

# PROCESSUS DE PRODUCTION DU LAIT PASTEURISÉ



**Traite du lait cru**



**Réception du lait cru et analyses physico-chimiques (acidité, densité, pH, tests sensoriels...)**



**Écrémeuse (lait entier, partiellement écrémé, 0% FAT)**



**Homogénéisation**



**Pasteurisation (basse, moyenne, haute et UHT)**



**Conditionnement du lait pasteurisé**





**Lait entier  
enrichie parfois  
par la poudre de  
lait et le sucre**

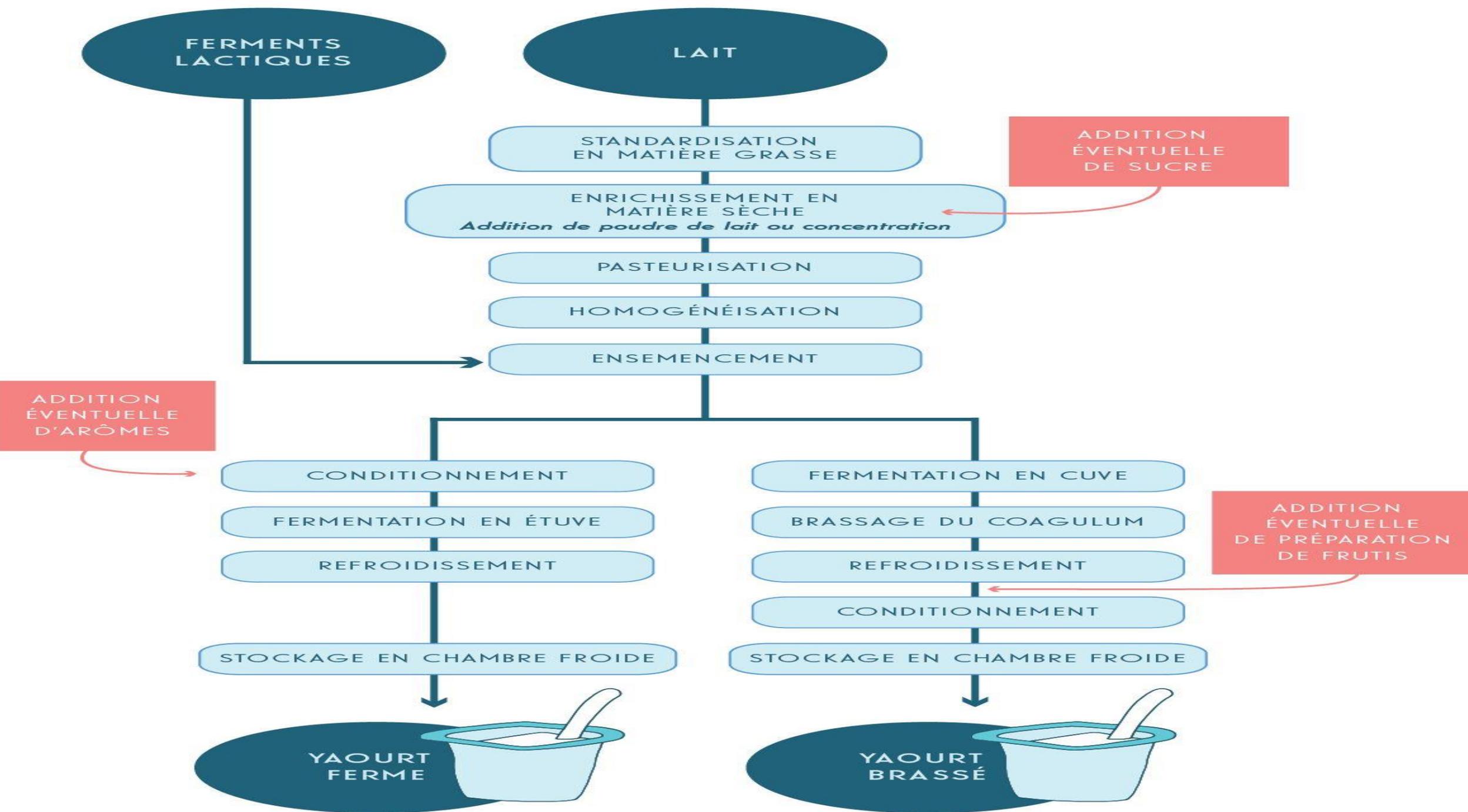
**Ensemencement  
par les ferments  
lactiques**

**Etuvage ou  
maturation  
soit mise en pot  
donc yaourt  
ferme soit  
(suivre le  
schéma)**

**Brassage ou  
fouettage  
(yaourt brassé  
ou yaourt à  
boire)**

**Conditionnement  
et refroidissement**

**Processus de fabrication de yaourt**



# Ferment lactique



- Ce sont des Cultures pures à base d'une ou de plusieurs souches de bactéries lactiques et /ou de levure en proportions définies qui en ce multipliant dans le lait et dans le fromage assurent 2 fonctions essentielles : 1- abaisser le pH en transformant le lactose en acide lactique
- 2- contribuer au caractères organoleptiques finales du fromage par le biais de leurs enzymes (protéolyse).

# Utilisations des ferments

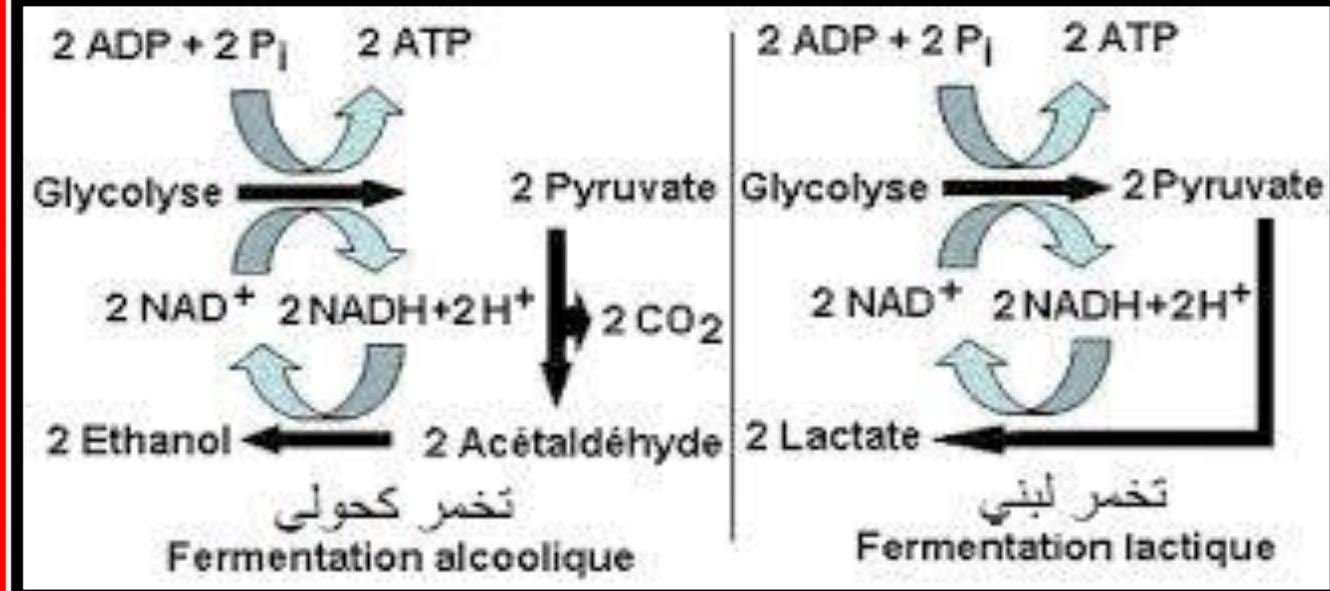
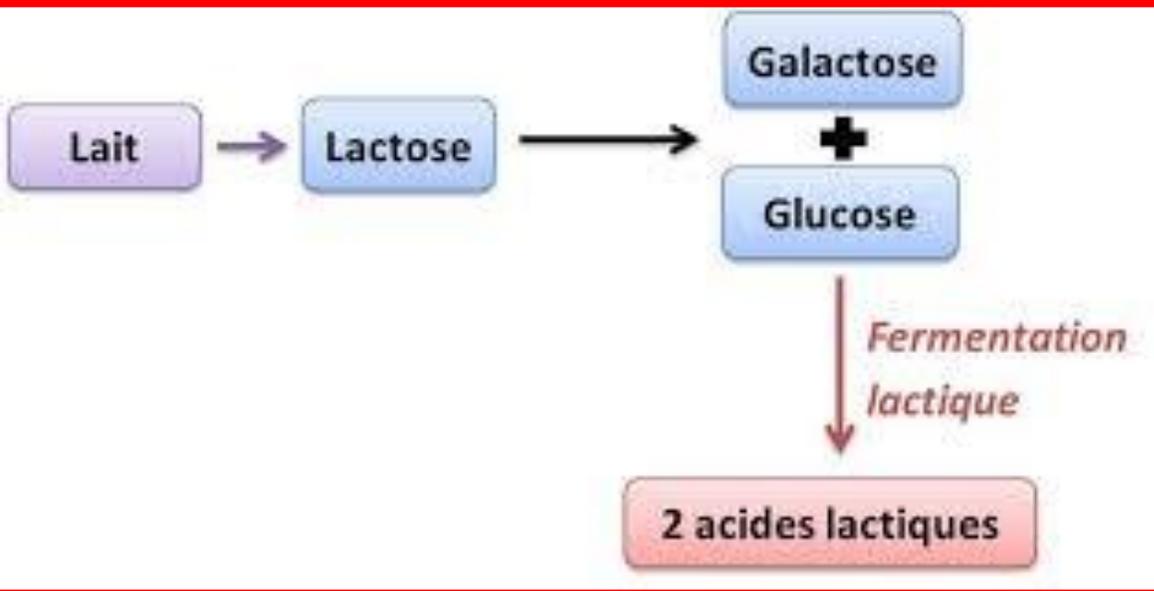


- But est d'assurer :
- une sécurité : par l'élimination des souches pathogènes via la production d'acides, d'enzymes, antibiotiques et de bactériocines.
- Texture et viscosité
- Gout et l'arome: par production des composés aromatiques( exemple acide aldéhyde)
- Effet probiotique (pas prébiotique) par la stimulation du système immunitaire

# Sélection des souches



- Vitesse de croissance
- Vitesse d'acidification
- Pouvoir d'aromatisation
- Résistance au sel
- Résistance à température élevée
- Synthèse d'antibiotiques
- Résistance au bactériophages
- Résistance à la lyophilisation



Selon les produits issus de la fermentation lactique, on a :

1- **métabolisme fermentaire homolactique** : plus de 80% d'acide lactique.

Toutes les espèces du genre *Streptococcus* et certaines espèces du *Lactobacillus* (*Lb. Bulgaricus*, *Lb. Lactis*). Yaourt – choucroute – certains fromages

2- **métabolisme fermentaire hétérolactique** :

il s'ajoute à l'acide lactique, l'acide acétique, éthanol et du CO<sub>2</sub>.

toutes les espèces du *Leuconostoc* et certaines espèces du *Lactobacillus*. Fromage pate persille et pressée et les boissons fermentées.



# LA FERMENTATION LACTIQUE :

- « définie comme un procédé de fermentation dans lequel interviennent un groupe de bactéries :



# MICRO

## L'HABITAT

Les bactéries lactiques ont pour habitat de nombreux milieux naturels, des végétaux (Plantes et fruits), des animaux et des humains (la flore intestinale et vaginale)



Phylum B XIII : Firmicutes.

Classe III : Bacilli.

Ordre II : Lactobacillales.

Famille I : Lactobacillaceae.

Genre I : Lactobacillus.

Genre II : Pediococcus.

Famille III : Carnobacteriaceae.

Famille IV : Enterococaceae.

Genre I : Enterococaceae.

Genre I : Tetragenococcus.

Genre IV : Vagococcus.

Famille V : Leuconostocaceae.

Genre I : Leuconostoc.

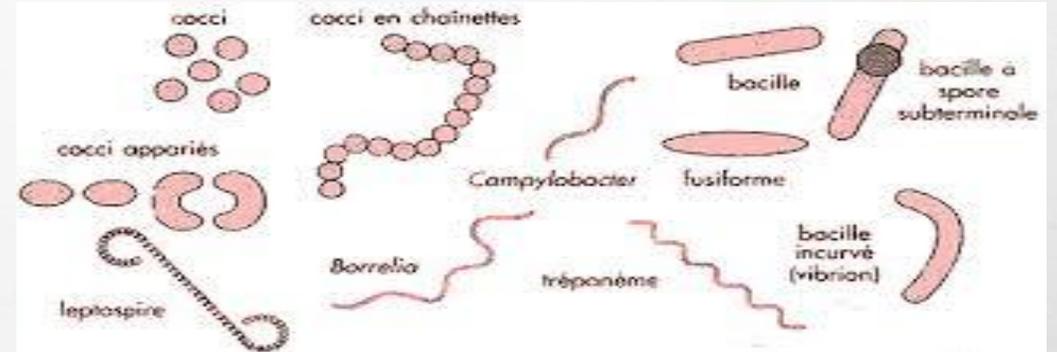
Genre II : Oenococcus.

Famille VI : Streptococaceae.

Genre I : Streptococcus.

Genre II : Lactococcus.

Au niveau hiérarchique **FAMILLE** :  
examen de la forme suffira



Au niveau hiérarchique **GENRE – ESPECE SOUS ESPECE** :

Les tests suivant sont utiles:

- Les différences génétiques
- Le mode de fermentation
- La croissance à des T° (10-45°C)
- Tolérance au sel
- Formation des isomères (D et L)

# I- Streptococcaceae



1. **Genre Streptococcus** : généralement microaérophile – homo-Ac. Lactique D.

Selon le caractère hémolytique, on a 4 sous groupes :

## 1.1. Le groupe pyogène :

espèces pathogènes, hémolytiques groupes sérologiques ABCEFGH.

Souche typique : *Streptococcus pyogenes* .....agent d'angines

Les autres espèces provoquent infections d'origine alimentaire (lait-œufs- pâtisserie).

## 1.2. Le groupe lactique :

*Sc.lactis* et *Sc. diacetylactis* ..... important en fromagerie.

## 1.3. Le groupe viridans :

*Sc. thermophilus* .....Agent d'acidification

*Sc.mutans* - *Sc.salivarius* .....caries dentaires.

## 1.4. Le groupe entérocoques :

Comportent les *Sc. Fécaux* du groupe sérologique D.

*Sc. feacalis* et *Sc. durans* ..... Toxi-infection alimentaire (viandes – pâtisserie)

## II- Lactobacillaceae

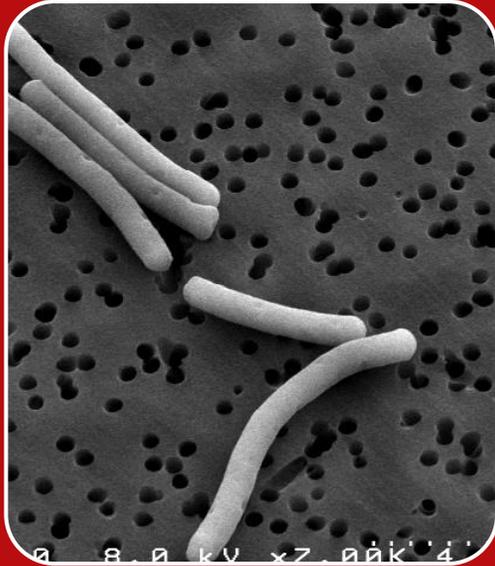
### Genre Lactobacillus :

- Bâtonnet (droits, classiques, coccobacilles, incurvés, filamenteuses...) Ac. Lactique D, L ou DL
- Certaines espèces sont homolactiques (Lb. delbercki) d'autres sont hétérolactiques (Lb. brevis, Lb. Casei)
- Activité pseudocatalitique, peu protéolytique et peu lipolytique.

Selon Orla Jenson, lactobacillus est divisé en 03 s/groupe :

groupe thermobactériums	groupe Bétabactériums	groupe streptobactériums
strictement homofermentaires	strictement hétérofermentaires	hétérofermentaires facultatifs
Cellules longues droites Représentés par : Lb. Bulgaricus - Lb. Lactis - Lb. Kefirofaciens	Cellules courtes droites et séparés Fréquemment trouvés dans l'alimentation. Lb. Kefir, Lb. Sanfrancisco, Lb.fermentum	Cellules courtes arrangés en filaments Représentés par : Lb. Casei, : Lb. Saki, : Lb. Plantarum

**Habitat :** non pathogènes fromages (cheddar), lait et lait fermentés (kéfir) Végétaux (choucroute) et marinades. L'ensilage, Bière, cidre et panification



# I- Streptococcaceae

## I.2- Genre *Lactococcus* :

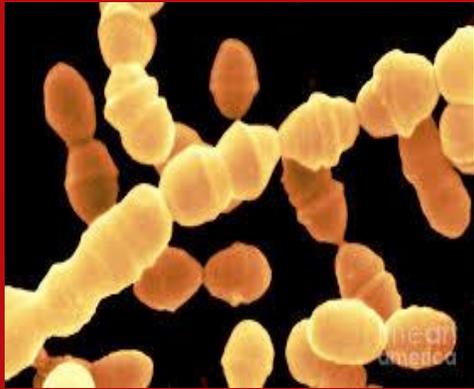
- Forme cocciphérique ou ovoïdes en paires, chainettes ou tétrades.
- Anaérobies et immobiles (sauf *Lc. inulinus*)
- Inaptes dans un milieu contenant 6,5% de Na Cl ou pH = 9,6
- En milieu liquide; absence de culture en surface
- T= 20-30°C
- Caractérisé par production d'un certains nombre de bactériocines : (voir tableau suivant)

espèces	bactériocines	action
- <i>Lc. cremoris</i>	Lactosperine diplococcine	Active contre autres lactocoques et les leuconostocs. Active sur <i>Lc. lactis</i> et <i>staphylococcus aureus</i> .
<i>Lc. lactis</i>	Nisine	Efficace contre les bactéries sporulées

**Remarque** : les espèces de ce genre (*Lactococcus*) résistent bien contre les bactériophages.

**Habitat** : non pathogènes fromages (cheddar), lait et lait fermentés (kéfir) Végétaux (choucroute) et marinades. L'ensilage, Bière, cidre et panification

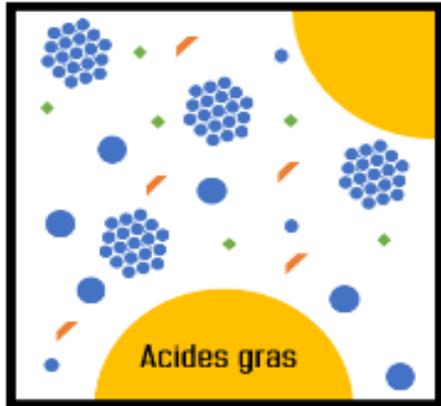
### III- Leuconostocaceae



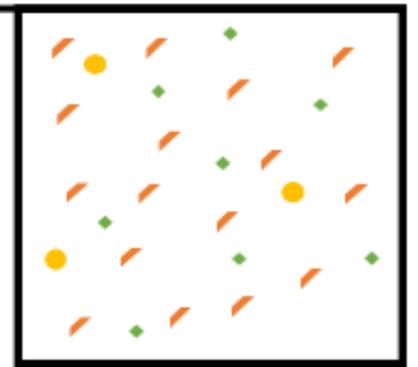
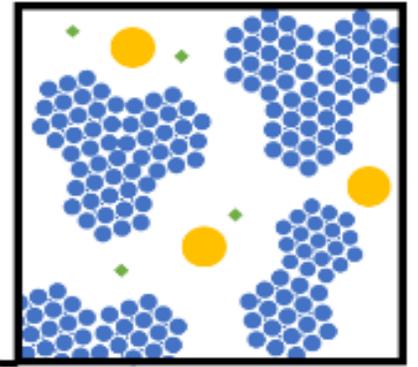
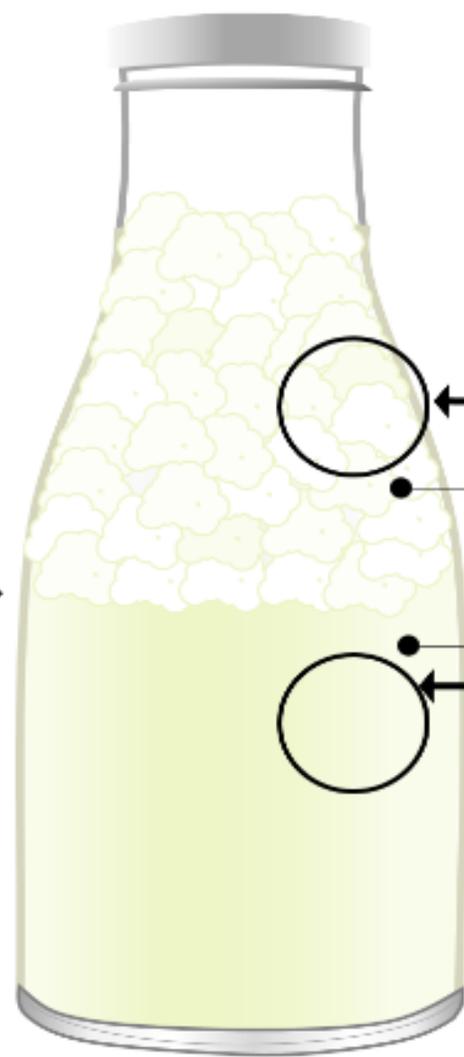
- **Genre Leuconostoc** :

- coques en paires, en chaines et souvent lenticulaire
- Hétérofermentaire, ni hémolytiques, ni pathogènes
- En culture, la turbidité uniforme. Petites colonies rondes, lisses et blanchâtres.
- Caractérisé par production de diacetyl, acetoine et du CO<sub>2</sub> → pouvoir aromatisant
- **Habitat**: lait, fruit et légumes en particulier la betterave

x 10.000



- caséine
- micelle de caséine
- protéine de lactosérum
- sucre



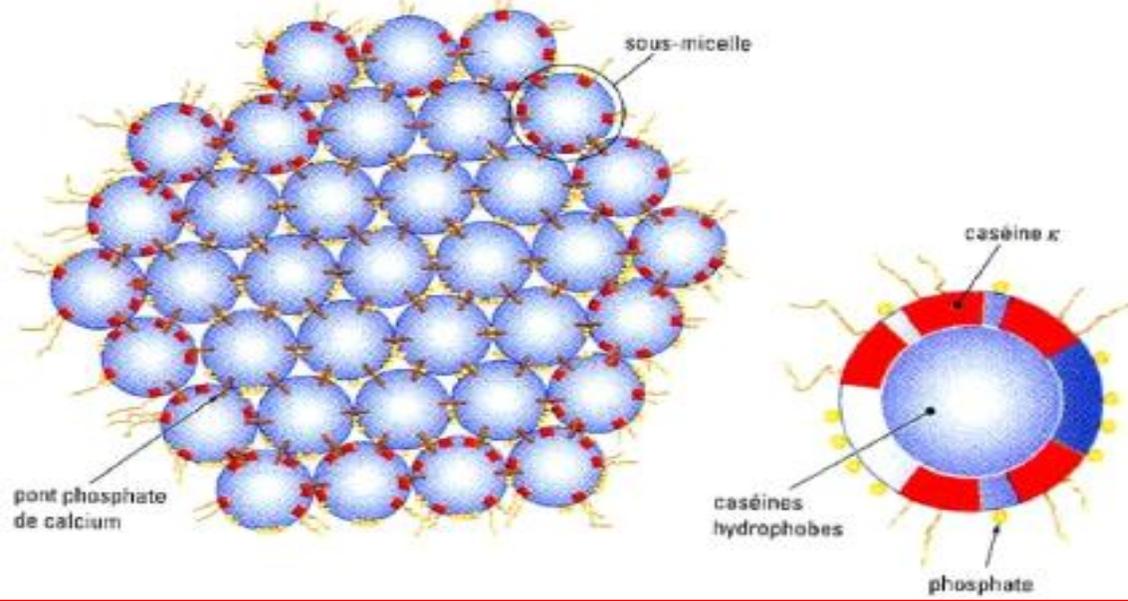
## Coagulation du lait

La coagulation du lait est provoquée par la **dénaturation de la caséine**, protéine majoritaire du lait. La matière grasse et les séroprotéines ont un rôle passif. Le lait peut être coagulé en lui ajoutant de la présure ou en l'acidifiant par l'intermédiaire de bactéries lactiques ou par acidification chimique. Il en résulte une agrégation des micelles de caséine donnant un gel (ou coagulum).

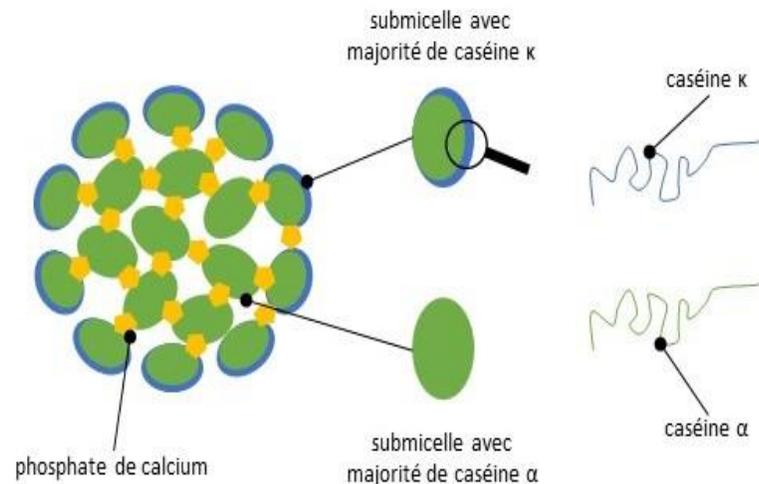
Les différentes caséines sont organisées en micelles qui sont des agrégats de plusieurs molécules de caséine. On distingue donc deux types de coagulations:

La coagulation lactique ou  
coagulation acide

La coagulation par action  
de la présure



### Structure d'une micelle



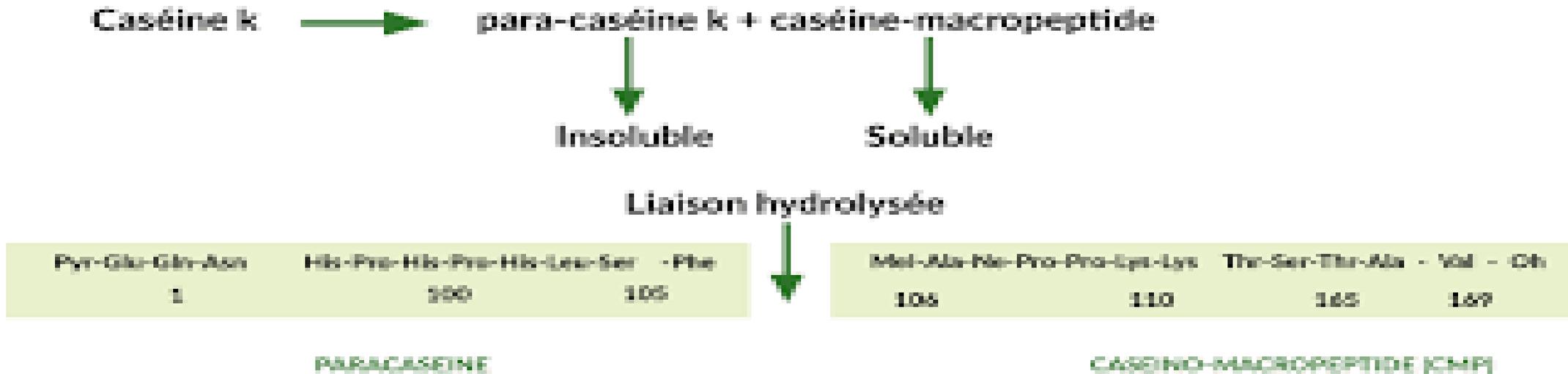
## L'activité protéolytique sur les caséines :

### 1—coagulum enzymatique :

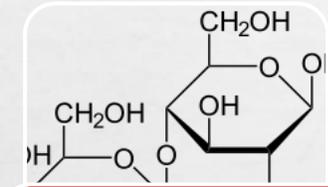
#### 1-1- Effet présure (chymotrypsine – pepsine) extraite de la caillette des ruminants.

Action spécifique sur la sous unité kappa (voir figure phe 105- met 106)

#### 1-2- effet enzymes microbiennes : Protéases – di peptidases – perméases - peptidase



## 2- coagulum acide :



### Lactose

- Via les ases microbiennes



### Ac. Lactique



### baisse de pH

- suite à l'accumulation d'acide



### phosphate de calcium

- désorganisation des micelles



### coagulum acide

- Caractéristiques dépend :
- Nature du levain
- apport minéraux
- vitesse d'acidification
- teneur en caséines
- pH final