

# Fromageabilité du lait et transformation fromagère

Jean-François Combes – CFPPA Aurillac



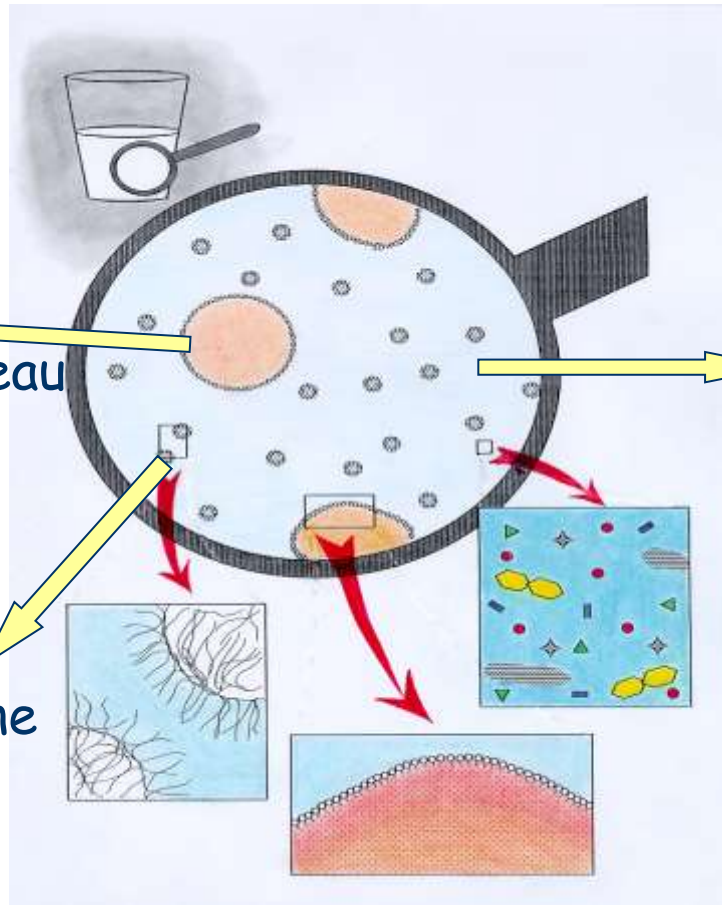
# Le lait en fromagerie

phase grasse:

globule gras  
en émulsion dans l'eau

Phase colloïdale  
Micelle de caséine

Phase aqueuse  
comprenant du  
lactose, vitamines,  
des matières  
protéiques et  
minérales  
solubles.



# La flore totale du lait



Nous recherchons un lait faible en flore totale en vue de maîtriser les flores pathogènes.

# Les composants du lait et leurs rôles en fromagerie.

## Éléments stables

### Eau

- permet l'activité microbienne
- rôle dans le rendement

### Lactose

- aliment de la flore lactique

### Sels minéraux

(calcium, phosphore,...)

- rôles important dans la coagulation
- rôles tampon lors de l'acidification

### Vitamines (traces)

- rôles dans la coloration (carotène)

## Éléments variables

### Matières grasses

- rendement
- Onctuosité
- goûts (bon ou mauvais)

### Matières azotées

- matières protéiques (TP)
  - Rendement, fermeté du caillé.
- matières azotées non protéiques
  - rôles tampon (frein à l'acidité)

### Enzymes (plasmine)

- protéolyse
- lipolyse

### Cellules

- Indicateur de mammites, d'infection.

# Critères de fromageabilité:

- **Facteurs physico-chimiques**
  - Taux de caséines (rendement, qualité caillage)
  - Lipolyse (degré altération des globules gras)
  - Rapport MG/MP (tenue du fromage )
  - % de calcium soluble (technologie spécifique)
- **Facteurs microbiens**
  - Germes pathogènes (réglementation)
  - Germes d'altérations (lutte par dominance)
  - Germes utiles (apporter par le fromager)

# Caractéristique d'un fromage.

**Nature du lait:**  
AOP, cru / standardisé

**Nature des flores de surface:**  
Levures, moisissures, bactéries d'affinage.

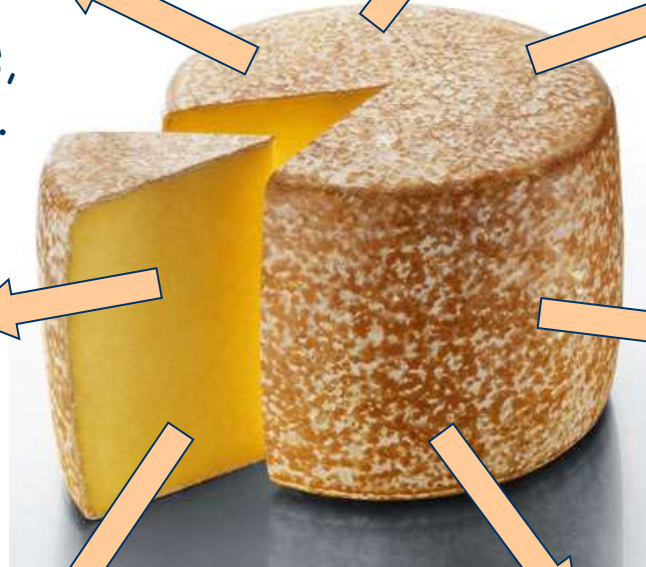
**Aspect:** poids, forme:  
Moule spécifique

**Texture de pâte:**  
acidification  
Teneur en Ca / ESD  
Teneur en G/S

**EST %** => degré d'égouttage  
**MG %** => MG lait mis en oeuvre

**Couleur de pâte :**  
teneur en carotène (alimentation)

**Flaveur :** nature et origine du lait, Fermentation, degré d'affinage.



# Les grandes lignes de la transformation fromagère.

- **La préparation du lait**

Conception d'un lait spécifique au fromage. (Éleveur, traitement des laits à leur réception).

- **La coagulation et l'égouttage**

Conception de l'extrait sec (DLUO).

Réaliser un pH (teneur en calcium dans la pâte).

- **Le salage des fromages**

Donner du goût, sélection microbienne ( $A_w$ ), implantation des flores de surface.

- **L'affinage**

Donner des caractéristiques organoleptiques à un fromage.

# La préparation des laits (régularité des fabrications)

- **Standardisation physico-chimique**
  - pH (maturation des laits)
  - Sels minéraux (ajout de chlorure de calcium)
  - Matière grasse (écrémage partiel)
- **Standardisation microbienne**
  - Lait cru, lait thermisé, lait pasteurisé
  - Ensemencement en flore lactique et flore de surface.

# Caillage et égouttage du caillé

- Conception d'un caillé adapté au type d'égouttage
  - 2 cas extrêmes:
    - Lait acide + dose présure faible : Caillage de 20H00 moulage à la louche  
=> extrait sec 35% (DLUO : qqs jours)
    - Lait frais + dose de présure forte : Caillage 45 minutes travail en cuve et utilisation des presses => extrait sec 52% et plus (DLUO: qqs mois)

Conception d'un pH adapté à l'affinage:

- **affinage court** : peu de minéraux dans la pâte (les minéraux quittent le fromage en cours d'égouttage) => pH bas (4,3)
- **affinage long** : beaucoup de minéraux dans la pâte (on égoutte un caillé non acide) => pH haut (5,2 - 5,3)

# Le salage des fromages

- Il se fait **à sec** : en surface ou dans la masse du caillé ou **en saumure** (bain d'eau salé).

Il s'agit d'une étape intermédiaire entre la fin de l'égouttage (le sel complète l'égouttage) et le début de l'affinage (implantation des flores de surface).

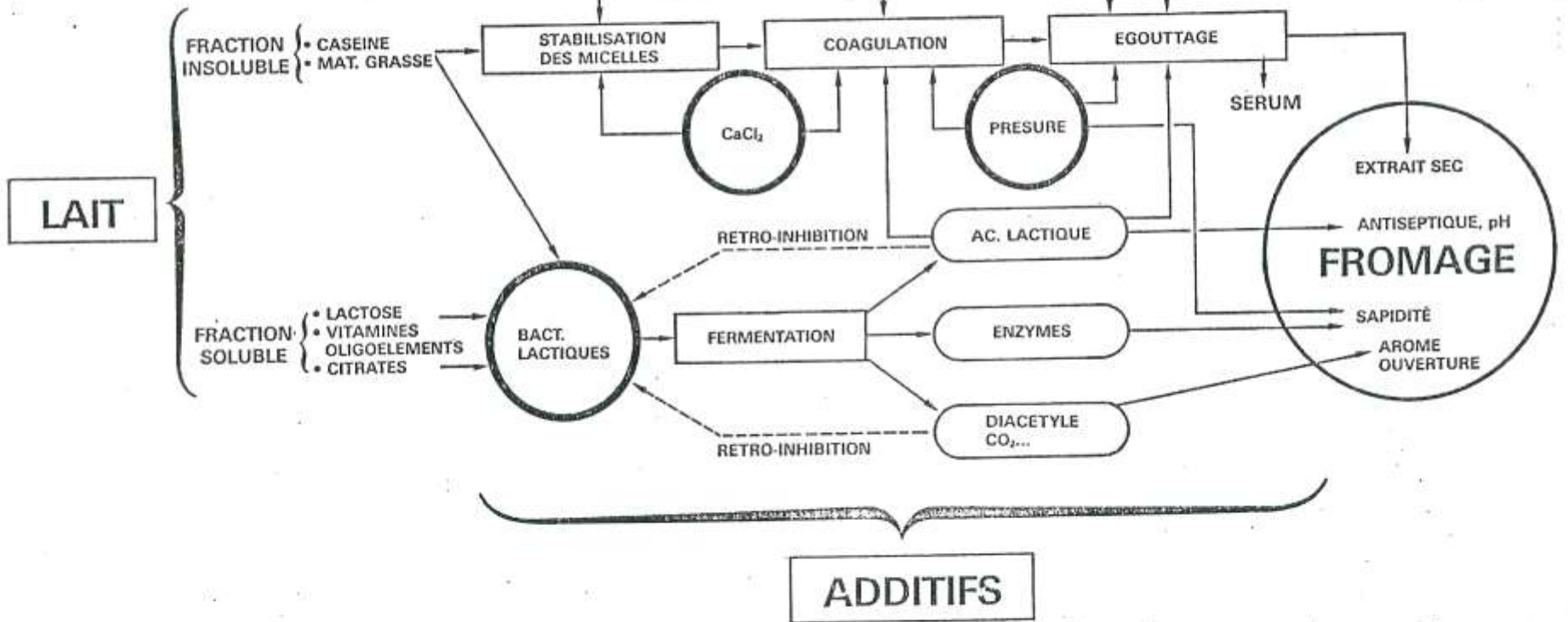
Il a un rôle important sur le goût.

# L'affinage des fromages

- Il s'agit d'une **digestion enzymatique** des constituants du lait.
- De cette digestion va naître de nouveaux éléments qui vont **modifier la texture et la saveur du fromage.**

Cette digestion demande un temps d'affinage plus ou moins long suivant les caractéristiques du fromage et la température de la cave.

# TECHNOLOGIE



TRANSFORMATION DU LAIT EN FROMAGE  
SYSTEME LAIT-ADDITIFS-TECHNOLOGIE

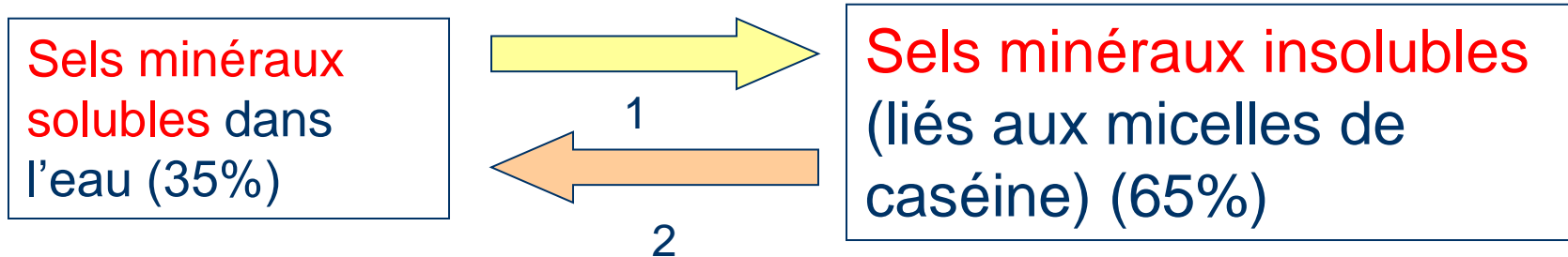
# Influence de la matière grasse sur la fromageabilité des laits.

2 points de réflexion :

- **teneur en gras**: la plupart des laits sont standardisés en gras. Les autres standardisent le G/S.
- **qualité de la matière grasse : taux de lipolyse inférieur à 0,8MEQ**

Si supérieur: perte de rendement, mauvais goût.

# Influence des sels minéraux sur la fromageabilité des laits.



1: lors du chauffage du lait et lors de l'acidification du lait

2 : lors du refroidissement du lait

Un lait de report ( $2-4^{\circ}\text{C}$  / plus de 48H00) perd du calcium insoluble, la taille des micelles diminue, ce qui entraîne des difficultés de caillage.

# Influence des matières azotées sur la fromageabilité des laits.



- Si TP important (33 - 36g/l) => rendement fromager important.
- Si TP faible (30 - 32 g/l) => perte de rendement, difficulté de caillage.
- Si TP très élevé (+ 38 g/l) => souvent MP solubles élevées => difficulté d'égouttage => frein à l'acidification.

Taux d'urée élevé: frein à l'acidification

Anomalie de fabrication.

# Impact du rapport MG/TP:

- Si rapport proche de 1: fromage et texture sec.
- Si supérieur à 1,25 : fromage qui manque de tenue en cave.
- Si entre 1,15 et 1,25: équilibre correct.

# Influence des cellules sur la fromageabilité des laits.

Lait avec cellules supérieur à 400 000 Cellules/ml

- *taux de caséines réduit*
- *taux de protéines solubles élevé*
- *sensibilité à la lipolyse*
- *teneur en lactose bas (volume de lait baisse)*
- *Perte de rendement*
- *Difficulté de caillage et d'acidification*

# Cahier des charges AOP / technologie

- **Zone géographique** => savoir faire, culture, terroir identifié.
- **Conditions d'élevage** => qualité des laits (santé animal, renouvellement).
- **Alimentation** => spécificité lait (zone de pâture, composition des laits).
- **Conservation** => gestion des flores.  
Composition des micelles de caséine.
- **Transformation / affinage** => perpétue les gestes, identification des produits.