

Fig 1 – Schéma simplifié de la fabrication d'un fromage



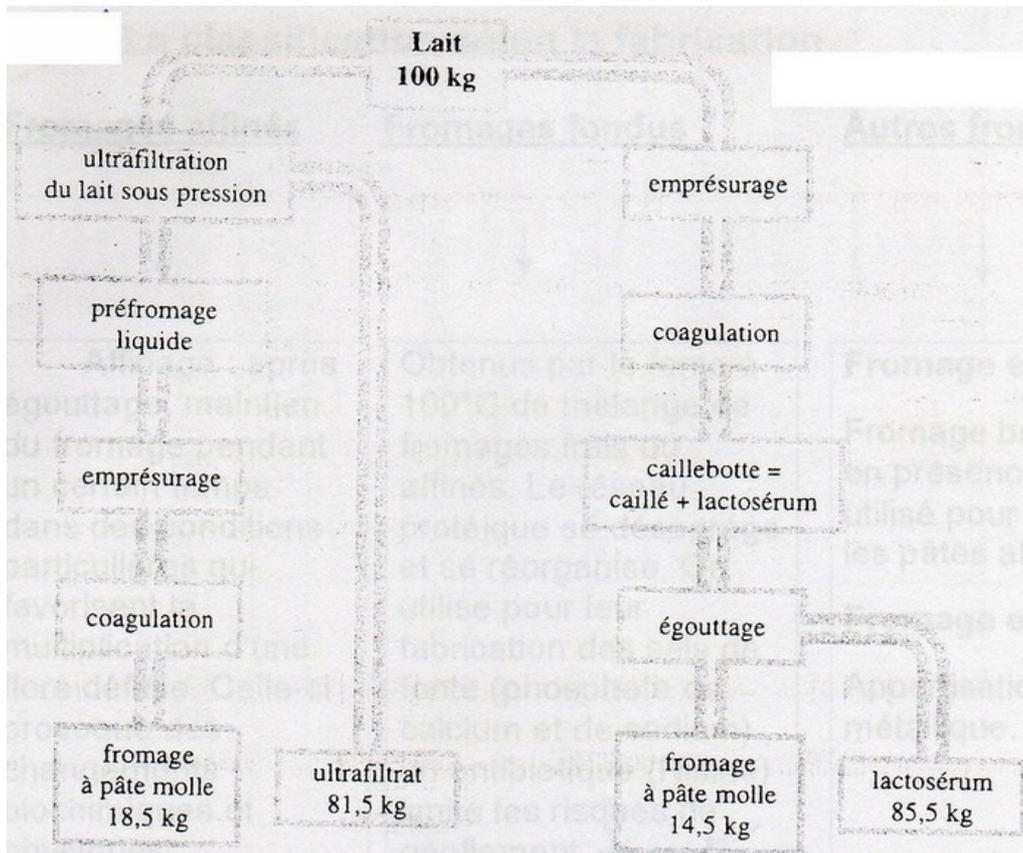
Étiquetage

Les fromages blancs, dont la teneur en matière sèche est inférieure à 18 g pour 100 g, portent les mentions:

Mentions	Teneur en matière sèche
Contient plus de 82% d'humidité	au moins 15g pour 100 g
Contient plus de 85% d'humidité	au moins 10 g pour 100 g

Étapes de fabrication						
		Caillage	Égouttage	Classification après affinage		Exemples
Action de la présure rôle essentiel pour le caillage	Acidification lactique	+	égouttage spontané	Pâtes molles	Croûte fleurie ou moisie	Brie - Camembert - Carré de l'Est - Coulommiers -Chaource - Fromages de chèvre
		±	+ découpage	Pâtes molles à croûte lavée		Munster - Gémomé -Pont-Lévêque - Maroilles - Livarot
		+	+ découpage	A moisissures internes	Pâte bleue ou persillée	Bleus d'Auvergne – Bresse - Haut-Jura... Roquefort - Gorgonzola
	On évite l'acidification lactique en début de fabrication	Découpage, brassage, pression		Pâtes pressées ou demi-dures	Croûte moisie	Saint-Nectaire - Tomes
					découpage, brassage, pression + broyage	
		découpage, brassage, cuisson, pression		Pâtes pressées cuites ou dures	Croûte lavée avec ouverture - croûte humide (morgée)	Comté - Gruyère
					Croûte lavée avec ouverture - croûte sèche	Emmental
			Croûte lavée sans ouverture	Beaufort, Parmesan		

Classification des fromages affinés



Comparaison des résultats de l'égouttage par ultrafiltration et de l'égouttage traditionnel

	Teneur en eau en %	Teneur moyenne en eau en %
Fromage blanc	>80	>80
Fromage à pâte molle	58	50
Camembert 30 % MG		
45 % MG	50	
50 % MG	45	
60 % MG	43	
Munster 45 % MG	52	
Bleu 50 % MG	43	
Roquefort 50 % MG	40	
Fromage à pâte demi-dure	50	45
Edam 30 % MG		
40 % MG	45	
45 % MG	42	
Cantal 52 % MG	42	
Tome 48 % MG	45	
Fromage à pâte dure	36	35
Emmental 45 % MG		
Comté 50 % MG	33	
Parmesan 40 % MG	25	
Fromage fondu	65	50
25 % MG		
45 % MG	52	
60 % MG	48	

Teneur en eau des fromages

La classification selon la fabrication

Fromages blancs	Fromages affinés	Fromages fondus	Autres fromages
Fabrication en trois 3 étapes: Pasteurisation du lait standardisé Coagulation (lactique et présure) Egouttage Nouveau : UF avant fermentation remplace égouttage	Affinage : après égouttage, maintien du fromage pendant un certain temps dans des conditions particulières qui favorisent la multiplication d'une flore définie. Celle-ci provoque des changements biochimiques et physiques caractéristiques.	Obtenus par la fonte à 100°C de mélange de fromages frais ou affinés. Le réseau protéique se désagrège et se réorganise. On utilise pour leur fabrication des sels de fonte (phosphate de calcium et de sodium), un antibiotique (Nisine) limite les risques de gonflement de certaines bactéries.	Fromage en poudre Fromage broyé puis atomisé en présence de sels de fonte, utilisé pour les plats cuisinés, les pâtes alimentaires Fromage en conserve Appertisation en boîte métallique. Exportation.

Paramètres biochimiques des fromages finis

L'extrait sec

Masse de matière sèche exprimée en g pour 100g de produit frais

Fromages à pâtes molles : 50%

Fromages à pâtes non cuites : 55%

Matière grasse

Masse de matière grasse dans 100 g d'extrait sec

Étiquetage	Fromage blanc à 45% de MG	Camembert à 45% de MG	Edam à 45% de MG	Comté à 45% de MG
Eau en g	80	55	42	38
Extrait sec en g				
Matière grasse en g dans le produit frais				

Étapes principales	Produit	Actions	Modification des constituants
1. Préparation du lait Normalisation de la matière grasse. Refroidissement du lait après la traite. Pasteurisation ou non, suivie de refroidissement. Homogénéisation ou non, préconcentration éventuelle du lait par ultrafiltration. (procédé MMV)	LAIT	La pasteurisation sélectionne la flore et élève les qualités sanitaires du lait. La préconcentration élève le taux de matière sèche dans le produit fini.	
2. Caillage du lait 2.1. Caillage lactique La maturation ou non du lait laissé au repos à 10-15 °C pendant une nuit développe la flore acidifiante. Enrichissement en flore lactique par ensemencement avec un levain lactique acidifiant sélectionné, spécifique du fromage, indispensable lorsque le lait aura été préalablement pasteurisé.		Si maturation, transformation du lactose en acide lactique, formation du caillé par caillage lent. Est responsable de l'affinage spécifique.	L'acide lactique diminuant le pH, provoque la formation de caséine isoélectrique qui précipite, et de lactate de calcium soluble. Une forte quantité d'acide lactique favorise la multiplication des moisissures acidophiles caractéristiques du fromage.
2.2. Caillage par emprésurage Addition d'une solution titrée de présure et de CaCl ₂ , si le lait a été pasteurisé.		La formation du gel (caillebotte) nécessite les ions calcium, caillage rapide.	Formation de phosphopara-caséinate de calcium insoluble et de protéose soluble.
3. Égouttage Pour les fromages à pâte molle fabriqués de manière traditionnelle : mise en moule et égouttage naturel. Pour les autres fromages affinés : égouttage accéléré par travail mécanique, découpage, brassage, broyage, pression, ou intensifié par « cuisson » du caillé dans le petit lait {50-55 °C pendant une heure).	CAILLÉ FRAIS + LACTOSÉRUM	Soudure du gel et accélération de la synérèse.	Les pertes développées ci-dessous sont particulièrement importantes pour ces fromages.
		<ul style="list-style-type: none"> • Rupture du gel. • Séparation du lactosérum. • Acidification lactique augmente l'égouttage et limite certaines bactéries. • Perte de lactosérum. 	Perte de lactosérum donc de : - protéines et protéoses solubles ; - lactose ; - acide lactique ; - minéraux en fonction de leur solubilité ; - vitamines hydrosolubles en fonction de leur solubilité.
4. Mise en moule Ensemencement par saupoudrage de spores pour les fromages à moisissures internes (<i>Penicillium roqueforti</i>).	FROMAGE FRAIS	Poursuite de l'égouttage et de la transformation du lactose.	
5. Salage Saupoudrage par pulvérisation en surface de sel fin pour les fromages à pâte molle ou immersion en saumure.	FROMAGE SALÉ	<ul style="list-style-type: none"> • Complément d'égouttage. • Influence le goût et renforce les arômes. • Sélectionne les microorganismes (limite les germes de la putréfaction). • Influence les activités des enzymes. • Règle l'affinage. 	Addition de sel
6. Ensemencement avec la flore spécifique Pour les fromages à pâte molle, par exemple ensemencement en surface après le salage avec des moisissures ; <i>Penicillium candidum</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , ou <i>Baileymyces lincns</i> .			

Étapes principales	Produit	Phénomènes biologiques		
		Substrats	Transformations	Principaux produits
7. Affinage Plus ou moins long (2 à 3 semaines à plus de 6 mois) dans un lieu spécifique au fromage recherché : température de 3 à 20 °C. hygrométrie et ventilation contrôlées.	FROMAGE AFFINÉ	Protéines Peptides	Protéolyse (peplonisation de la caséine)	Peptides, acides aminés
		Acides aminés	Désamination Décarboxylation Dégradation des chaînes latérales	NH ₃ , acides α-cétoniques, CO ₂ , amines, phénols, indole, méthanethiol et autres composés soufrés volatils
		Aminés	Désamination oxydative	NH ₃ , aldéhydes
		Acides α-cétoniques	Décarboxylation	Aldéhydes
		Glycésides Glycésides partiels	Lipolyse	Acides gras, glycérides partiels, glycérol
		Acides gras (à chaîne moyenne ou courte)	β-oxydation	Méthylcétones caractéristiques des fromages à pâte persillée
		Méthylcétones	Réduction	Alcools secondaires
		Acides gras avec : - éthanol, alcools aliphatiques ou aromatiques ; - thiols.	Esterification	Esters Thioesters
		Lactose	Fermentation lactique : - bactéries lactiques homofenmentanes ; - bactéries lactiques hétérofermentaires. Fermentation alcoolique (levures)	Acide lactique Acide lactique, éthanol, acide acétique, CO ₂ Éthanol, CO ₂ , , acide acétique, acétaldéhyde
		Acide citrique	Modifié par bactéries lactiques	CO ₂ acétaldéhyde, acétoïne; diacétyque
		Acide lactique	Fermentation propionique >15 °C (bactéries propioniques)	Acide propionique, acide acétique, CO ₂ (comté, emmental, fromages à trous)
			Consommation d'acide lactique par moisissures et levures	Augmentation du pH de la pâte --> migration du calcium Formation de nouvelles liaisons protéines - eau, ainsi que protéines - minéraux --> modification de la texture
			Moisissures, levures	Synthèse de certaines vitamines du groupe B
		Lavage de la croûte avec une saumure		Implantation d'une morge : levures et coques se développent sur la croûte
Phénomènes physiques				
Raclage de la croûte (emmental, beaufort) Salage de la croûte avec du sel			Concentration accrue des constituants Oxydation des vitamines fragiles	
		Formation d'une croûte sèche		

Les étapes de la fabrication et les modifications nutritionnelles et organoleptiques

Fabrication traditionnelle d'un fromage affiné

Lait et/ou crème et/ou protéines	Coagulation	Egouttage	Mise en moule	Salage	Affinage en cave
	D'abord par des ferments lactiques sélectionnés, spécifiques du fromage et indispensables si le lait à été pasteurisé Ensuite par la présure en présence de CaCl ₂	Il peut être naturel ou accéléré: par découpage, broyage, pression par cuisson	Ensemencement en même temps par des spores pour les fromages à moisissures internes (bleus)	Saupoudrage en surface de sel fin ou immersion dans la saumure (solution de NaCl très concentrée)	Ensemencement en surface avec une flore spécifique. Développement de cette flore

Fabrication MMV d'un fromage

Des initiales des chercheurs (Maubois, Moquot et Vassal)

Dans ce procédé l'Ultrafiltration remplace l'égouttage traditionnel

Le caillage par ferment lactique et présure se fait après l'UF

Lait ⇒ Ultrafiltration ⇒ Ensemencement et emprésurage ⇒ Coagulation ⇒ Mise en moule, salage ⇒ Affinage

> Les protéines du lait sont toutes conservées (pas de perte dans le lactosérum lors de l'égouttage)

> Gain de temps (pas d'égouttage)

L'affinage

A chaque type de fromage est adapté un profil d'affinage caractérisé :

- par sa durée (en général plus le fromage est humide plus l'affinage est rapide)
- par la température de la cave
- par la composition de l'atmosphère ambiante, en particulier l'hygrométrie de l'air
- par des opérations annexes sur les fromages à pâte ferme
 - lavage de la croûte: une morge s'implante
 - raclage de la croûte
 - salage de la croûte
 - aération du fromage

Quelques techniques d'affinage

Affinage rapide (quelques semaines)

> FROMAGE A PATE MOLLE à croûte moisie (ex : camembert et brie)

> FROMAGE A PATE MOLLE à croûte moisie lavée on lave la croûte après le premier affinage et on affine une seconde fois (ex : livarot, pont l'évêque)

> FROMAGE A PATE BLEUE ou persillée: affinage par des moisissures internes (ex : roquefort)

Affinage long (minimum 4 mois)

> FROMAGES A PATES CUITES AVEC OUVERTURE : pendant l'affinage , on effectue des ouvertures La croûte peut être sèche (Ex: emmental) ou morgée (ex: Comté, gruyère)

> FROMAGES A PATES CUITES SANS OUVERTURE : pendant l'affinage, la croûte est lavée avec de la saumure (ex : le Beaufort, parmesan)