



68^{es} JTIC
INTERNATIONAL 

8 & 9 nov 2017 PARIS
France



LALLEMAND SPECIALTY CULTURES

LES FERMENTATIONS et MICRO-ORGANISMES de L'INDUSTRIE LAITIERE



Philippe BOUYGUES
LALLEMAND

Area Technical Sales Manager Dairy
France – Benelux- North Africa



CONSERVER le LAIT

PHYSICO- CHIMIQUE

CHAUFFAGE : Lait stérilisé, lait pasteurisé, lait thermisé..

EVAPORATION: Lait concentré, lait en poudre, lait ultrafiltré

FERMENTAIRE

Yaourt, Fromage frais, fromage affiné..

“ELIMINER L’EAU”

FERMENTATION LACTIQUE

Transformation du lactose du lait en Acide Lactique par des bactéries lactiques.

Protection acide et porosité du gel pour éliminer l’eau.

Apporter des fonctionnalités: texturante, ouverture, aromatisation , dégradation enzymatique...

Technologie fromagère : Yaourt, fromage frais et fromage affiné



- Acidification

- Production d'arômes

- Dégradation des sucres

- Dégradation des citrates

Activités métaboliques des bactéries lactiques

- Production de gaz
- (CO₂, H₂...)

- Nutrition azotée et protéolyse

- Production de bactériocine

- Ouverture

- Texture et flaveur

- Lutte contre certains indésirables

FERMENTATION LACTIQUE HOMOFERMENTAIRE

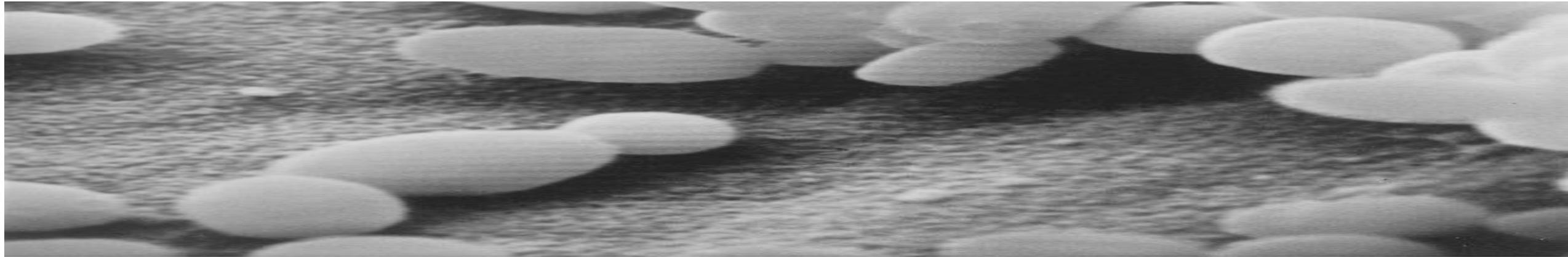
Production uniquement d'acide lactique + enzymes

FERMENTATION LACTIQUE HETEROFERMENTAIRE

Production d'acide lactique, d'enzymes + divers composés

Polysaccharide pour la texture

Gaz pour l'ouverture...



Bactéries lactiques mésophiles

nom	Propriétés technologiques	Acidité dév max	Arôme et gaz	T°C min	T°C opt	T°C max
Lactococcus lactis lactis	Homofermentaire mésophile	100 °D	non	10	30	40
Lactococcus lactis cremoris	Homofermentaire mésophile	100 °D	non	10	30	40
Lactococcus lactis diacetylactis	Homofermentaire mésophile	100 °D	Diacétyle à partir des citrates	10	30	40

Lactococcus lactis mésophile acidifie jusqu'à pH = 4,2

Lactococcus cremoris ne se dév pas au-dessus de 37 °C

Lactococcus diacetylactis utilise le citrate et produit du diacétyle, de l'acétoïne et du CO₂

Bactéries lactiques mésophiles :

nom	Propriétés technologiques	Acidité développée max	Arôme et gaz	T°C min	T°C opt	T°C max
Lactococcus lactis diacetylactis	Homofermentaire mésophile	100 °D	Diacétyl à partir des citrates	10	30	40
Leuconostoc mesenteroïdes mesenteroïdes	Hétérofermentaire mésophile	30– 50 °D	Diacétyl et CO ₂	10	30	40
Leuconostoc mesenteroïdes cremoris	Hétérofermentaire mésophile	30– 50 °D	Diacétyl et CO ₂	10	30	40
Leuconostoc lactis	Hétérofermentaire mésophile	30– 50 °D	Diacétyl et CO ₂	10	30	40

Conditions favorables à la production d'arôme :

- présence de lactose et de citrate
- T°C basse
- pH acide
- présence d'oxygène

Les bactéries lactiques thermophiles

GENRE et ESPECE	T°C optimale de croissance
Streptococcus Thermophilus –	42 – 43°C
Lactobacillus Bulgaricus	40 – 46°C
Bifidobacterium Bifidum	37 – 41°C
Lactobacillus Acidophilus	35 – 40°C
Lactobacillus Helveticus	35 – 46°C

APPLICATION FROMAGERE

FROMAGE FRAIS

Ferments mésophiles; Lactococcus Lactis, Cremoris, Diacethylactis

CAMEMBERT AOC

Ferments mésophiles; Lactococcus Lactis, Cremoris, Diacethylactis

PATE PRESSEE NON CUITE

Ferments mésophiles seuls avec ou sans ajout de Thermophiles, Thermophiles seuls

YAOURT

Ferments Thermophiles :Streptococcus Thermophilus et Lactobacillus Bulgaricus

PATE PRESSEE CUITE

Ferments Thermophiles: Streptococcus Thermophilus, Lactobacillus Helveticus

L’AFFINAGE des FROMAGES

Voici des fromages affinés ayant une **apparence** bien **différente**.
La croûte de ces fromages n’est pas la même d’un fromage à l’autre.

Ce sont les ferments d’affinage qui sont en partie responsable
de ces changements.

L’utilisation de colorant peut également modifier l’aspect de ces fromages.



*Croûte fleurie
d’un camembert*



*Croûte lavée
d’un maroilles*



*Croûte fleurie
d’un crottin*



*Moisissures internes
dans un bleu*

L’AFFINAGE des FROMAGES

OBJECTIFS

Consommer l’acidité; remonter le pH

Coloration: Blanc; ivoire, orange, grise, bleue...

Texture, gout, onctuosité : Protéolyse et Lipolyse enzymatique

Aspect: Sec, poissant, collant, ouverture...

(résistance mécanique..)

Odeur et flaveur : lactée, fruitée, soufrée...

LES MICRO ORGANISMES IMPLIQUES

LES LEVURES

- Debaryomyces Hansenii, Kluyveromyces Lactis , Candida Utilis

LES MOSISSURES

- Geotrichum Candidum, Penicillium Camemberti et Roqueforti,
Mucorales

LES BACTERIES

- Propionibacterium, Leuconostocs, Staphylococcus Xylosus,
Breviacterium Linens

LES MOISSISSURES

Les moisissures en fromagerie se trouvent :

- à la **surface** des fromages (exemple : camembert) ;
- à l'**intérieur** des cavités de la pâte (exemple : bleus).

Elles se développent toujours **en présence d'oxygène**.

Ce sont des **champignons filamenteux**.



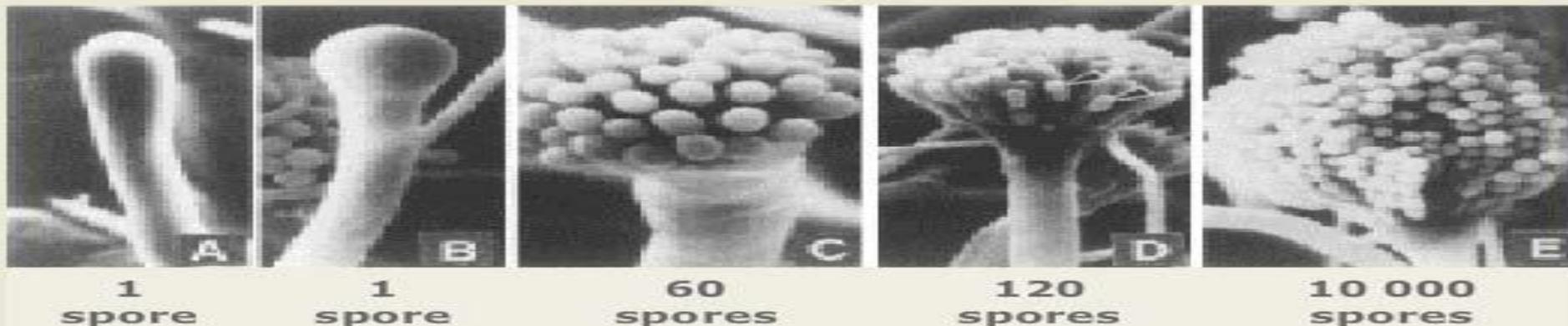
Moisissures de surface pour le camembert



Moisissures internes pour le bleu



La moisissure libère des spores qui germent sur le fromage et reforment une moisissure.



5 h

10 h

15 h

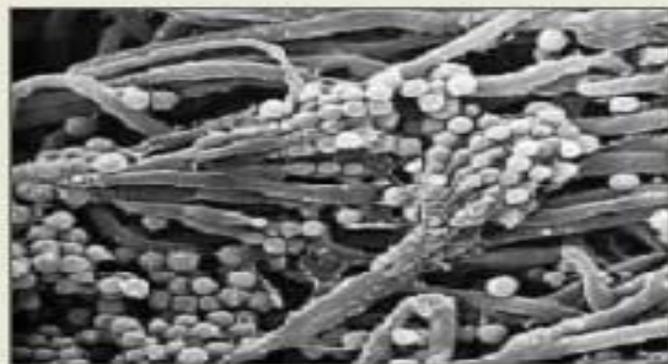
Les moisissures **dégradent les composés** en molécules plus petites grâce à des enzymes.

Elles ont une activité protéolytique et lipolytique responsable des **arômes** et de la **consistance** des fromages.

Les moisissures **les plus importantes en fromagerie** sont :

- *Penicillium camemberti* ou *candidum* ;
- *Penicillium roqueforti* ;
- *Mucor*.

Il en existe d'autres : *Penicillium album*, *Cylindrocarpon*...



Penicillium camemberti



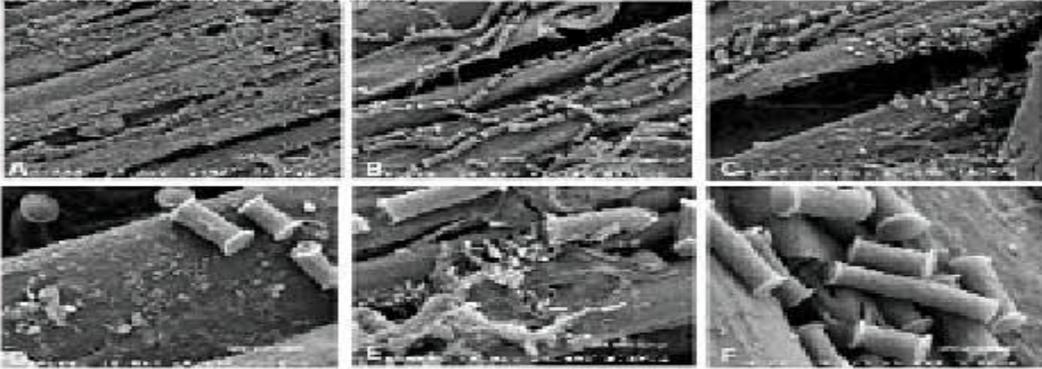
Penicillium roqueforti



Mucor

LES GEOTRICHUMS

Nom : *Geotrichum candidum*



Conditions de développement :

- association courante avec la moisissure *Penicillium camemberti* ;
- pH 4,6 à 5,3 ;
- avec ou sans O₂ ;
- très sensible au sel, 1 à 2 % stoppe le développement de certaines espèces ;
- température optimale : 25 à 30 °C.

Rôles pour le fromage :

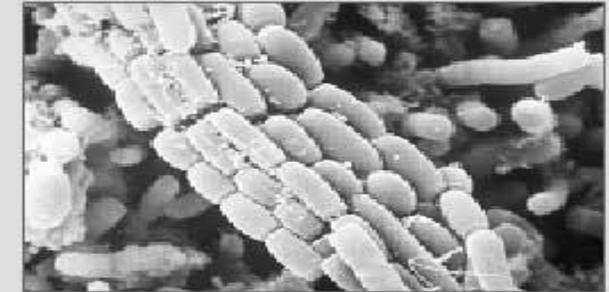
- désacidification rapide du caillé ;
- aide à l'implantation d'autres flores ;
- aromatisation et goût ;
- protéolyse et lipolyse limitée.

Geotrichum candidum se trouve sous 3 formes :

- type levuriforme, pas de duvet de surface,
- type moisissures, duvet ras et fin en surface,
- type intermédiaire, « fleurine » de surface.



Geotrichum sous forme levure



Geotrichum sous forme levure



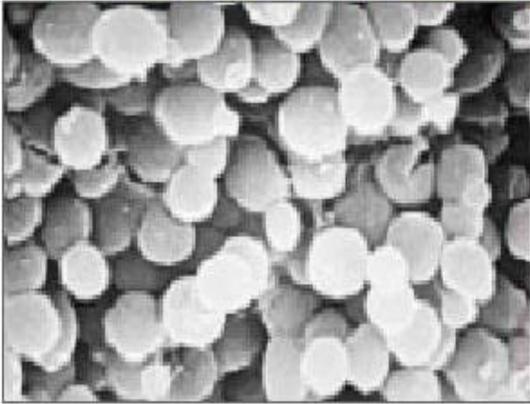
Geotrichum sous forme moisissure



Geotrichum sous forme moisissure

Les LEVURES

Nom : *Kluyveromyces lactis*



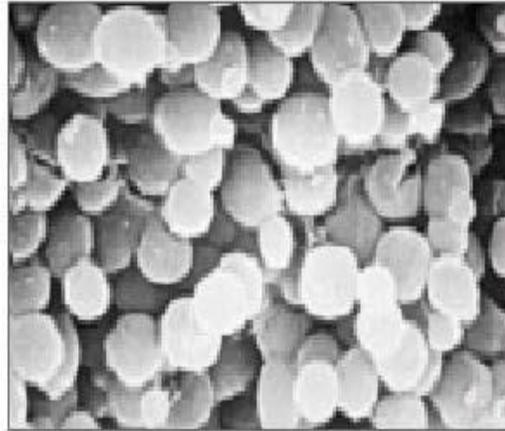
Conditions de développement :

- croissance excellente en surface ou en profondeur du fromage ;
- température optimale : 30 °C.

Rôles pour le fromage :

- fermentation du glucose et du lactose ;
- assimilation du lactose et des lactates ;
- aromatisation (arôme ananas, éthanol).

Nom : *Candida utilis*



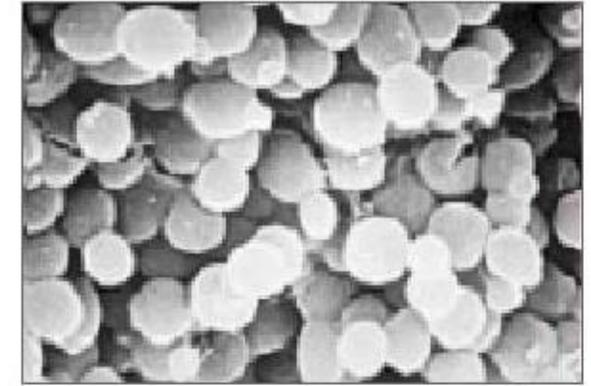
Conditions de développement :

- croissance excellente en surface et en profondeur du fromage ;
- température optimale : 21 à 30 °C.

Rôles pour le fromage :

- fermentation du glucose et du lactose ;
- assimilation des lactates ;
- neutralisation importante du pH ;
- aromatisation.

Nom : *Debaryomyces hansenii*



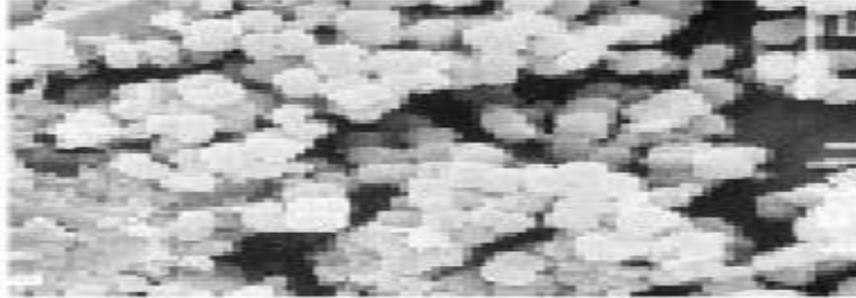
Conditions de développement :

- croissance excellente en surface du fromage ;
- température optimale : 20 à 25 °C.

Rôles pour le fromage :

- pas de fermentation du glucose et du lactose ;
- assimilation du lactose et des lactates ;
- neutralisation du pH ;
- aromatisation très faible.

Nom : *Microcoques*
**Ex : *Micrococcus luteus*,
Staphylococcus xylosus,...**



Conditions de développement :

- aérobies ;
- halotolérantes (développement jusqu'à 15 % de sel) ;
- température : 5 à 37 °C.

Rôles pour le fromage :

- activité protéolytique et lipolytique importante ;
- amélioration de la texture et de l'arôme ;
- assèchement de la croûte des pâtes pressées ;
- stimulation des ferments lactiques.

Les CORYNEBACTERIES

Nom : *Corynébactéries*

Ex : *Brevibacterium linens*
ou « *bactérie du rouge* »,
Arthrobacter globiformis...



Conditions de développement :

- pH 6,5 – 7 (minimum 5,2 – 5,8) ;
- fort besoin en oxygène ;
- halotolérantes ;
- température optimale : 20 à 30 °C.

Rôles pour le fromage :

- formation d'une croûte orangée à rouge par la production de pigments caroténoïdes ;
- production d'arômes et goûts spécifiques par l'activité protéolytique.

Les corynébactéries

Les corynébactéries s'utilisent en **souche pure** ou en **culture mixte** (mélange d'aromatisation : plusieurs corynébactéries avec des levures).

Elles sont **ajoutées au lait** ou à la **morge** pendant le frottage des fromages.

Les PROPIONIQUES

Rôles dans l'affinage des PPC:

Formation des « yeux » ou ouverture

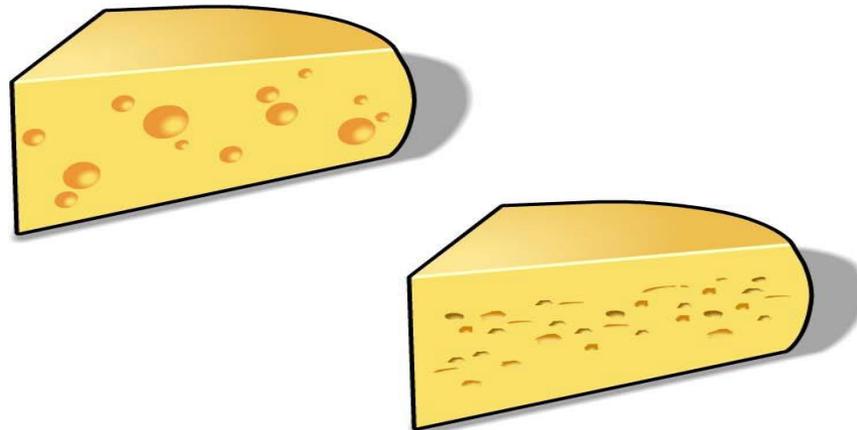
Responsable avec les BL de la flaveur caractéristiques des PPC

La fermentation propionique :

En présence oxygène et nitrate = Acétate + CO₂ + Propionate

En anaérobiose = à partir de l'acide lactique : acétoïne, diacétyl, propionate, succinate

Production de gaz



EXEMPLE D’AFFINAGE

Le Brie de Meaux

- . Les premières heures et les premiers jours : les levures désacidifient la surface du fromage
- . Cela permet à partir du 3^o jour l’implantation du Géotrichum Candidum (Couleur Blanche, désacidification, production d’arome et dégradation enzymatique.
 - . Au bout du 6^o jour, implantation du Pénicillium Candidum , apparition de la moisissure blanche et production d’enzymes qui pénètrent dans la Pâte (protéolyse et Lipolyse, « affinage à Cœur »)
- . En fin de vie , quand le pH est relativement haut, apparition des Brévibacteriums Linens, le fromage à tendance à brunir (Couleur Rougeatre) avec apparition de goûts et d’odeurs fortes.



- MERCI POUR VOTRE ATTENTION -



