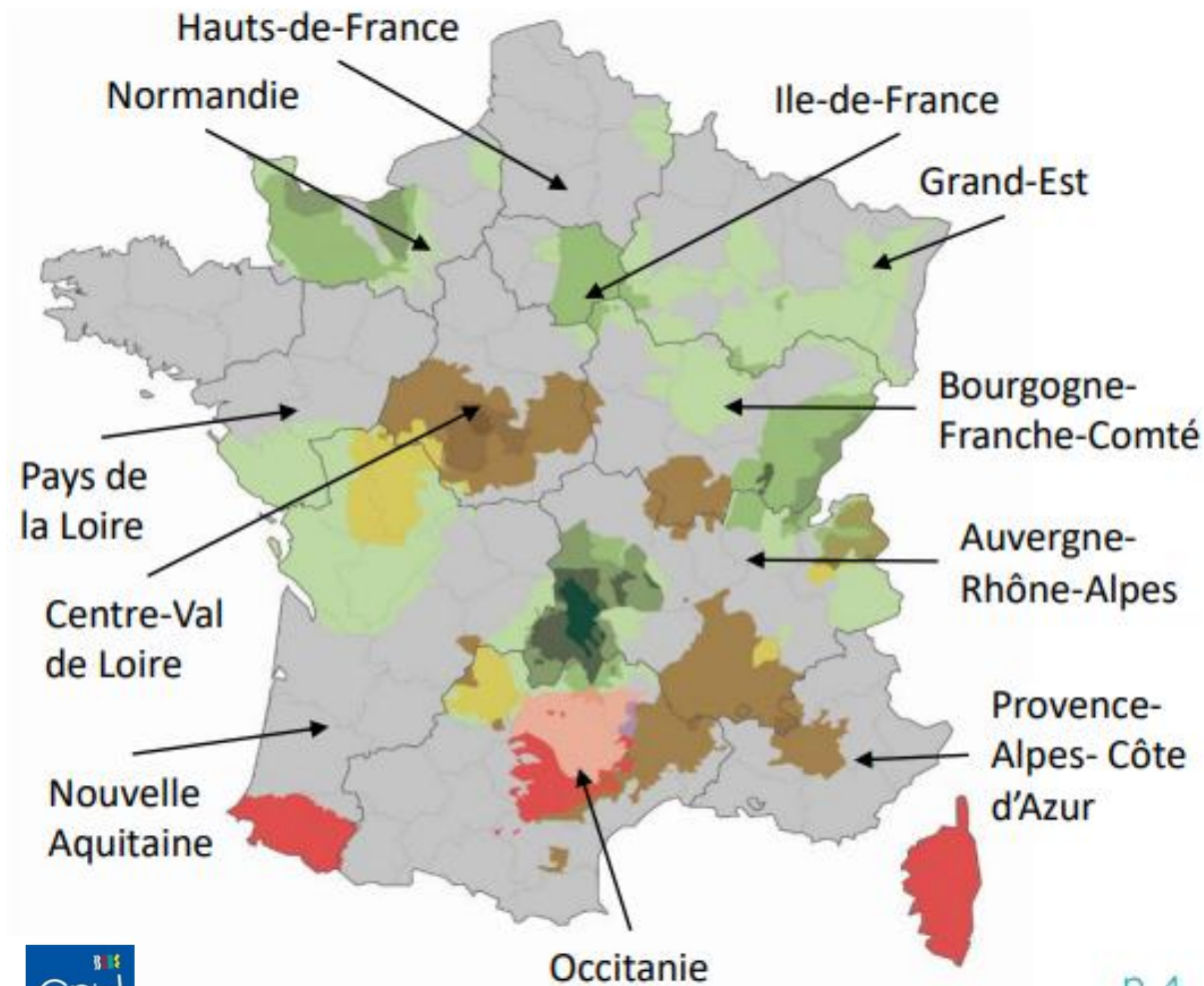
(UMRF, INRAE, UCA, VAS, Aurillac)

celine.delbes@inrae.fr

Françoise Irlinger

(UMR SAYFOOD, INRAE, AgroParisTech, Grignon)

francoise.irlinger@inrae.fr



p. 4



Vache



Chèvre



Brebis



19

INRAE



15/10/2025

Signature microbienne des fromage AOP



44 fromages AOP

7 familles

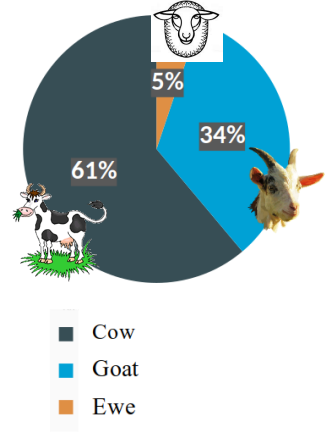


Crédit: V. RIBAUT / CNIEL

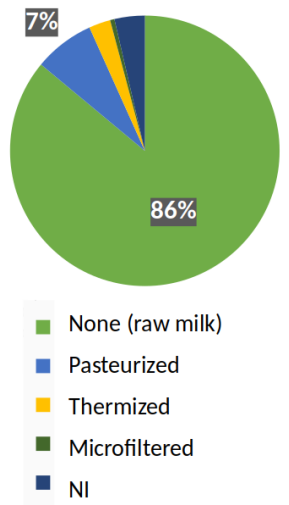
- 1200 fromages
 - 370 laits
 Choisis pour leur diversité...



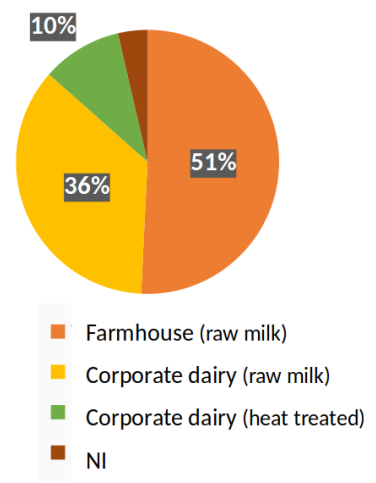
A Dairy species



B Milk thermal treatment



C Production type

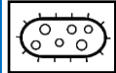
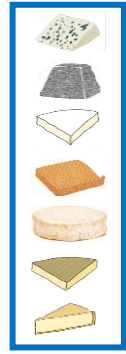


15/10/2021

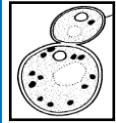


Microbiote des fromages

Parmi les 2291 échantillons (pâte et croûte)



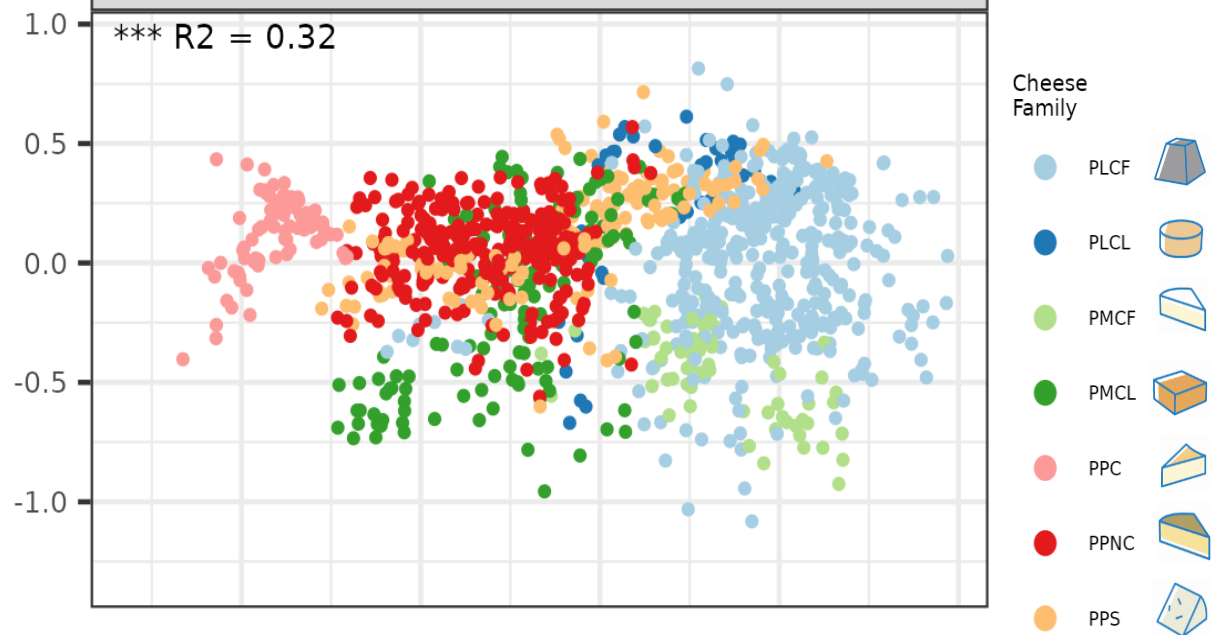
820 espèces de bactéries



333 espèces de levures/moisissures

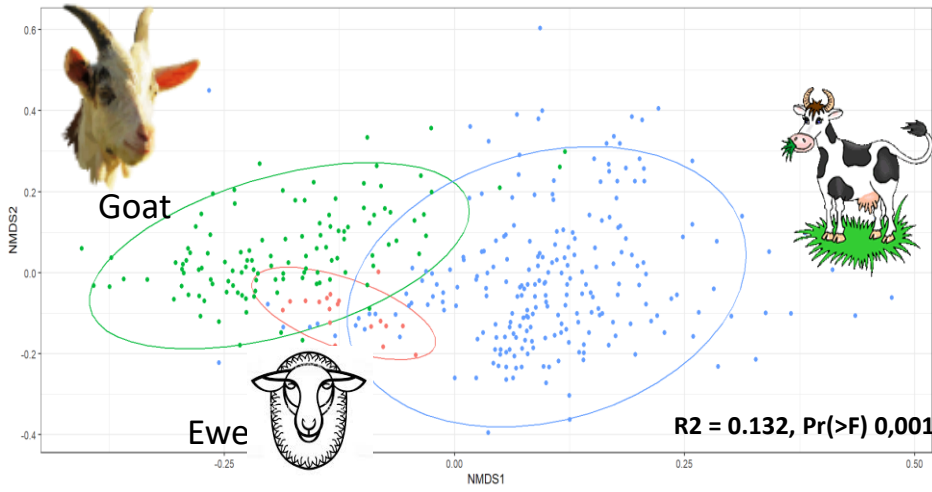
- Une grande diversité de microbes !

- L'AOP est le second facteur de variation après la famille de fromages




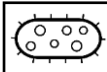
Microbiote des laits

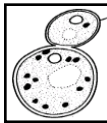
Milk Bacterial community beta-diversity (BC index, Total milks' samples: N=370; 3219 ASV sequences (>0.005%))



Across 370 milk samples :





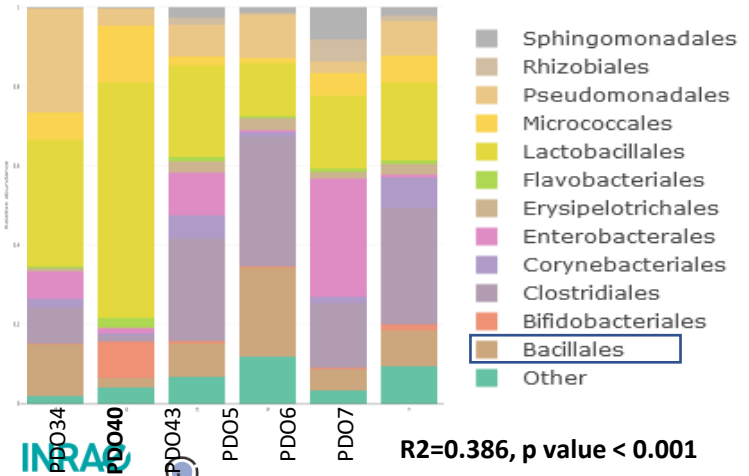


1230 bacterial species

1367 fungal species

- **L'espèce des ruminants est 1^{er} facteur de variation.**

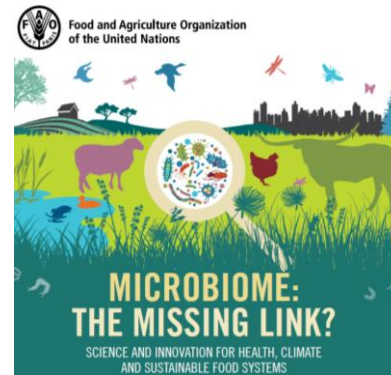
Bacterial profiles of cow's milk from 6 PDOs, most influenced by PDO (N=63) (mean profiles at the order level)



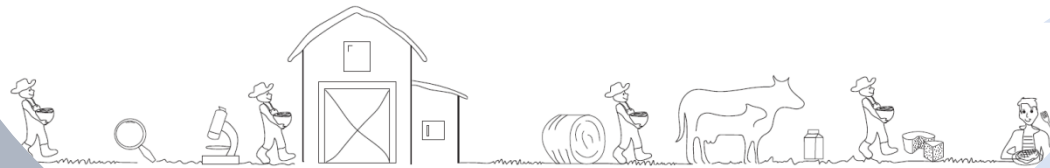
- **L'AOP est 2nd facteur de variation.**



➤ Les recherches en cours



Microbiote de la ferme



Fromages au lait cru:

Savoir faire

Microbiotes complexes

One Quality - One Health



INRAE

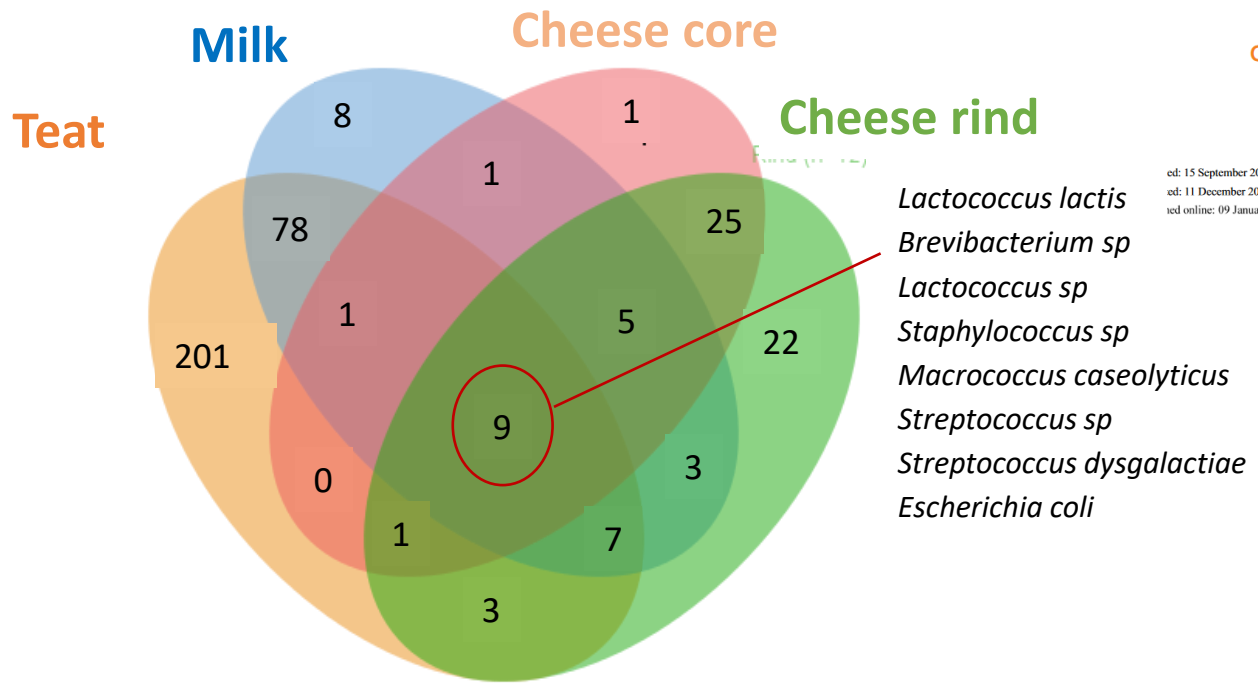
UNIVERSITÉ
Clermont
Auvergne



VetAgro Sup

15/10/2025

➤ Transfert potentiel de la peau des trayons au fromages



OPEN **Bacterial community assembly from cow teat skin to ripened cheeses is influenced by grazing systems**

ed: 15 September 2017
 ed: 11 December 2017
 sed online: 09 January 2018

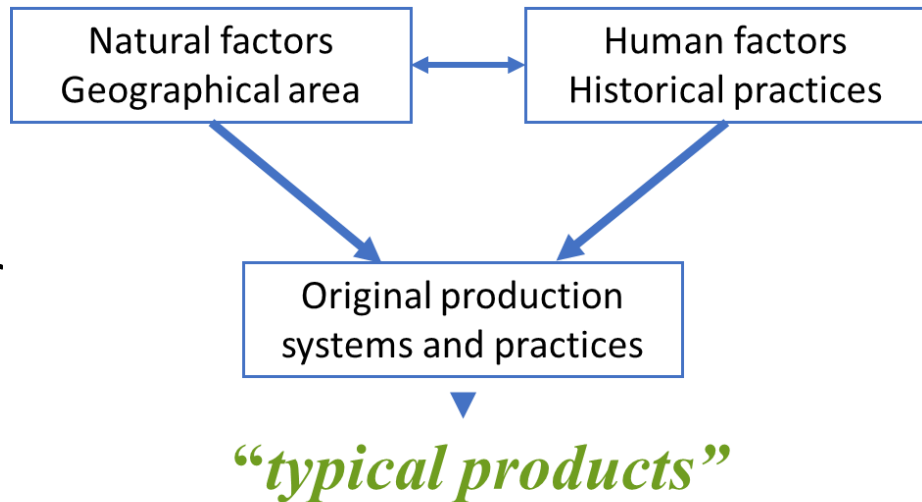
Marie Frétilin^{1,2}, Bruno Martin², Etienne Rifa¹, Verdier-Metz Isabelle¹, Dominique Pomiès², Anne Ferlay², Marie-Christine Montel¹ & Céline Delbès¹

- ❑ 85% des bactéries du lait détectées sur la peau des trayons
- ❑ 27% des bactéries du fromage détectées sur la peau des trayons (y compris des bactéries impliquées dans la formation des saveurs : *B. linens*, *Staph. equorum*).

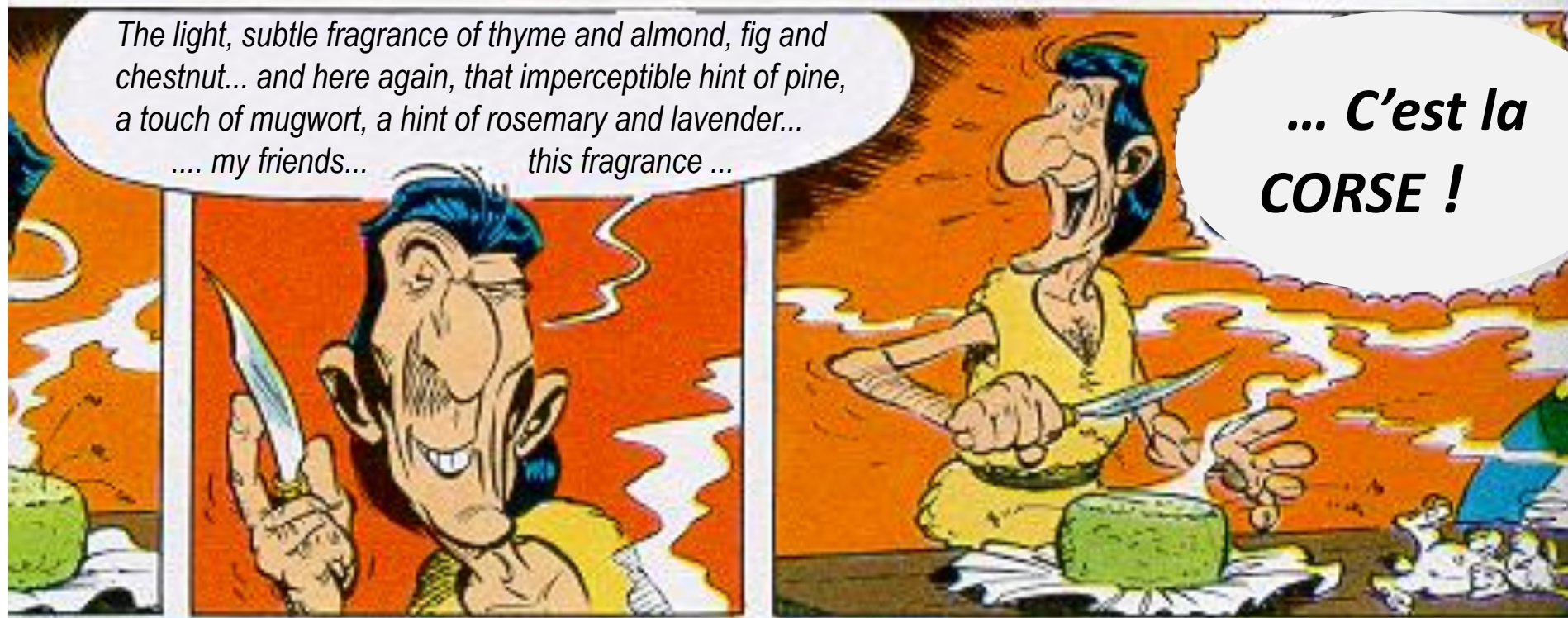
➤ La peau des trayons: un reservoir potentiel pour les bactéries du lait et du fromage

➤ Conclusion: le lien au terroir en partie compris

- Les fourrages, les animaux et les microbes sont les acteurs clefs et doivent être considérés dans leur ensemble,
- Leurs déterminants sont liés aux systèmes de production et aux pratiques locales...
- ... qui dépendent des facteurs naturels et des facteurs humains.



Linking products to terroir: the Gauls were already talking about it



Merci pour votre attention

