



Le lait & l'œuf

- Aliments clés de notre diète
- Sources de molécules à haute valeur ajoutée

Des points communs / des questions de recherche partagées

- Composition d'une extrême richesse / croissance
- Sources d'ingrédients extraordinaires : protéines, mais aussi lipides
- Composants bioactifs à haute valeur ajoutée encore très mal connus
- Questions nutritionnelles
- Questions / allergie
- Une fragilité / contaminations microbiennes

Une différence

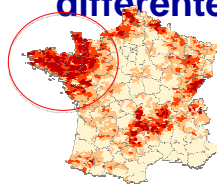
Pour le lait : tout le champ des aliments fermentés, de leur qualité, de leur sécurité

3

Filières & état de l'art : des situations différentes



2^e producteur en Europe
95% du lait transformé
 10 grandes compagnies & coop + 300 PME-PMI
 • **Interprofession très structurée**



1^{er} producteur en Europe
30% œufs sont transformés
 30 compagnies, 4 moyennes
 • **Interprofession naissante**



Louis Pasteur

1880

1970

2010

Début des recherches sur l'œuf

4

La consommation du lait en France

- 1,1 litre de lait consommé / personne / jour
 - 1/3 des lipides et 1/4 des protéines de notre alimentation sont d'origine laitière
 - 16% du lait est transformé en laits liquides conditionnés par **traitement thermique**
 - 20% du lait est transformé en **poudre**
 - 49% du lait est transformé en **fromage** et **laits fermentés**
 - 18% sont transformés en **beurre et crème**
- Co-produits**
- Fractionnement**

Innovations agronomiques, 2011, 13, 1-12

5

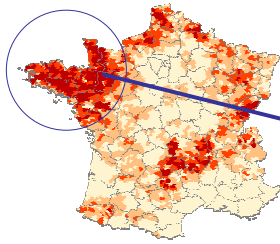


Vie scientifique

6 Équipes et 3 priorités thématiques

6

UMR “Science et Technologie du Lait et de l’Oeuf”



- Biochimie
- Microbiologie
- Technologie

- 100 personnes
- 10 doctorants



Recherche académique
+
en forte interaction avec les équipes industrielles (régional,
national et international)

Gouvernance



Un contexte agro-alimentaire en évolution

AMONT



Préoccupations
environnementales
ressources /
systèmes d'élevage

Augmentation du
coût des matières
premières

TRANSFORMATION



**Intégration des deux
types d'évolution**

AVA



Aliment doit être

- bon et sain
- sûr
- pratique
- varié
- adapté à chaque segment
de la population
- **naturalité**

9

Les 3 priorités scientifiques

3 domaines d'applications

Mécanismes de construction
/déconstruction des
matrices alimentaires

Optimisation multicritères
des procédés de
transformation en industrie
laitière : vers une démarche
d'éco-conception

Bases mécanistiques de la
biodiversité bactérienne et
de
l'expression phénotypique
in situ

Nouvelles
fonctionnalités

Procédés optimisés
durables

Matrices
alimentaires saines
et fonctionnelles

10

Un équilibre à l'interface de deux univers

Systèmes dans leur complexité réelle

- Ancrage questions
- Transfert

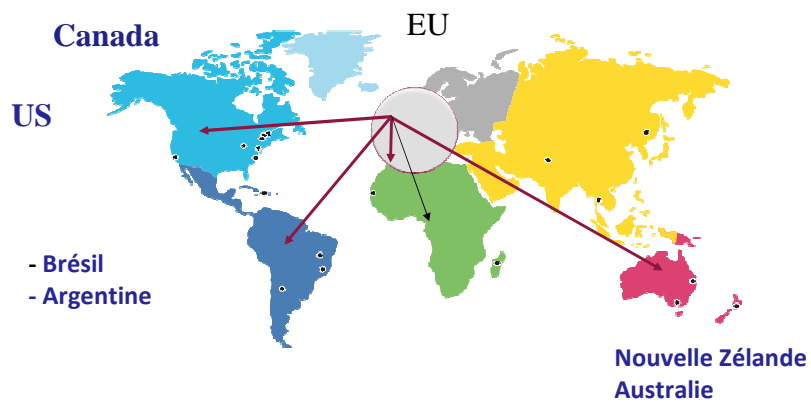


**Avancées disciplinaires
Systèmes modèles / concepts**

- Ressourcement
- Nouveaux concepts & objets d'étude

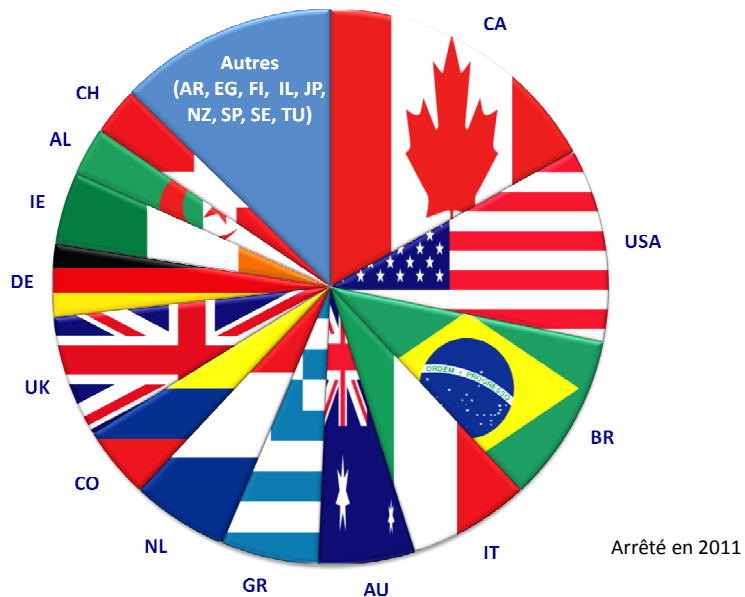
11

Collaborations internationales



12

30% des publications co-signées à l'international



La Plateforme LAIT

- Plateforme expérimentale de recherche / lait et dérivés qui fait partie de l'UMR STLO
- Opérations technologiques de l'industrie laitière
- Différentes matières premières : lait, babeurre, colostrum, ...
- A l'échelle pilote (**diversité et flexibilité des équipements**)

Fractionnement
par membranes

Traitement
thermique

Technologie
fromagère

Séchage

Localisation sur le même site



Le fonctionnement interne de Plateforme LAIT

Certifiée ISO 9001 depuis Mars 2010 (Système de
Management par la Qualité)



Amélioration en continu du système avec recherche de la satisfaction du
partenaire

- élaboration et réalisation de projets de recherche
- mise à disposition de matériels
(H.C.I, Actilait, Sodiaal, United Pharmaceutical)

- Gestion par projets (planification, traçabilité, ...)
- Gestion des ressources (matérielles et humaines)

15

La Plateforme LAIT au sein de l'UMR STLO



Expertise technologique



Expertise chercheurs STLO



Soutien analytique STLO



16



Des publics avertis aux citoyens

3 symposiums internationaux



9 Ouvrages de synthèse

3 sites web



Citoyens

Fête de la science
Débats
Radio



19

Diffusion vers les étudiants et les acteurs des IAA

Participation à l'enseignement supérieur

- 170 étudiants niveau master - 2350 heq TD / an + 235 h
- Formation et accords à l'international (IP- Erasmus mundus)

Formation des doctorants

100 % en activité - 3^e structure d'accueil de l'école doctorale VAS

Formation vers les pays laitiers émergents

Formation continue

- 17 sessions /an
- 220 stagiaires
- 28% CA formation continue d'Agrocampus Ouest



20

Stratégie de construction de la qualité dans la filière laitière

Problèmes scientifiques, technologiques & tendances de la filière laitière

Frédéric Gaucheron

UMR STLO, 65 rue de Saint Briec, 35042 Rennes

E-mail : frederic.gaucheron@rennes.inra.fr

Ngaoundéré, decembre 2013

Construction de la qualité dans la filière laitière

- Animal (sélection, santé & bien-être et production animales, alimentation, conditions d'élevage, etc)
- Le lait à la ferme (traite, stockage, conditions d'hygiène,...)
- **Connaissance de la matière première** (protéines, lipides, lactose, minéraux, ...) **et de sa variabilité**
- **Transformation** (technologies : **traitement thermique**, écrémage, **séchage**, **formulation**,.....)
- Environnement (nettoyage équipements, traitements des effluents,...)
- **Nutrition-santé (calcium, lipides : avantages et inconvénients)**
- Consommation
- Réglementation

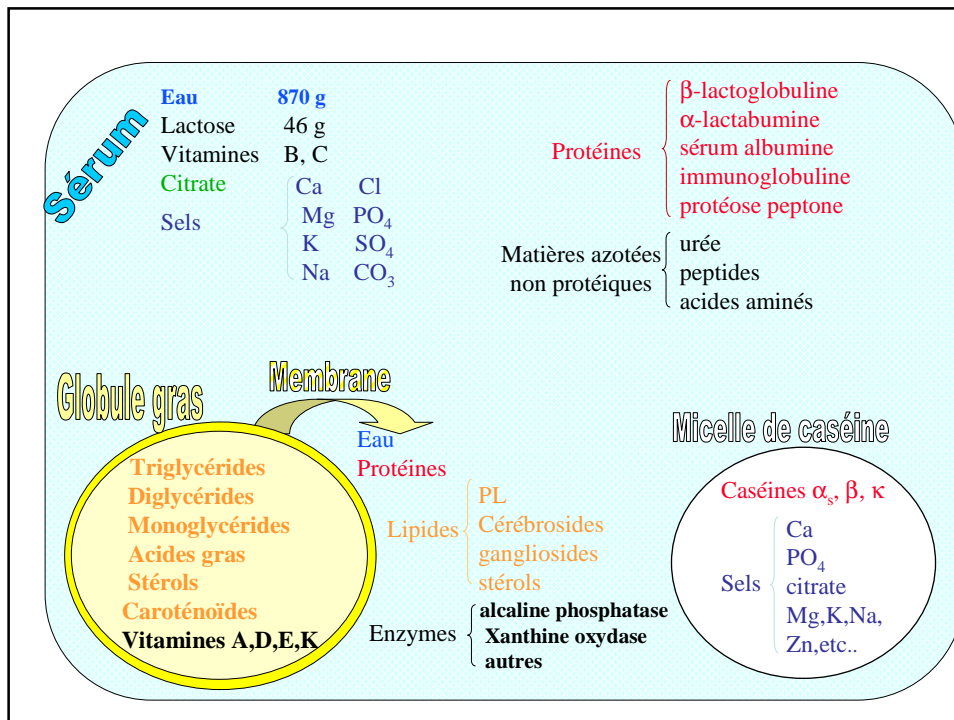
Très différent entre pays industrialisés et en voie de développement

Connaissance de la matière première

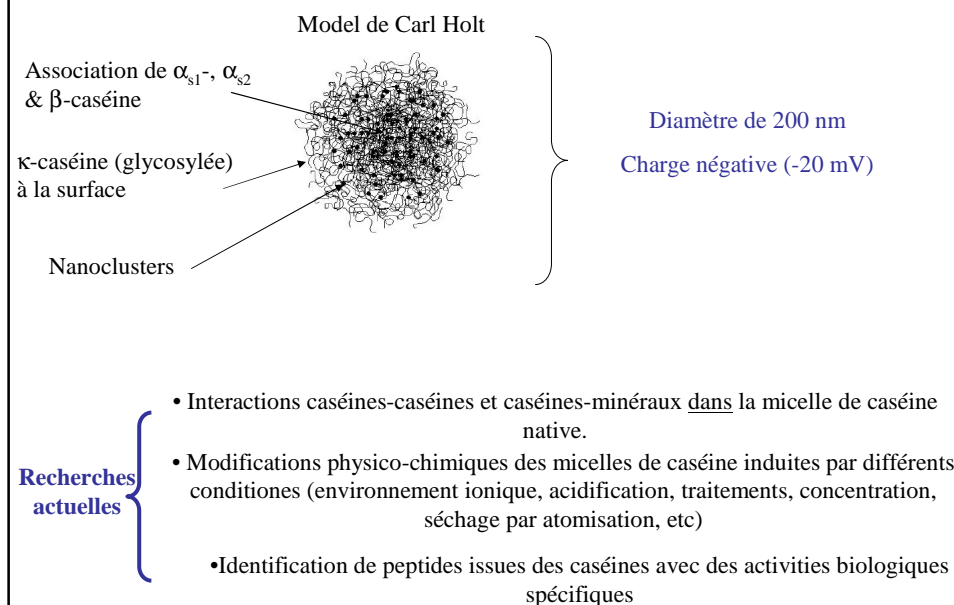
Problématiques en sciences laitières

Composition du lait





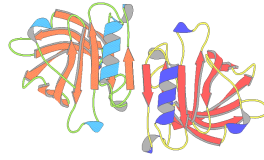
Recherches actuelles sur les micelles de caséine (80% des protéines laitières)



Les protéines globulaires



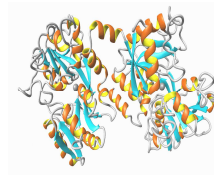
α -lactalbumine



Dimère de β -lactoglobuline



Sérum albumine

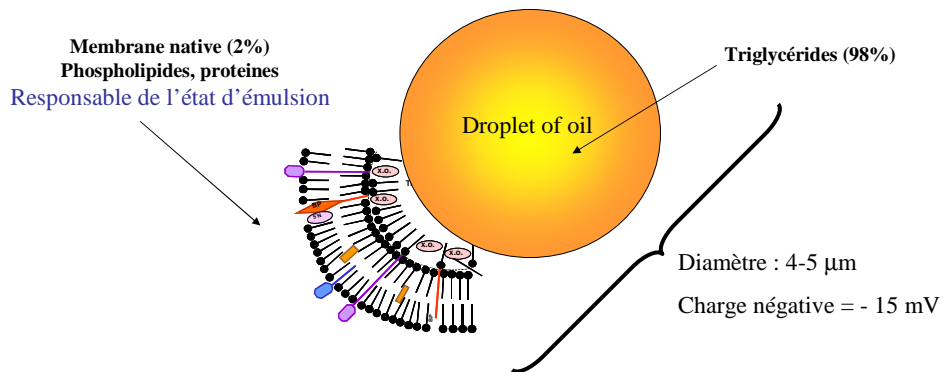


Lactoferrine

• Quelles sont les espèces intermédiaires générées au cours des processus de dénaturation et d'agrégation physique et chimique des protéines globulaires ?

• Quelle est l'influence des procédés sur les modifications structurales et la fonctionnalité des protéines ?

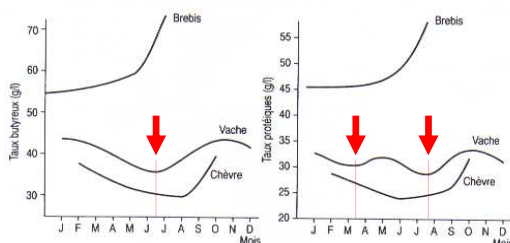
Globule gras



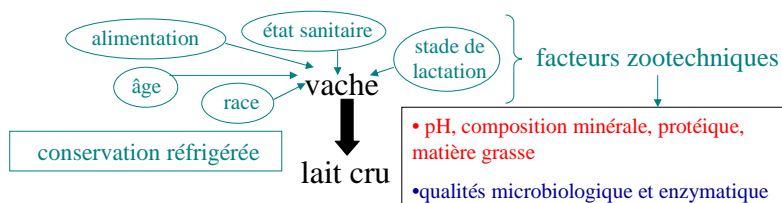
Actuelle recherche

- Structure de globules gras dans différents produits laitiers ?
- Composition, structure et propriétés fonctionnelles de la membrane native?
- Rôle du globule structure du globule gras sur sa digestibilité ?

Variation de la qualité du lait



Subir ou corriger
la matière première ?



Quelques éléments de
construction de la qualité
en technologies laitières

But des technologies laitières sont multiples

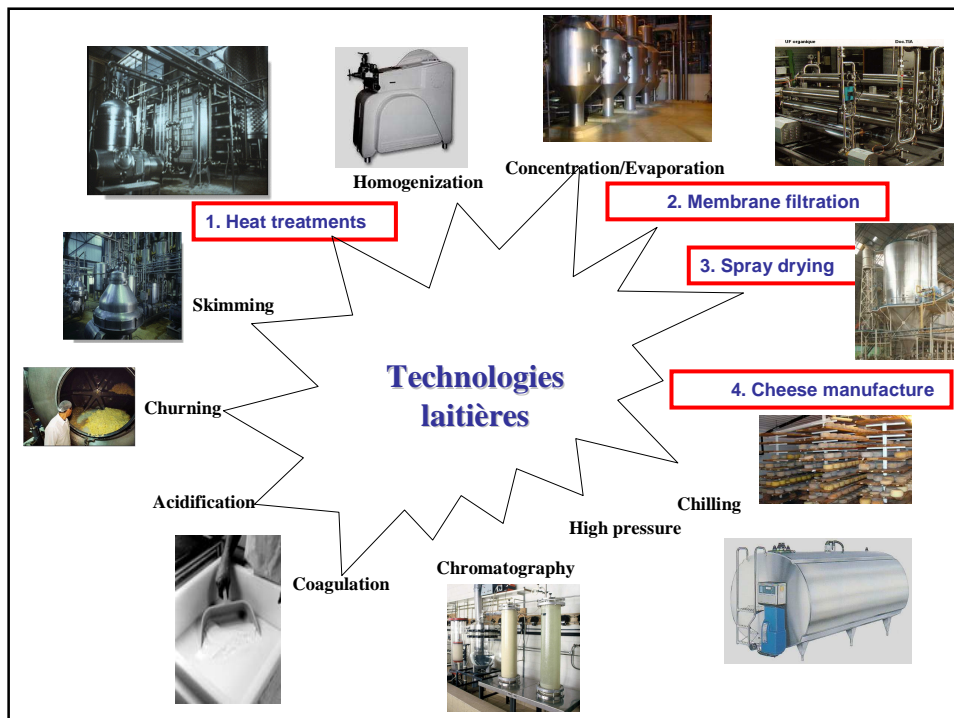
Avoir un produit sûr et sain

Garder qualité et typicité des produits laitiers

Technologies laitières

Améliorer et contrôler la fonctionnalité des constituants laitiers

Isoler des composés spécifiques et exploiter leur potentiel biologique



Points critiques au niveau de la ferme, concernant la contamination microbiologique du lait

	Critère	Evaluation du risque
Contaminations dans la mamelle	Santé des animaux (mammite ou autre)	-
Contaminations hors de la mamelle	Qualité de l'alimentation (conservation, reprise des fourrages)	-
	Hygiène et propreté des trayons avant la traite	+
	Nettoyage du matériel de traite et de stockage du lait	+++
	Qualité de l'eau de lavage et de rinçage de tout matériel	++
	Hygiène du lieu de traite	+
Multiplication dans le lait	Réfrigération du lait entre 4 et 10°C	++++
	Défaut grave de réfrigération du lait (plus de 10°C)	++++

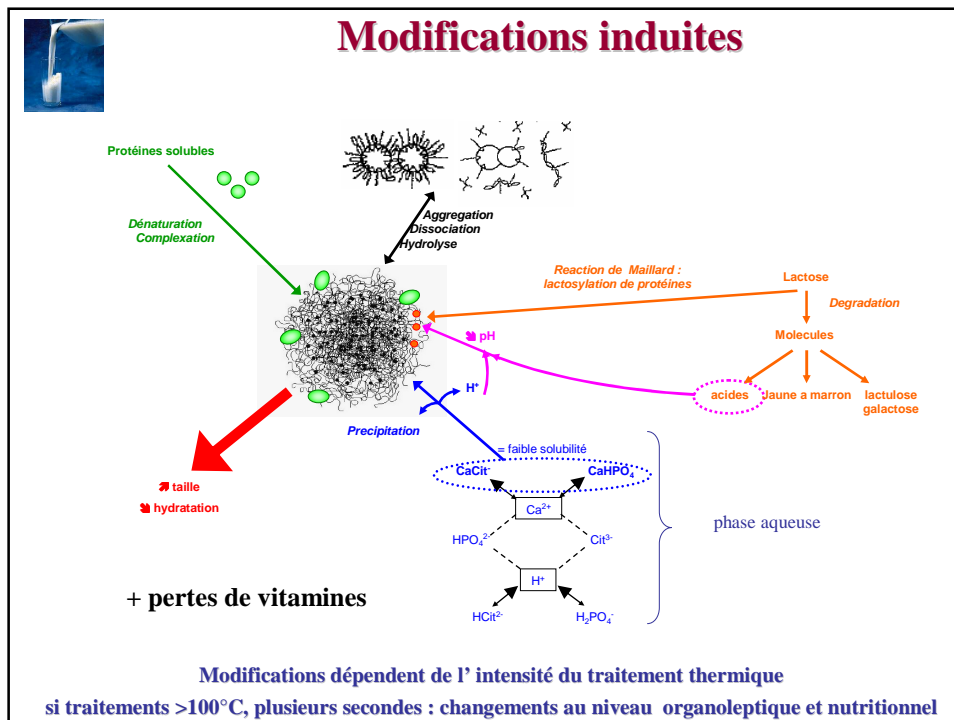
- : risque très faible ou nul
 + : risque faible
 ++ : risque moyen
 +++ : risque fort
 ++++ : risque très fort

Multiplication de la flore en fonction de la température et de la durée de conservation

Température de conservation (°C)	Nombre de bactéries par ml	Facteurs de multiplication			
		24 heures	48 heures	72 heures	96 heures
4,5	4200	1	1,1	2	4,7
	137000	2	3,9	5,5	6,2
10	4200	33	30	1 36	9400
	137000	8 5	98	182	300
15,5	4 200	380	7860	77800	229000
	137000	175	4600	17 500	386 000
25	4200	7000	1 5600	88 500	240000
	137000	4 900	11 200	21 000	23300

Traitements thermiques

- Détruire la flore banale et pathogène du lait cru
- Augmenter le temps de stockage du lait et avoir un meilleur contrôle d'opérations industrielles
- Différentes intensités de traitements thermiques :
 - Thermisation, pasteurisation (70°C, qq secondes) (fromages)
 - haute pasteurisation (90-95 °C, 5-10 minutes (yaourts))
 - Stérilisation (> 100°C, qq minutes)
 - Ultra High Temperature (140°C, 2-15 secondes)





Après traitement UHT et durant le stockage, le lait peut se déstabiliser

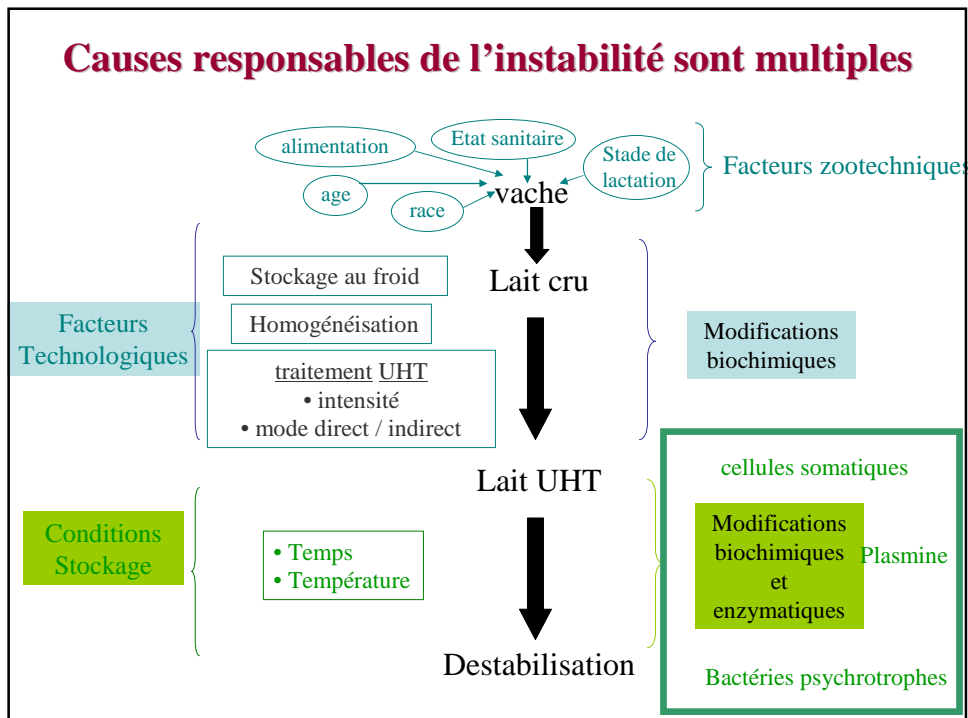
Dans la bouteille



Au cours du chauffage



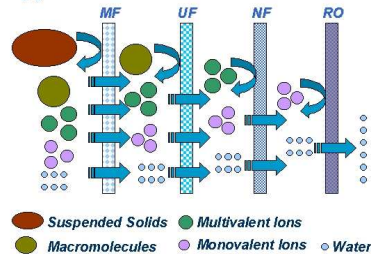
Causes responsables de l'instabilité sont multiples



Filtration sur membrane

- Opération physique utilisant une membrane semi-perméable (avec différentes tailles de pores) et la filtration est tangentielle

Types of Membrane



MF : microfiltration
UF : ultrafiltration
NF : nanofiltration
RO : reverse osmosis

- Taille des constituants du lait

Components	Size μm
Somatic cells	6 - 15 μm
globules gras	2 - 5 μm
Bacteries	0.5 - 2 μm
Micelles de caseine	150 - 300 nm
Proteines solubles	10 nm

➔
Nombreuses applications laitières

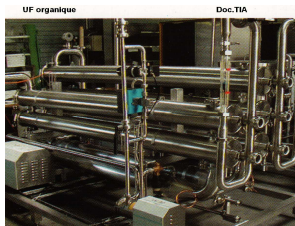
Differentes applications utilisant les techniques à membrane

Concentration de lait

Purification de micelles de casein et de protéines solubles

Deminéralisation de lactosérum

Standardisation



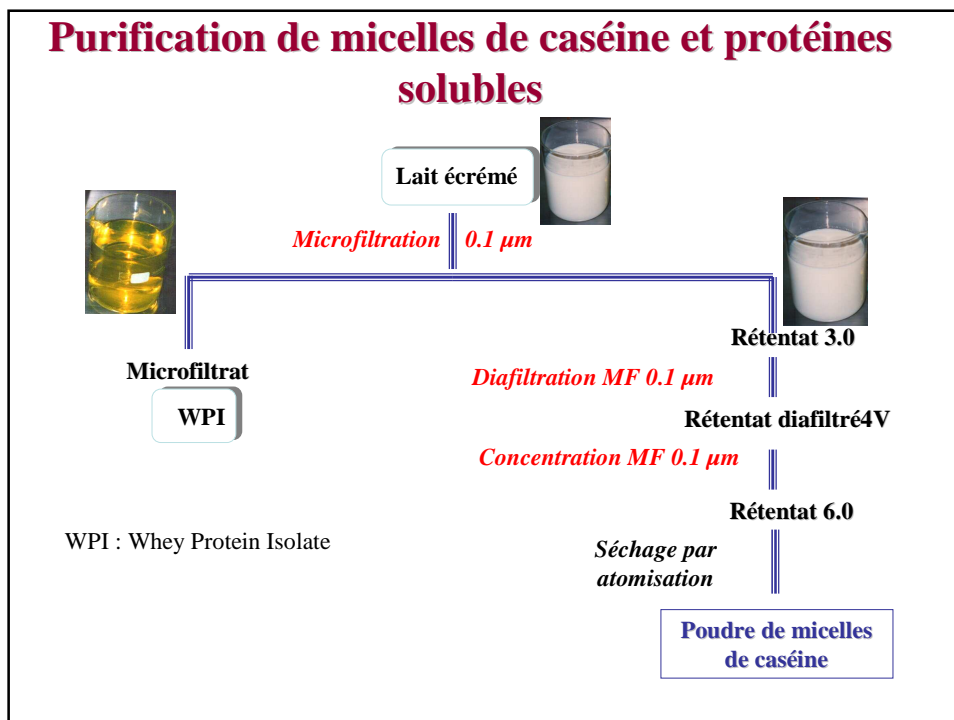
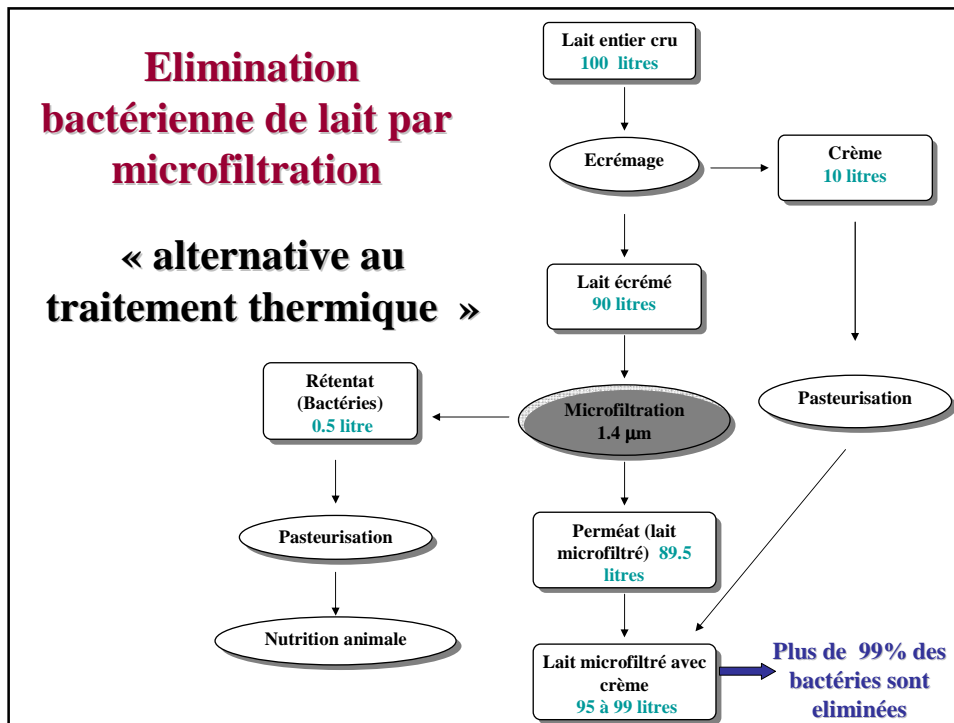
Fabrication de nouveaux fromages

Séparation de peptides ou protéines bioactifs

Epuration bactérienne de lait

Fractionnement de globules gras

Délipidation de lactosérum



Quelques éléments de maitrise de la qualité en fabrication fromagères

Fromages

Forme de conservation des protéines et matière grasse du lait

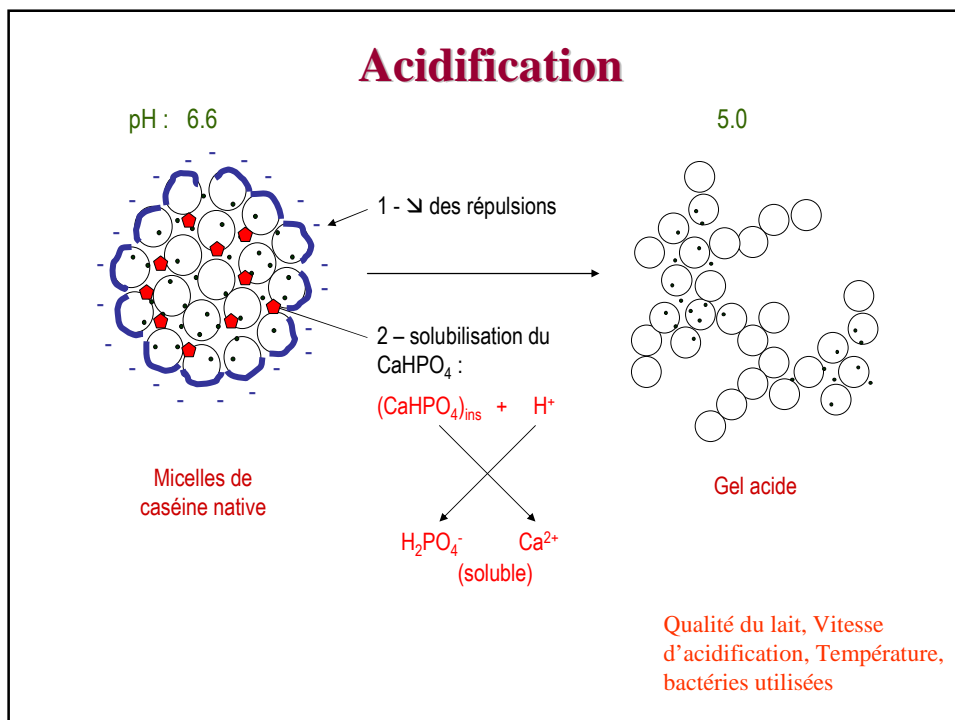
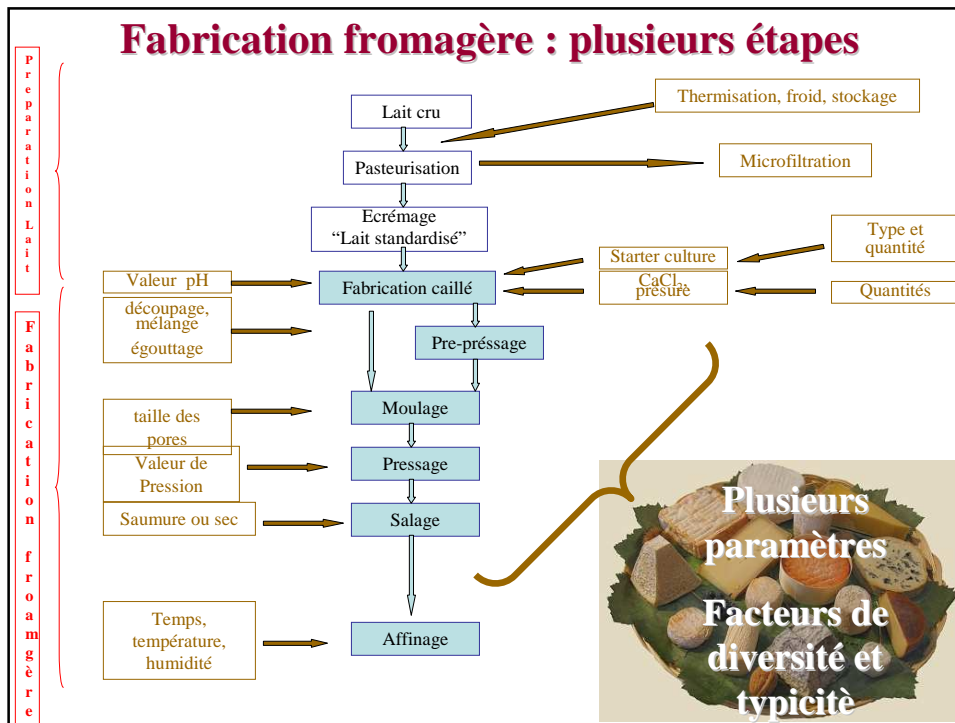
Aliment universel consommé dans de nombreuses régions du monde



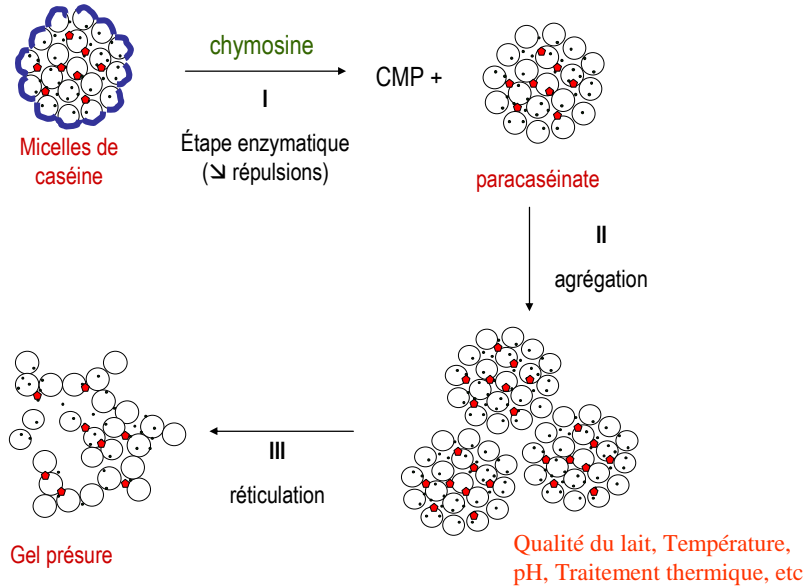
Très large variété de fromages



4000 fromages différents dans le monde (400 en France)



Mécanisme de la coagulation présure



Le salage en fromagerie



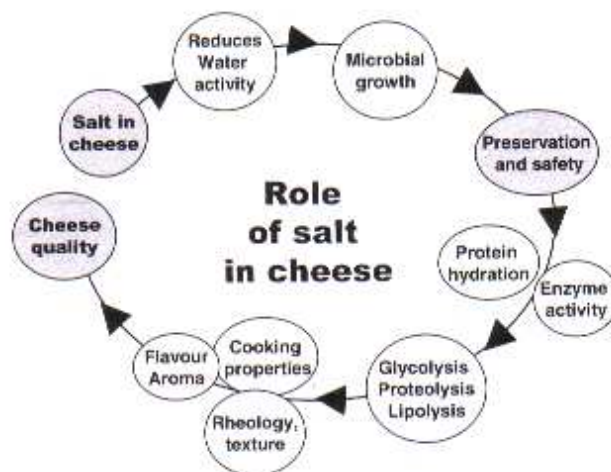
1. Rôles

- Complète l'égouttage en favorisant le drainage de la phase aqueuse (modification de l'hydratation des protéines : formation de la croûte)
- Agit sur le développement des micro-organismes et sur les activités enzymatiques (affinage)
- Apporte son goût caractéristique

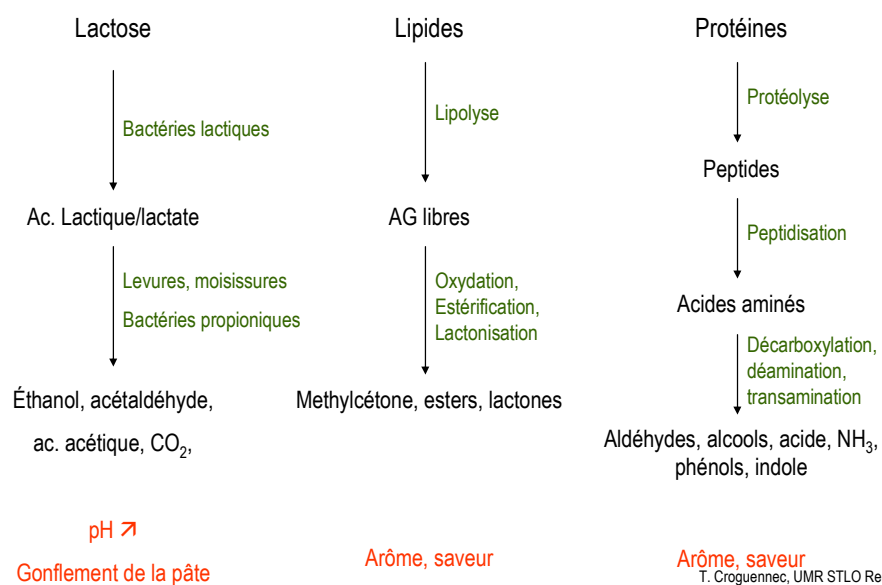
2. Quantité

- Variation de la teneur en sel selon le type de fromage (entre 0.5 et 4%)

Le salage en fromagerie



Evolution des constituants au cours de l'affinage



Facteurs influençant l'affinage

(Par action sur le développement bactérien, la population d'enzymes et leur activité)

- | | | |
|------------|---|---|
| Fromage | } | <ul style="list-style-type: none"> • Composition • Humidité • pH |
| Conditions | } | <ul style="list-style-type: none"> • Température • Hygrométrie • Aération et composition de l'atmosphère (CO₂ et NH₃) • Traitements de surface (retournement, lavage, brosse) |

Exemples of composition de quelques fromages

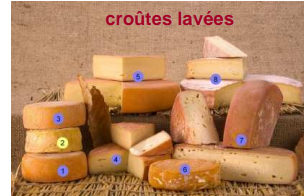
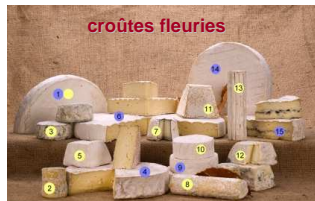
	Moisture (%)	Lactose (%)	Fat (%)	Protein (%)	Ash (%)	Ca (mg)	NaCl (mg)	kcal
"American" (USA)	39.3	1.6	31.3	22.2	5.8	616	1490	375
Bfu (USA)	42.4	2.3	28.7	21.4	5.1	528	1395	353
Brick	41.1	2.8	29.7	23.2	3.2	674	560	371
Brie	48.4	0.4	27.7	20.8	2.7	184	629	334
Camembert	51.8	0.5	24.9	19.8	3.7	388	842	300
Cheddar	36.8	1.5	33.9	24.8	3.8	721	620	403
Colby	38.2	2.2	31.8	23.8	3.8	685	604	394
Cresau	33.8	2.7	34.9	7.6	1.2	80	296	349
Eidam	41.6	2.7	27.8	23.8	3.8	731	965	357
Feta ^d	55.2	4.1	21.5	18.2	3.2	492	1116	264
Gjetost ^e	13.4	47.8	28.5	2.6	3.8	400	600	466
Gruyere	33.2	2.3	31.8	23.8	3.8	811	356	413
Limburger	48.4	0.5	27.2	20.0	3.8	497	800	327
Monterey	41.0	0.6	30.5	21.6	3.6	746	556	375
Mozzarella	54.1	2.3	21.8	19.7	3.6	517	373	281
Monster	41.8	1.1	30.0	23.4	3.7	717	628	368
Parmigiano	17.7	3.7	30.0	41.6	7.0	1376	1862	456
Pecorino	41.0	2.1	26.6	25.6	4.7	756	876	351
Ricotta ^f	71.7	3.0	13.0	11.3	1.0	207	84	174
Roquefort ^d	39.4	2.0	30.6	21.5	6.4	662	1809	369

mais aussi importantes
variations au niveau des
propriétés texturales et
organoleptiques

Illustration de la diversité & typicité



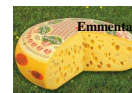
Fromages pâtes molles



Bleus

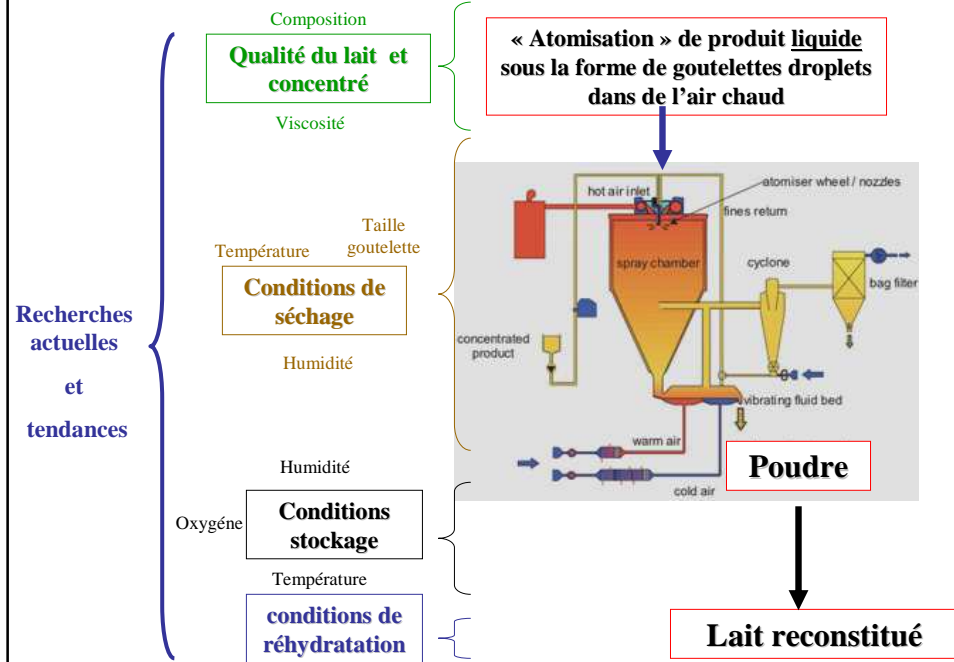


Fromages à pâtes pressées cuites

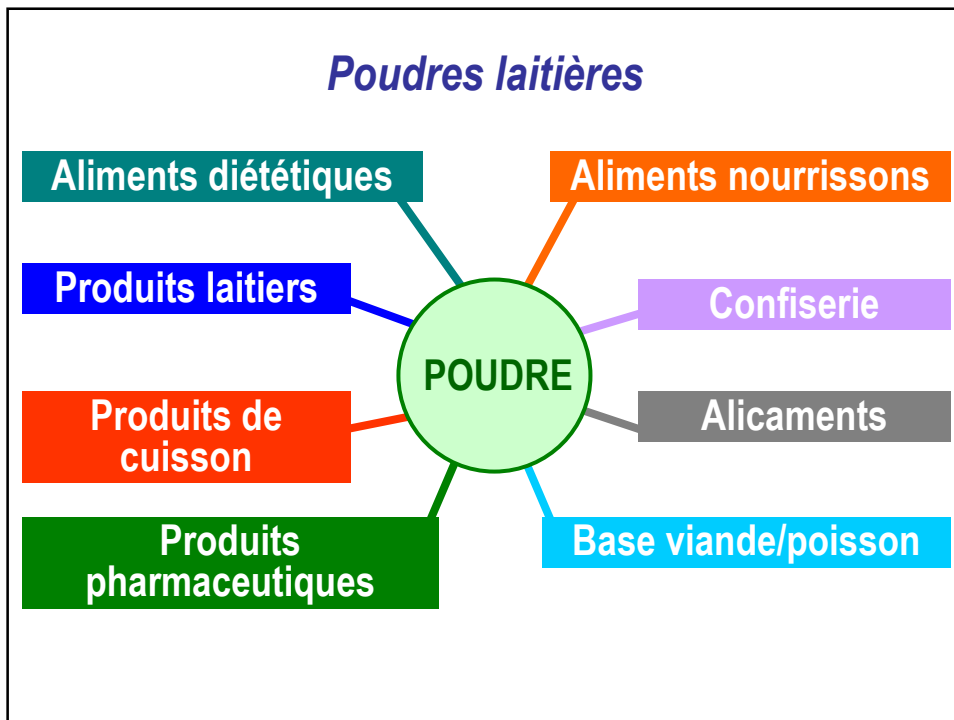


Quelques éléments de
maîtrise de la qualité au
cours du séchage

Séchage par atomisation et propriétés des poudres



Poudres laitières



Poudres lactières

1^{ère} génération

Lactosérum - Lait - Babeurre

2^{ème} génération

**Caséine - Caséinate - Caséine
micellaire - Protéines de lactosérum -
Protéines totales de lait**

3^{ème} génération

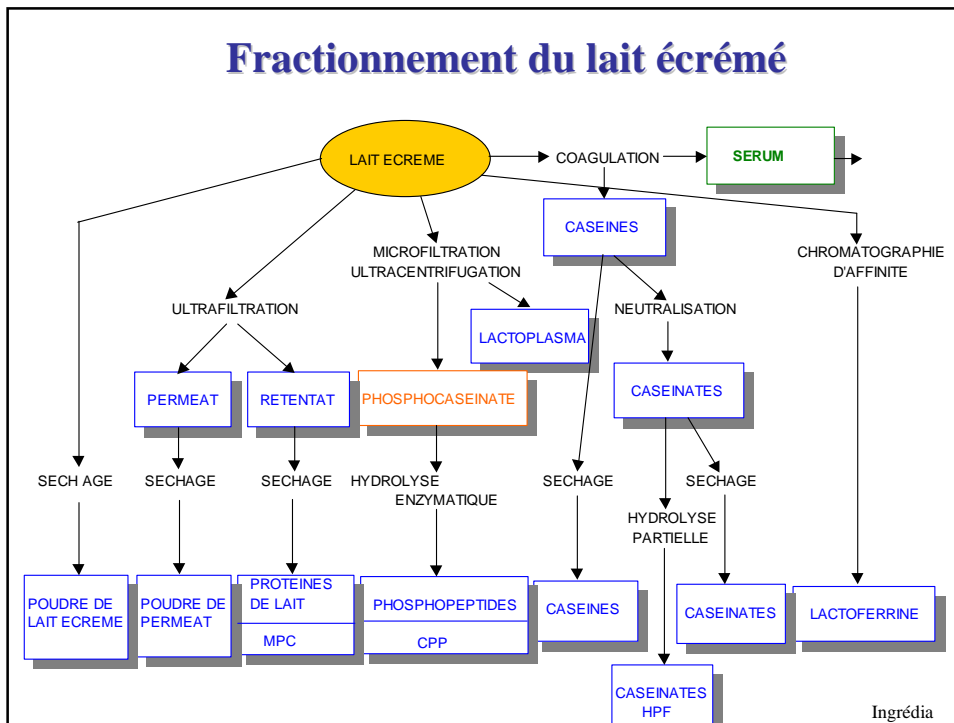
**Ingrédients technofonctionnels
(moussant - texturant - émulsifiant)**

4^{ème} génération

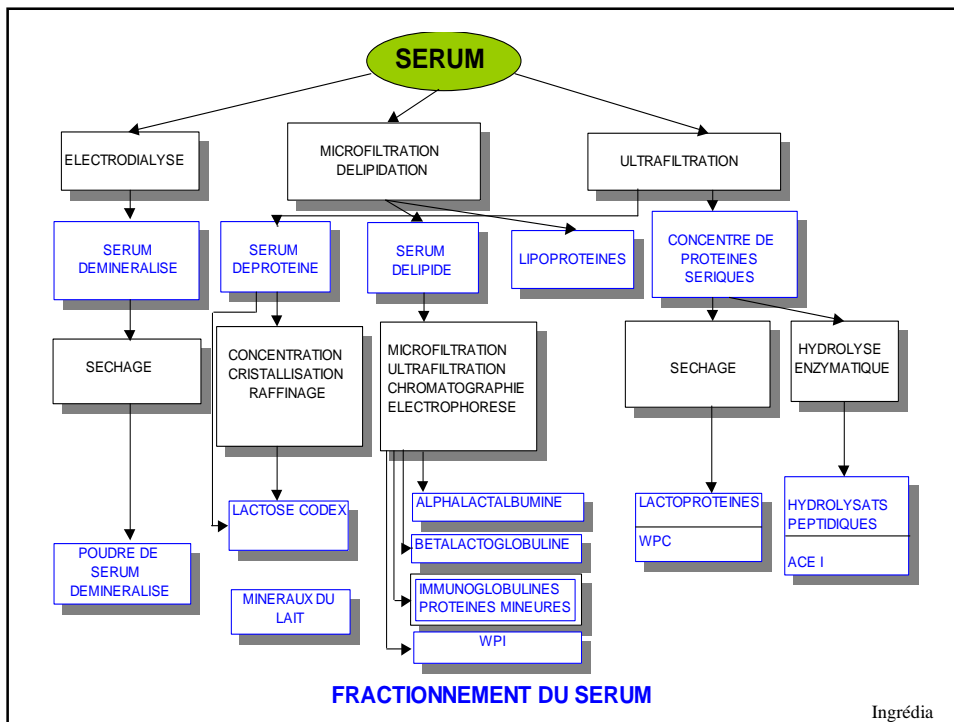
**Ingrédients biofonctionnels
(peptides et protéines bioactifs)**

**Construction de la
qualité dans les
ingrédients laitiers**

Fractionnement du lait écrémé

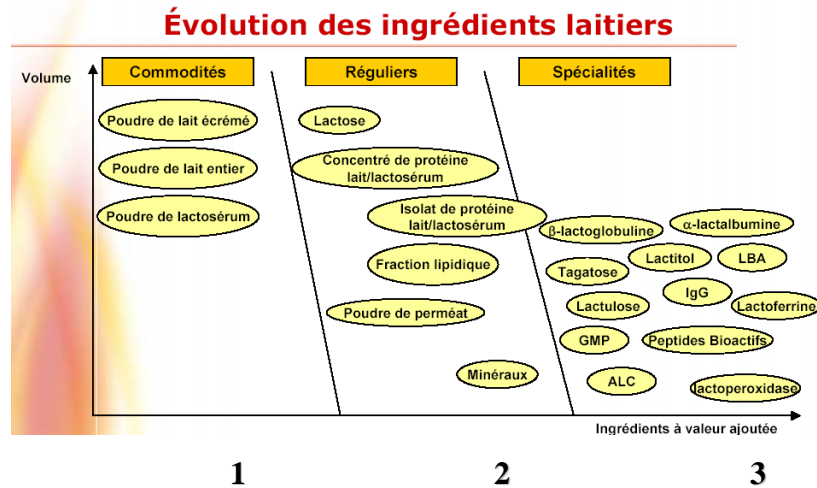


SERUM



FRACTIONNEMENT DU SERUM

Développement des ingrédients laitiers : 3^{ème} génération



Arguments en nutrition- santé dans la construction de la qualité nutritionnelle

Calcium, matière grasse, aliments fonctionnels

Autre tendance : produits laitiers avec activités biologiques

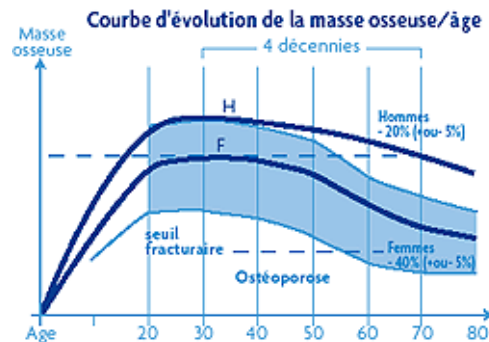
Constituants du lait
(Ca, peptides et protéines bioactifs, etc)

Composés externes ajoutés
(Minéraux, vitamines, phytostérol, etc)

Bactéries
(probiotiques)

Calcium des produits laitiers et santé osseuse (ostéoporose)

• La densité osseuse augmente tout au long de la croissance, et atteint un maximum vers 30 ans. Après un plateau d'une durée variable, elle diminue graduellement durant le reste de la vie. La durée de ce plateau est fonction de la densité maximale de l'os atteinte, plus la densité est élevée, plus le plateau dure longtemps.



• Maladie multifactorielle caractérisée par une **diminution de la densité osseuse**, rendant l'os plus fragile, au point où le risque de fractures est accru. L'équilibre qui existe normalement entre la formation et la perte osseuse est rompu, l'os se détruit plus rapidement qu'il ne se régénère. La masse osseuse est donc diminuée.

Calcium des produits laitiers et santé osseuse

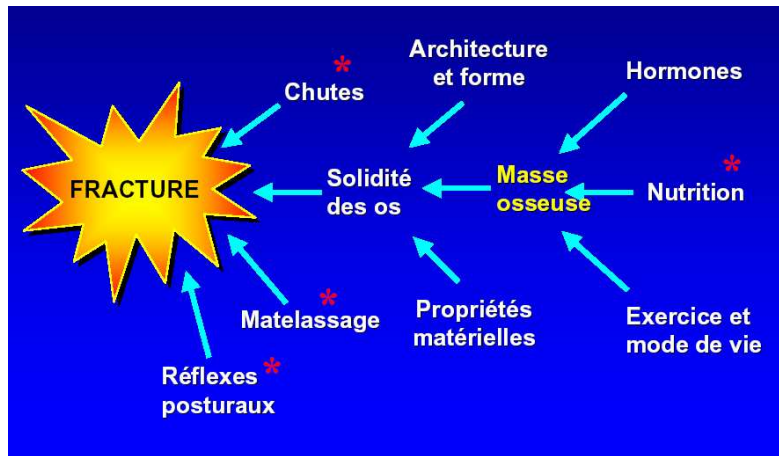
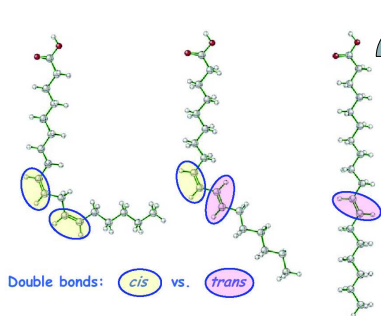


Image négative de la matière grasse (AG saturés/insaturés)

- AG saturés trop importants 70 AGS / 30 AGI
- AG insaturés (**trans** & cis)



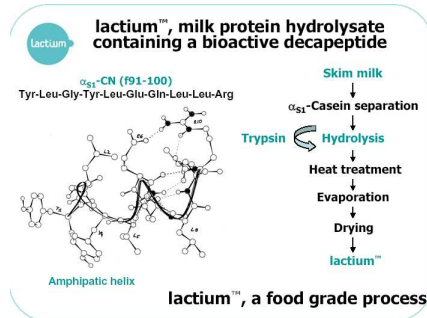
- ♦ Changer le profil en diminuant les acides gras saturés par
 - Génétique
 - Nutrition animale
 - Technologie (fractionnement...)

Et mesurer les conséquences en termes de structure du GG, de fonctionnalité, d'oxydabilité, de dégradation enzymatique, de consommation

Effets bénéfiques des constituants du lait sur la santé

Digestion
 Thrombosis
 Blood pressure
 Immunity
 Inflammation
 Antimicrobial
 Anticancers

	Digestion	Thrombosis	Blood pressure	Immunity	Inflammation	Antimicrobial	Anticancers
• Whey proteins		X	X	X	X	X	X
• Serum albumin							X
• Lactoferrin		X		X		X	X
• α-lactalbumin							X
• Peptides	X	X	X	X		X	
• Lactoperoxidase				X		X	
• Glycomacropeptide	X	X				X	
• Phosphopeptides	X			X			



Stress Control is a dietary supplement containing patented bioactive Lactium® that has been shown to have **sedative and calming effects** that reduce and regulate stress-related troubles naturally.





NO ES LO MISMO TENER BIFIDUS
QUE TENER EL BIFIDUS ACTIVO EXCLUSIVO DE DANONE.

Avec bactéries probiotiques



A yoghurt drink which reduces cholesterol levels in the blood, if taken daily after a meal and for 3 weeks. It contains only 1.1% fat.

⇒ Réduit le cholestérol du sang



Conclusion

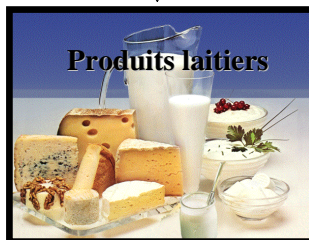
Du à l'augmentation de la connaissance en science et technologies laitières

Possibilité
d'avoir

Avec une qualité
microbiologique
contrôlé

Avec des goûts
adaptés aux
besoins du
consommateurs

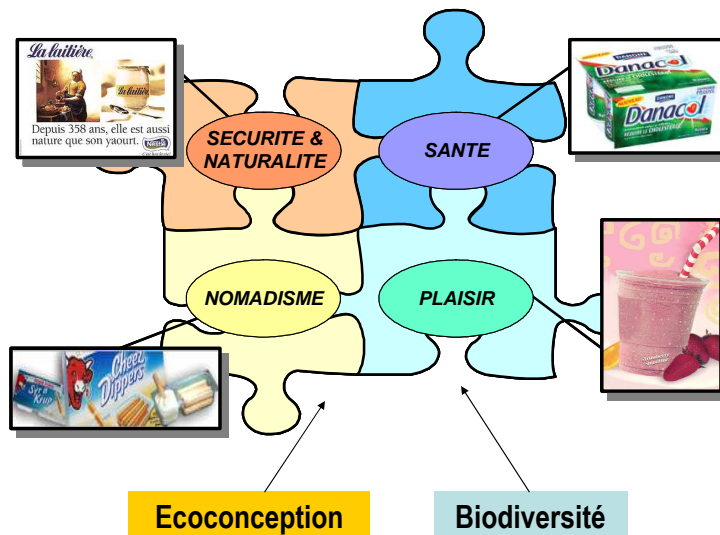
Produits laitiers



Avec des propriétés
rhéologiques et
texturales désirées

Ayant des effets
bénéfiques sur la
santé humaine

Tendances dirigeant l'innovation dans le secteur laitier



Objectifs de l'écoconception

- vise à minimiser les impacts énergétiques, environnementaux et économiques des différentes opérations mises en œuvre et de leur agencement.
- concerne l'optimisation de l'utilisation des sources de matières premières et de leur variabilité, la valorisation des co-produits et la réduction des pertes.
- se situe dans une logique de développement de systèmes alimentaires durables (faible impact environnemental, préservation de la biodiversité, accessibilité et équité socio-économique, équilibre nutritionnel et sûreté sanitaire, qualité de vie et santé à terme)
- concerne la valorisation des bio ressources, la réduction des intrants (énergie et matières) et des rejets et vise à l'optimisation des stratégies de transformation et d'utilisation des ressources, du niveau industriel jusqu'aux opérations mises en œuvre

Questions de recherche autour de l'écocoception

- L'optimisation de l'efficacité énergétique des procédés de transformation
- L'intégration des effets sur les caractéristiques de qualité du produit est le plus souvent impérative.
- La maîtrise de l'eau dans les procédés de transformation avec comme objectifs
 - ✓ une réduction de la consommation d'eau dans les procédés ou les étapes de traitements particulièrement aquavores comme les opérations de lavage, nettoyage, ...
 - ✓ Une optimisation des opérations et itinéraires technologiques des traitements visant à apporter ou extraire de l'eau, en particulier les opérations de concentration et de séchage et la combinaison des technologies mises en oeuvre.
- Une optimisation du traitement d'extraction / récupération d'actifs et traitement des effluents.
- Une meilleure connaissance de la matière première et des produits attendus
 - ✓ Valorisation de sources de matières premières nouvelles ou optimisation de la valorisation totale d'une ressource. Identification de fonctionnalités nouvelles.
 - ✓ Optimisation de l'utilisation des co-produits.
- Utilisation de nouvelles sources d'emballage - biosourcés biodégradables.

