

**Objectif :** Mettre à la disposition des étudiants une connaissance qui leur permettra de :

- Maintenir les qualités de viande, poisson et lait (chimique, bactériologique, nutritionnelle, sensorielle) ;
- Restituer au consommateur dans le temps et dans l'espace un produit de qualité ;
- Rendre commerciale les produits en prolongeant leur durée de vie ;
- Compléter ou équilibrer les produits pour rendre aux besoins de la population.

### **L'essentiel à retenir**

**Technologie Agroalimentaire :** est l'application de la science alimentaire et des techniques scientifiques à la sélection, la conservation, la transformation, le conditionnement, la distribution et l'utilisation des aliments en vue d'une alimentation saine et équilibré, de bonne valeur nutritionnelle et qualité organoleptique.

#### I- Introduction Générale

**Contenu du cours :**

**1<sup>ère</sup> partie :** Viande et poisson

##### **A/ La viande**

##### **Chapitre I : Technologie d'abattage des animaux**

I- 1 Déchargement

I-2 Réception

I-3 Soins des animaux et Inspection ante-mortem

I-4 Stabilisation

I-5 Amenée

I-6 Contention/Etourdissement

I-7 Affalage /Levage

I-8 Abattage

I-8.1 Saignée

I-8.2 Dépouille

I-8.3 Eviscération

I-8.4 Fente

I-8.5 Emoussage /Parage

I-8.6 Inspection post-mortem

I-8.7 Estampillage

I-8.8 Pesée fiscale

I-8.9 La Conservation ou Conditionnement (Ressuyage)

I-8.10 Diagramme résumant les différentes étapes de la production générale de la viande.

I-8.11 Diagramme d'abattage des animaux à l'Abattoir Frigorifique de Farcha (AFF)

I-4 Composition de la viande

I-5 Qualité de la viande

I-6 Définition de qualité de la viande

I-7 Critère de qualité de la viande

I-8 Transformation du muscle en viande

I-9 Les différentes évolutions survenues après la transformation du muscle en viande

I-10 Les différentes méthodes de la conservation de la viande (**voir B/ Poisson**)

## **B / Le poisson**

### **Chapitre II : Présentation des différents types de poissons (voir polycop)**

- II- 1 Définition et Présentation des différents groupes de poissons
- II-2 Classification des poissons
  - II-2.1 Diagramme
- II-3 Classification systématique des poissons
- II-4 Description des poissons
  - II-4.1 Anatomie des poissons
  - II-4.2 Composition chimique
- II-5 Altération du poisson
- II-6 principaux poissons industriels
- II-7 Les différentes méthodes de conservation du poisson et de la viande

## **2<sup>ème</sup> Partie : Lait et produits dérivés**

### **Chapitre III: Lait de vache**

- III-1 Définition du lait
- III-2 Caractères physiques du lait
- III-3 Composition biochimique du lait

### **Chapitre IV : Produits dérivés du lait**

- IV-I Le fromage
  - IV-I .1 Définition du fromage
  - IV-I.2 Classification des fromages
  - IV-I.3 Les grandes familles de fromage
  - IV-I.4 Classification en fonction de la consistance et du taux de la matière grasse
  - IV-I.5 La composition biochimique et valeur nutritionnelle des fromages.
  - IV-I.6 Les Techniques de la fabrication de fromage industriel (pate molle) et traditionnel (peuhl)
  - IV-I.7 **Généralité sur *Calotropis procera***
  - IV-I.8 Technique de la fabrication de fromage pate molle (type camembert)
    - IV-I.8.1 Définition du Camembert
    - IV-I.8.2. Composition moyenne d'un camembert
    - IV-I.8.3 Processus de fabrication du Camembert
- IV-2 Le Yaourt
  - IV-2.1 Définition de yaourt
  - IV-2 .2 Le mode de fabrication des yaourts
  - IV-2.3 Processus la de fabrication de yaourt
- IV-3 Crème et Beurre

IV-3.1 La crème

IV-3.1.1 Définition de la Crème

IV-3.2 Le Beurre

IV-3.2.1 Définition du beurre

IV-3.3 La préparation traditionnelle de la crème et du beurre

IV-3.3.1 La crème

IV-3.3.2 Le beurre

### **LE THEME DES EXPOSES :**

**Groupe N°1** : Technique d'abattage des bœufs à laboratoire de laï.

**Groupe N°2** : Technique d'abattage moderne des bœufs.

**Groupe N°3** : Technique de conservation des poissons dans la ville de Laï.

**Groupe N°4** : Processus de fabrication de fromage industriel et artisanal.

**Groupe N°5**: Processus de fabrication de yaourt industriel et artisanal.

**Chargé du Cours/ Mr NATOÏMADINE MICHAËL**

## **INTRODUCTION GENERALE**

Les aliments d'origine animale ne sont pas indispensables à une alimentation équilibrée, mais un complément, en particulier à ceux des pays en développement qui sont essentiellement basés sur un aliment riche en glucides (céréale ou racine vivrière). La viande, le poisson, les œufs, le lait et les produits laitiers fournissent tous des protéines à haute valeur biologique, ce qui constitue souvent un bon complément aux acides aminés limitant des aliments d'origine végétale.

Ces produits sont également riches en autres nutriments qui proviennent de la viande et du poisson, est facilement absorbé par l'organisme et il favorise l'assimilation du fer issu de source végétale comme le riz, le blé ou le maïs.

Toutefois, leur apport lipidique, en particulier en graisses saturées, peut-être trop élevé, ce qui augmente les risques de maladies cardiaques et d'obésité. Certaines personnes plus aisées des pays développés et en développement consomment des quantités importantes de ces aliments.

Compte tenu de son importance nutritionnelle, l'application correcte et stricte de ces différents procédés de conservation élimine tous les risques sanitaires qu'on rencontre dans ces denrées alimentaires à l'état naturel.

Les composés anti-nutritionnelles ou toxiques, il faut alors les identifier et en étudier les propriétés et la mode d'action, afin de pouvoir les éliminer ou leur rendre inoffensifs.

C'est ainsi l'intervention de la Technologie Alimentaire, dont la fonction permet de traiter les denrées alimentaires dans les conditions les plus appropriées pour garder les propriétés organoleptiques et nutritionnelles en éliminant les mécanismes d'altération intrinsèques (facteurs internes) et extrinsèques (facteurs externes)

Compte tenu des divers paramètres qui entrent en jeu, la Technologie ne peut que remplir ce rôle en s'appuyant sur l'étude approfondie des aliments et de leur transformation, en mettant en œuvre les méthodes de la recherche scientifique.

La bonne conservation d'un aliment résulte d'une optimisation réussie entre différents paramètres telle que l'allongement de la date limite de conservation (DLC) des viandes fraîches selon des conditions de stockage et la qualité de l'aliment.

## **1<sup>ère</sup> PARTIE : VIANDE ET POISSON**

### **A/ VIANDE**

#### **CHAPITRE I : TECHNOLOGIE D'ABATTAGE DES ANIMAUX (bœufs)**

C'est un procédé destiné à provoquer un état d'inconscience chez les animaux, synonyme d'insensibilité aux stimulations de leur corps et de l'environnement. Ce procédé se passe généralement dans un établissement assurant les différentes étapes et grâce à des équipements adaptés pour permettre leur immobilisation, ce qu'on appelle un abattoir. Dans cet abattoir, Plusieurs techniques sont appliquées au moment de l'abattage des animaux et qui sont :

##### **I.1 Déchargement**

A l'abattoir, les animaux sont déchargés de la bétailère (véhicule ou remorque pour transporter le bétail) dans le calme, avec des rampes (plan incliné) et des quais adaptés.

Pour garantir leur propre sécurité, les opérateurs d'abattoir doivent éviter aux animaux tous stress, blessures ou douleurs. Le responsable protection animale de l'abattoir (RPA) garantit la bienveillance des animaux.

##### **I.2 Réception /Contrôle**

Lors de la réception des animaux, le bouvier contrôle la traçabilité grâce aux boucles d'identification en lien avec leur passeport individuel ou document de circulation.

##### **I.3 Soins des animaux et inspection ante-mortem**

Les animaux sont installés ensuite dans la bouverie, qui est équipée d'abreuvoir et aménagée pour faciliter leur circulation puis leur repos. L'état de santé des animaux est vérifié par les inspecteurs vétérinaires ; c'est ce que l'on appelle l'inspection ante mortem.

##### **I-4 : La Stabulation**

C'est un parc où les animaux sont regroupés par sexe, c'est dans l'optique d'éviter les barbares inutiles pouvant déprécier la valeur de la carcasse qui sera obtenue plus tard

##### **I.5 Amenée**

Lors de l'amenée des groupes d'animaux vers le poste d'abattage, tout est mis en œuvre pour éviter leur stress avec notamment la présence de sols antidérapants ou de dispositifs anti-recul pour éviter les bousculades.

## **I-6 : Contention / Etourdissement**

Elle est réalisée grâce à des équipements adaptés pour permettre leur immobilisation.

L'étourdissement est effectué par électricité, CO<sub>2</sub>; les ondes électromagnétique, pistolet d'abattage ou matador (coup de masse), qui déclenche la perte de conscience immédiate de l'animal.

### **1.7 Affalage / levage**

Après l'étourdissement, l'animal inconscient tombe ; c'est qu'on appelle l'affalage. Il est ensuite relevé par l'une des pattes arrière pour entrer sur la chaîne d'abattage.

## **I-8 L'Abattage**

L'abattage désigne généralement la mise à mort des animaux dévolus à la production de viande ou de fourrure (peau). Il est réalisé dans les conditions minimales de stress, après un repos et une diète (moyen nécessaire pour conserver) de 24 heures..

Cette phase regroupe un ensemble d'étape précise, conduisant à l'obtention des carcasses, des muscles ou des pièces (abats) prêt à la commercialisation.

### **I-8.1 La Saignée**

Elle doit être effectuée le plus rapidement possible. Elle permet de vider l'animal de son sang ce qui est indispensable pour assurer la qualité sanitaire de la viande.

La saignée se pratique de différente manière :

- Pour les gros bétails : la rupture des artères carotides et la section de la veine jugulaire ;
- Pour les petits bétails (les veaux et ovins) : la rupture des veines jugulaires ou égorgement.

La saignée peut se faire horizontalement ou verticalement c'est-à-dire selon la position de l'animal.

### **I- 3.2 La Dépouille/ L'Habillage**

Elle a pour but de séparer l'animal de son cuir et conduit à l'obtention de la carcasse. Le cuir ou la peau sera récupéré et traité puis commercialisé. Pendant cette étape, il y a aussi l'ablation de la tête, des pattes et ligature du rectum.

### **I-3.3 Eviscération**

C'est l'élaboration de tous les viscères thoraciques et abdominaux (organes) d'un animal. Ces viscères sont déposés sur une table pour être inspectés par les docteurs vétérinaires. La saisie totale ou partielle peut être prononcée si un cas de la maladie est détectée.

### **I-3.4 La Fente**

La carcasse est divisée en deux parties à l'aide d'une scie électrique. Cette section à une importance dans la chaîne de production, la traçabilité et hygiène sont assurées en continu. Car, Si l'animal souffre de la tuberculose par exemple, les nodules de la tuberculose logent dans cette région.

### **I-3.5 Emoussage / Parage**

C'est une opération de finition de la préparation des carcasses et consiste à enlever une partie des graisses externes pour une meilleure présentation de la carcasse.

### **I-8.6 Inspection post-mortem**

C'est les services vétérinaires de l'état contrôlent ensuite la conformité sanitaire de la carcasse avant d'être commercialisée. Une carcasse qui est apte à la consommation, lorsqu'elle est estampillée.

### **I-8.7 Estampillage**

C'est une opération qui consiste à apposer sur la carcasse des colorations afin de donner de confiance aux consommateurs que la viande a été inspectée par le vétérinaire autrement dit, elle est salubre à la consommation.

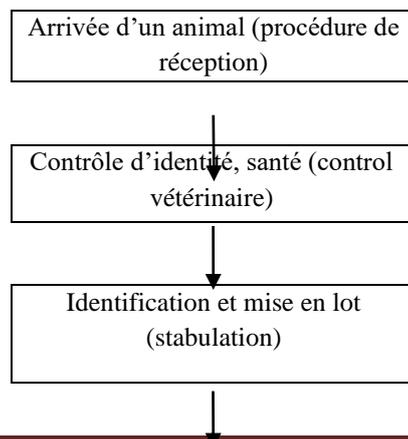
### **I-8.8 La Pesée Fiscale**

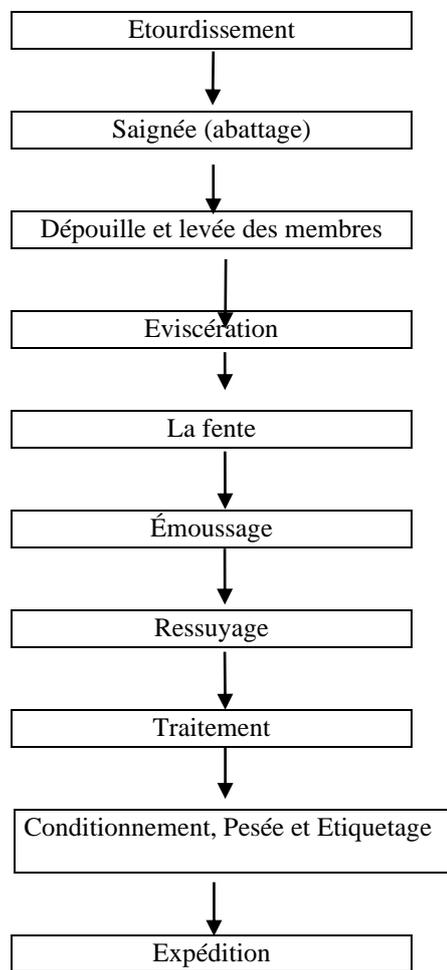
La carcasse est pesée moins d'une heure après la saignée pour déterminer son poids exact.

### **I-8.9 La Conservation ou Conditionnement (Ressuyage)**

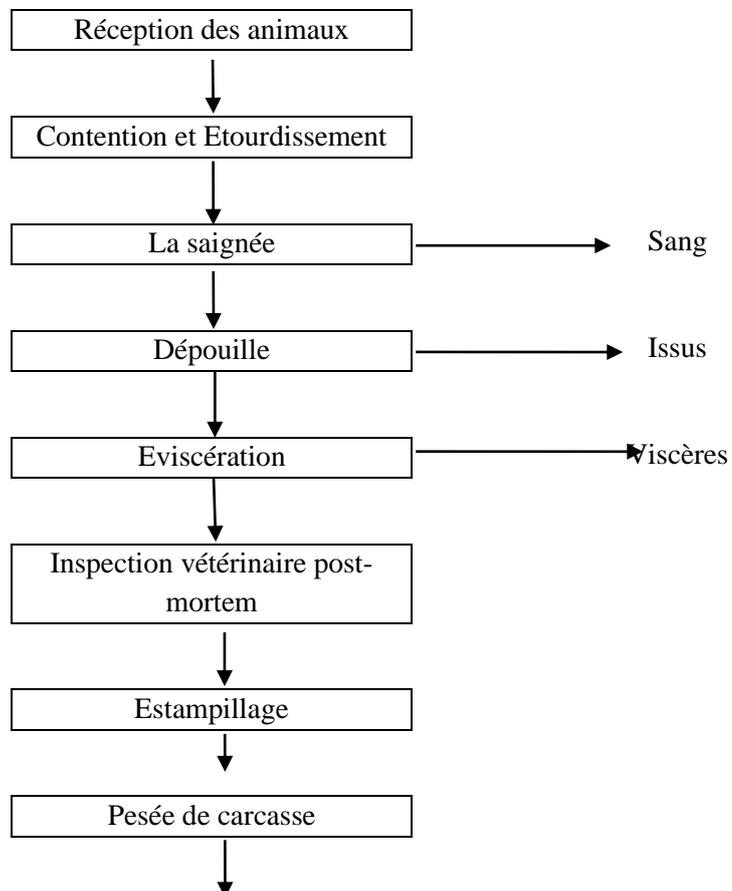
La carcasse est ensuite mise au réfrigérateur de ressuyage pour faire descendre progressivement, en 10h la température de la carcasse jusqu'à 10°C, puis en réfrigérateur de stockage pour qu'elle atteigne 04°C après 24h. Si ces conditions ne sont pas respectées, un choc thermique dit: « CRYO-CHOC ou contracture au froid » peut se produire induisant un surdurcissement de la viande

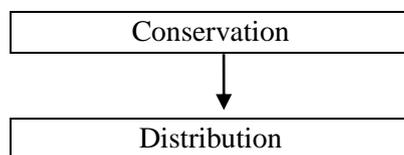
**Figure1 : DIAGRAMME DE PRODUCTION GENERALE**





**Figure 2 :** Diagramme d'abattage des animaux à L'Abattoir Frigorifique de Farcha (AFF)





#### **I-4 COMPOSITION DE LA VIANDE**

La viande est composée globalement de l'eau, de protéine (dont des enzymes) et d'acides aminés surtout essentiels, de sels minéraux (Fer héminique, le Calcium, le Zinc, le Sélénium), des graisses et des acides gras, des vitamines (surtout du groupe B) et d'autres composés bioactifs et une petite quantité des glucides.

Les principales protéines de la viande sont :

- ✓ Les protéines sarcoplasmiques qui renferment l'enzyme glycolytique, la myoglobine qui à la viande sa couleur caractéristique qui passe au brun lors de l'oxydation.
- ✓ Les protéines myofibrillaires : myosine et actine.
- ✓ Protéines du tissu conjonctif qui sont le collagène et élastine

Les lipides sont une des composantes dont leur quantité varie selon l'animal et le morceau.

Les muscles striés sont les principaux constituants des carcasses des animaux de boucherie. Ils sont constitués :

**Tableau n°1** : Composition de la viande

Constituants	Composition de la viande (en %)
Eau	75
Protéines	18,5
Lipides	03
Substances azotées non protéiques	1,5
Glucides et catabolites	01
Composés minéraux	01

**Source** : Jacotot et Al : 1983

#### **I-5 Qualité de la Viande**

La recherche de la qualité au sens large est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'IAA. La qualité se définit à partir du système de référence : les Normes, Labels, Appellations,...Elle s'obtient par l'application des procédures bien définies et maîtrisées.

#### **I-6 : Définition de qualité de la viande**

Selon ISO (Organisation internationale de normalisation), la qualité se définit comme « l'ensemble des propriétés et des caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ».

Pour le consommateur, la qualité d'une peut être définie à partir d'un certain nombre des caractéristiques organoleptiques.

La viande est une chair d'origine animale qui se caractérise par une grande homogénéité. Elle est principalement constituée des muscles striés squelettiques qui comportent aussi d'autres tissus en quantité et en qualité très variable selon les espèces, races, âges, le milieu et le régimes alimentaires.

On distingue trois (3) sortes de viandes :

- la viande rouge (bœuf, le mouton et la chèvre (concentration en myoglobine dans les fibres est supérieure à celle de la viande blanche, et inférieure à celle de la viande noire)) ;
- la viande blanche (lapin, volailles (concentration en myoglobine dans les fibres est inférieure à celle de la viande rouge)) ;
- la viande noire (les gibiers d'une manière générale (concentration en myoglobine dans les fibres est importante)).

**Myoglobine** : protéine des vertébrés ou (pigment respiratoire (hémoglobine = hétéroprotéines de couleur rouge contenue dans les hématies et qui leur donne leur couleur.)) contenant un noyau porphyrique avec ion fer 2 ou fer ferreux au centre, transporteur intracellulaire principal de l'oxygène dans les tissus musculaires.

### **I-7 : Critères de Qualité de la Viande**

Cinq critères fondamentaux sont à retenir : Qualité nutrition ; Qualité hygiénique ; Qualité de service ou usage ; Qualité organoleptique ; Qualité technologique.

#### **I-7.1 : Qualité Nutritionnelle**

C'est la capacité d'une viande à couvrir les besoins nutritionnels (physiologique) d'un homme ; cette caractéristique de base concerne les nutriments contenus dans la viande tels que : les protéines, les MG, les fibres et les vitamines.

#### **I-7.2 : Qualité Hygiénique**

Les viandes doivent être exemptes (dispenses) des résidus agrochimiques, des métaux lourds, des microorganismes pathogènes et de toutes autres substances dangereuses pour la santé humaine. La qualité hygiénique est un critère très important qui concerne également la sécurité alimentaire.

#### **I-7.3 : Qualité de Service ou D'usage**

Elle répond à la praticité en rapport avec la viande. Ainsi la facilité de préparation des viandes ou la durée de conservation représente des critères essentiels aux yeux du consommateur.

#### **I-7.4 : Qualité Organoleptique**

Les caractéristiques organoleptiques des viandes regroupent les propriétés sensorielles à l'origine de sensation des plaisirs associés à leur consommation. La qualité sensorielle de la viande est déterminée par sa couleur, sa flaveur, sa jutosité, sa tendreté.

Chez les viandes rouges ses caractéristiques varient selon le type génétique, l'âge, sexe des animaux, la conduite de production (niveau énergétique et protéique de la ration, la vitesse de croissance, utilisation du pâturage, apport en vit E).

Par ailleurs, les phénomènes biochimiques et structuraux qui produisent au cours de 24 premières heures post-mortem ont une grande influence sur la qualité organoleptique ultérieure de la viande, en particulier sur la couleur et la tendreté.

#### **a. La couleur**

La couleur de la viande est la première caractéristique qualitative perçue à l'achat. Le consommateur la considère comme un critère de fraîcheur du produit.

#### **b. La flaveur**

La flaveur de la viande correspond à « l'ensemble des impressions olfactives et gustatives que l'on éprouve au moment de la dégustation ».

#### **c. La tendreté**

Elle peut être définie comme « la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher et mastiquer, au contraire d'une viande dure, difficile à mastiquer ». La tendreté est le critère de qualité le plus important pour le consommateur lorsqu'il consomme une viande. Elle mesure la facilité avec laquelle la structure de la viande peut être désorganisée au cours de la mastication.

La tendreté est un facteur important de qualité de la viande. C'est la qualité sensorielle la plus déterminante pour le consommateur.

C'est aussi l'un de critère d'origine multifactoriel le plus variable, et dont le plus difficile à maîtriser ou à prédire.

#### **d. La jutosité**

La jutosité, appelée aussi succulence, caractérise la facilité d'exsudation de la viande au moment de la dégustation. Le facteur essentiel qui va jouer sur la jutosité est le PRE du muscle.

Le PRE du muscle de la viande est la facilité de la viande à conserver, dans des conditions bien définies ; son eau propre ou de l'eau ajoutée. Il traduit la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire.

Le PRE dépend de l'eau retenue au niveau de myofibrillaire. Celle-ci dépendant de la structure spéciale des protéines de fibres musculaires. Lorsque la distance entre les chaînes protéiques s'agrandit, le PRE augmente.

### **I-7.5 : Qualité Technologique**

Les caractéristiques technologiques représentent l'aptitude de la viande à la conservation et à la transformation.

- **Le PRE** : le PRE ou capacité de rétention d'eau est la capacité qu'à la viande à retenir fermement sa propre eau ou l'eau ajoutée et ce lors de l'application d'une force quelconque. Il est primordial de prendre en compte ce paramètre parce qu'il influence la rentabilité du secteur de la transformation et plus important encore, les qualités organoleptiques de la viande, de plus ce paramètre est souvent considéré par le

consommateur comme un critère de qualité, voire même, à tort parfois, comme une indication d'un traitement des animaux par des promoteurs de croissance. Il est donc nécessaire de déterminer le PRE au cours de la conservation mais aussi au cours de la cuisson.

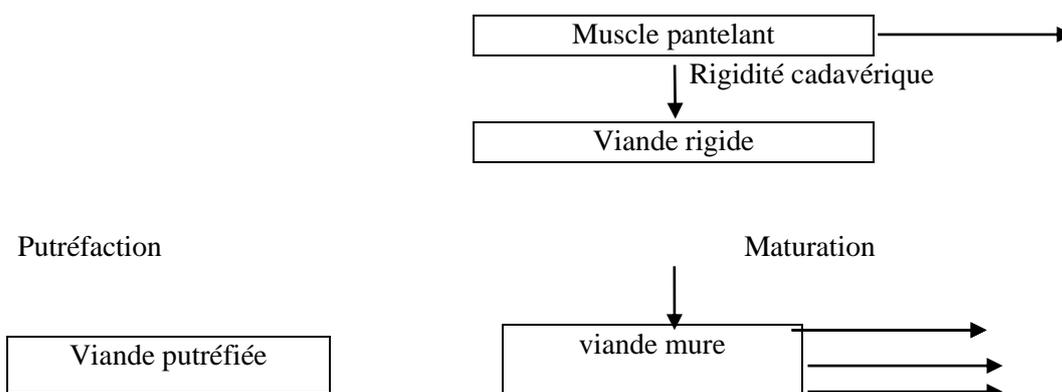
- **Le PH** : bien qu'il s'agisse en fait d'un paramètre chimique, le PH est habituellement classé parmi les caractéristiques technologiques parce qu'il influence de façon très importante sur l'aptitude à la conservation et à la transformation de la viande. Dans le secteur de la viande, le PH est une notion bien connue affectant la couleur, la tendreté, la saveur, le PRE. La valeur PH du muscle est légèrement supérieure au point neutre (PH=7,2). Après l'abattage (post-mortem), un processus de décomposition biochimique de la viande commence, ainsi, la source d'énergie du muscle, le glycogène est transformé en acide lactique sous l'effet des divers enzymes.
- **La Saignée** : elle a pour objectif de retenir le plus de sang possible de la carcasse. Le principal effet de la saignée est de l'arrêt de la circulation sanguine et de privée la cellule musculaire de nutriment et d'oxygène. Seuls les mécanismes anaérobies continuent de fonctionner.
- **La Rigor** : la mort de l'animal bouleverse le métabolisme musculaire. L'arrêt de la circulation sanguine supprime l'apport d'oxygène et de substrat énergétique exogène (glucose, acides aminés et acides gras).

Toutefois, le mécanisme de maintien de l'homéostasie continue de fonctionner dans la cellule pendant un certain temps. La privation d'oxygène, diminue très rapidement le pouvoir d'oxygène cellulaire, seules les réactions qui suivent des voies anaérobies persistent, essentiellement la glycolyse.

### I-8 Transformation du muscle en viande

Comme tous les aliments, la viande doit être conservée dans un minimum de temps en vue d'en assurer sa distribution ; mais cette nécessité de conservation se trouve accrue par le fait que contrairement à tous les aliments frais, la viande fraîche, n'est pas appréciée : elle est en effet peu sapide (saveur), sèche et dure. L'acquisition des qualités organoleptiques optimales (couleur, flaveur, jutosité, tendreté) impose un sursis (délai, remise, suspension de l'exécution d'une mesure) à la mise en vente. Cet impératif très spécifique conditionne tout le commerce de la boucherie. La mort de l'animal n'est pas la mort des organes et des tissus : les muscles et leurs cellules, encore vivants subissent un ensemble important de réaction connue sous le nom de rigidité cadavérique et de maturation avant que les muscles se transforment en viande ( voir les étapes ci-dessous

**Figure 3** : Les différentes étapes de la maturation et putréfaction de la viande



Qualité organoleptique altérée (couleur, flaveur)

Qualité organoleptique développée

Qualité hygiénique non satisfaisante

(Tendreté jutosité, flaveur, couleur)

**1**

**2**

### **1 Phénomène microbien (activité microbienne)**

### **2 Phénomène Aseptique (activité**

**enzymatique**

**tissulaire).**

## **I-9 Les différentes évolutions survenues après la transformation du muscle en viande**

### **I-9.1 Evolution physique**

Le muscle perd de l'eau par évaporation et exsudation (transpiration), ce qui entraîne une diminution de masse de la carcasse ou de la viande découpée, c.à.d. une perte de poids entre (2 à 5 %).

### **I-9.2 Evolution Biochimique**

L'arrêt de la circulation sanguine supprime les apports en glucose et oxygène et l'élimination des déchets. on passe de l'état l'aérobiose à l'état anaérobiose avec accumulation des résidus métaboliques, des substrats disparaissent, des catabolites apparaissent. Ce sont ces modifications qui caractérisent la rigidité cadavérique ( le muscle souple, élastique, contractile, devient rigide) et la maturation ( les qualités organoleptique et en particulier la tendreté se manifeste). Les modifications biochimiques portent sur les structures myofibrillaires (actine (protéine qui se trouve dans le cytoplasme et participe aux mouvements des cellules), myosine (protéine qui se trouve dans la cellule musculaire striée et qui joue un rôle fondamental dans les mécanismes de la contraction musculaire)) et sur les trois (3) constituants sarcoplasmiques (glycogène, Adénosine-Tri-Phosphate ou ATP et Phosphocréatine ou Pc) source d'énergie qui disparaissent après la mort en libérant des substance acides ( chute de PH de 7 à 5,7-5,5) et des précurseurs d'arômes ( flaveur accrue).

### **I-9.3 Evolution Microbiologique**

Au cours de la conservation de la viande, les microorganismes présents ne demandent qu'à se multiplier si les conditions et l'environnement sont favorables. Plus le délai de mise en consommation est long, plus les chances de prolifération microbienne sont grandes, avec ainsi une diminution des qualités hygiéniques et sanitaires de la viande. Les modifications concernant l'ATP, la Pc, le glycogène et l'oxygène sont à l'origine du développement microbien.

- La disparition du glucose et du glycogène, provoque la chute de PH (passant ainsi de 7 à 5,7-5,5). Cette chute de PH a une incidence sur de nombreuses réactions biochimiques (l'influence sur la couleur et le pouvoir de rétention d'eau).
  - Un PH élevé, entraîne une couleur sombre et sèche de la viande ;
  - Un PH bas, entraîne une couleur pâle et exsudative de la viande.

- La disparition de l'ATP et de la phosphocréatine (PC), le muscle devient rigide, incapable de se contracter et de se décontracter ; et ne répond plus aux divers excitant ; il est ainsi possible de la refroidis sans voir survenir la funeste (qui cause la perte et destruction).
- La disparition de l'oxygène, les réserves en oxygène du muscle sont rapidement consommées, les tissus entre en anaérobiose. Ce phénomène facilite la multiplication des germes souvent putréfiant dans la croissance est fonction de la température. Une anaérobie trop précoce ( 2-3heures) installée sur un muscle chaud entre ( 35 à 40°C) se traduit par une putréfaction profonde de la viande. C'est ce danger qui justifie le recours à une réfrigération précoce et rapide des carcasses.

## B / LE POISSON

### CHAPITRE II : PRESENTATION DES DIFFERENTS TYPES DE POISSONS (VOIR POLYCOP)

#### II- 1 Définition et présentation des différents groupes de poissons

Les poissons sont des animaux aquatiques vertébrés à sang froid dont le corps est recouvert d'écaille et qui possèdent des nageoires. Les nageoires comprennent un nombre variable d'élément, appelés rayons, qui en constituent l'armature (ensemble des pièces).

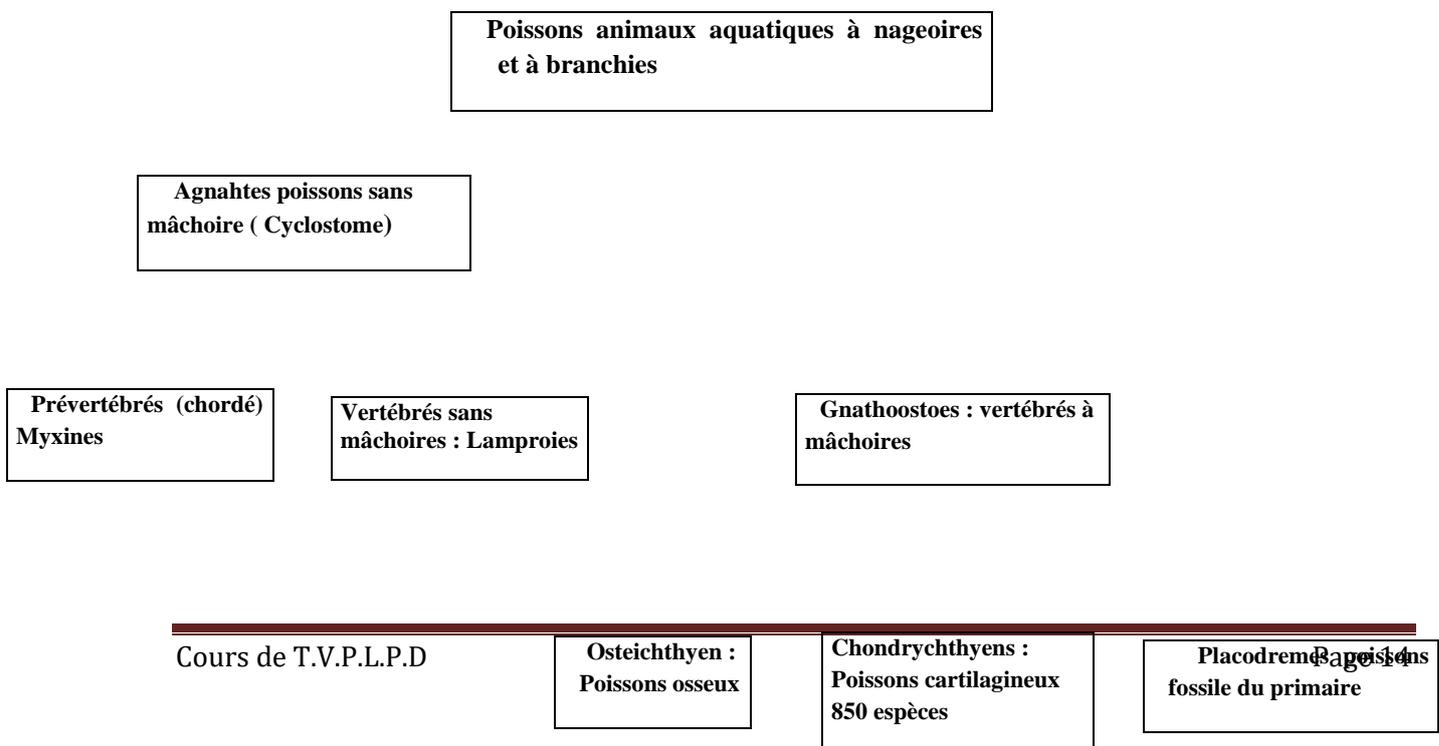
Ils vivent dans l'eau de mer ou en eau douce (rivières, lacs...) et utilisent des branchies pour extraire l'oxygène de l'eau (respirent par des branchies). Ils sont des denrées hautement périssables qui peuvent immédiatement après capture que n'importe quel autre aliment, devenant vite impropre à la consommation et même dangereux pour la santé du fait des proliférations microbiennes, des modifications chimiques et d'une dégradation par des enzymes endogènes.

Pour assurer la qualité des poissons, plusieurs techniques de conservation et de transformation sont utilisées et varient sensiblement selon les pays et les habitudes alimentaires.

#### II-2 Classification des poissons ou la place des poissons dans le règne animal

Les poissons répartis en 3 classes de vertébrés (Agnathes, Chondrichthyens et Ostéichthyens) plus un groupe frère d'Invertébrés, les Myxinoïdes (Myxines).

##### II-2-1 Le diagramme de l'arbre généalogique des poissons.



Ostracodermes  
Fossiles

Sarcoptérygiens

D'après l'arbre généalogique,  
sont divisés en deux (2)

Actinoptérygiens 23 703  
espèces

les poissons  
groupes :

Dipneuste : poissons à  
poumons, 8 espèces

Actinistiens,  
1 espèce Coelante

Vertébrés tétrapodes,  
23 303 espèces  
membres locomoteur  
pairs

Téléostéens fin  
justerasique 23 008  
espèces

Chondrostéens Esturgeons  
29 espèces

mâchoires (Agnathes ou  
cyclostomes,) **Exemple** :, Myxines,

Lamproies et Les Ostracodermes

- **Premier groupe** ; les poissons sans

### 1- Les Myxines

Ce sont des animaux marins corps allongé qui se cachent dans la vase ; la myxine peut mesurer jusqu'à 70 cm et vit entre 30 et 300 m de profondeur. Ils ne possèdent pas de colonne vertébrale mais un axe élastique dorsal, la corde. En pénétrant par les ouïes des poissons malades ou morts, ils se nourrissent en suçant les tissus de leur proie grâce à une bouche garnie de plaques cornées nombreuses et mobiles, (poissons morts ou malades).

### 2- Les Lamproies

Ce sont des vertébrés au corps allongé sans mâchoires dont les adultes, pour la plupart des espèces vivent en milieu marin. Ce sont des parasites externes. Leur bouche est entourée d'une ventouse qui possèdent une ventouse entourant leur bouche munie de nombreuses dents cornées. Les espèces marines, au moment de la reproduction, cessent de se nourrir et remontent les fleuves pour s'accoupler. Les œufs, pondus dans un nid préparé par le mâle, donneront des larves appelées **ammocètes** (c.à.d. stade larvaire, relatif aux larves).

Elles vivent enfouies dans la vase pendant plusieurs années avant de se métamorphoser pour donner un adulte qui migrera vers la mer.

### 3- Les Ostracodermes

Ce sont des Agnathes Fossiles de l'ère primaire, de petite taille (10cm environ), ils sont caractérisés par une carapace osseuse qui protège leur tête et une partie du corps. Ils regroupent en fait six groupes fossiles différents (les Hétérostracés, les Ostéostracés, les Anaspides, les Galéaspides, les Pituriaspides et les «Thélodontes »).

-- **Deuxième groupe** : les poissons à mâchoires (Gnathostomes) et sont subdivisés en deux (2) classes :

➤ **Premier classe** : les poissons cartilagineux (Chondrichthyens)

Ce classe est formé par des poissons au squelette entièrement cartilagineux se divise en Sélaciens (requins et raies) et Holocéphales (chimères). Ces derniers à la tête proéminente vivent dans les grandes profondeurs. Parmi les sélaciens, on distingue :

- ceux qui ont les fentes branchiales sur le côté (Pleurotrèmes) c'est à dire les requins
- ceux qui les ont sur la face ventrale (Hypotrèmes) c'est à dire les raies et torpilles.

### Quelques particularités des chondrichthyens :

- Les écailles (écailles placoïdes) qui recouvrent le corps des Chondrichthyens se forment de la même façon que les dents, elles confèrent à leur peau, un aspect rugueux voire abrasif.

Les dents, ancrées dans le derme, sont disposées en plusieurs rangées ; Elles avancent au fur et à mesure qu'elles grandissent en se redressant entraînées par le déroulement du tissu recouvrant la gencive dont la croissance est continue. Ainsi, les dents sont-elles remplacées en permanence, on retrouve fréquemment des dents des requins plantées dans leurs proies ou sur les sites de leurs repas.

- **Deuxième classe** les poissons osseux (Ostéichthyens) comprennent les Sarcoptérygiens et Les Actinoptérygiens.

**1- les Sarcoptérygiens :**

Les Sarcoptérygiens sont des poissons osseux qui comprennent les Actinistiens( Cœlacanthe) et les Dipneustes ( comme les protoptères d’Afrique) leurs nageoires paires sont soutenues à la base par un seul os (nageoire monobasale) tandis que chez les Actinoptérygiens, elle est soutenue par plusieurs pièces osseuses (nageoire polybasale) d'où partent des rayons.

**2- Actinoptérygiens :**

Les Actinoptérygiens sont des poissons osseux dont les nageoires paires sont soutenues par plusieurs pièces osseuses (nageoire polybasale) d'où partent des rayons (nageoires rayonnantes). Extrêmement diversifiée, cette sous-classe est à son tour divisée en plusieurs groupes ou superordres, celui des Chondrostéens (Esturgeon) et surtout celui des Téléostéens , comprenant plus de 20 000 espèces.

Les Téléostéens sont caractérisés par leur squelette complètement ossifié et leurs écailles fines et chevauchantes (de type élasmoïde ). Ils se divisent en une trentaine d'ordres, comme par exemple les Anguilliformes (anguilles et murènes), les Clupéiformes (anchois, harengs, sardines), les Salmoniformes (brochets, truites et saumons), les Cypriniformes (carpes, " poissons rouges "), les Characiformes (piranhas, "néons" des quariums), les Siluriformes (poissons-chats), les Gadiformes (morues), les Lophiiformes et les Perciformes comprenant la famille des mérous, des poissons-papillons, des labres, perroquets, blennies, chirurgiens, gobies, etc

**II-3 Classement systématique des poissons**

**II-3-1 Sous classe des Chondrychthyens : Poissons cartilagineux**

<b>Ordre des Orectolobiformes</b>	<b>Ordre des Carchariniformes</b>	<b>Ordre des Myliobatiformes</b>
Requin Baleine Requin Léopard Requin dormeur	Requin sensu stricto Requin marteau	Raie pastenague Raie aigle Raie manta
	<b>Ordre des Torpediniformes:</b>	<b>Ordre des Rajiformes:</b>
	Raie Torpille	Raie guitare

**II-3-2 Sous classe des Osteichthyens : Poissons osseux**

<b>Ordre des Anguilliformes</b>	<b>Ordre des Siluriformes</b>	<b>Ordre des Aulopiformes</b>
Murènes Serpents de mer Hétérocongre	Poissons chats	Poisson lézard
<b>Ordre des Lophiiformes</b>	<b>Ordre des Bécyciformes</b>	<b>Ordre des Gastérostéiformes</b>

Antennaires Chauve souris de mer	Poissons soldats (Myripristis) Poissons écureuils (épine préoperculaire)	Poissons trompettes Poissons flûte Hippocampes et syngnathes
<b>Ordre des Perciformes</b> <b>Sous ordre des Percoides</b> Serrans ( Anthias ) et mérours Grammistes Beauclaire Apogons et poissons cardinaux Gaterins Lutjans ou vivaneaux Fusiller ( Caesio ) Becs de cane ( Lethrinus ) Empereur gueule pavée ( Monotaxis )	Saupe ou calicagère ( Kyphosus ) Platax Rougets: capucins Poissons papillons , poissons anges et cochers Carangues Poissons hachette ( Pempheris ) Demoiselles: Sergent major, Poisson clown , Chromis et Dascyllus Labres Perroquets	<b>Sous ordre des Trachinoïdes</b> Poissons crocodiles <b>Sous ordre des Blennioïdes</b> Blennie <b>Sous-ordre des Siganoïdes</b> Poissons lapins <b>Sous ordre des Acanthurïdes</b> Poissons chirurgiens Idole mauresque ou Zancle <b>Sous ordre des Gobioides</b> Gobies
<b>Ordre des Mugiliformes</b>	<b>Ordre des Scorpéniformes</b>	<b>Ordre des Dactyloptériformes</b>
Mulets Barracudas bécune	Rascasses : Ptéroïis, scorpion et Poisson pierre	Grondins volants Poissons feuilles
<b>Ordre des échnéiformes</b>	<b>Ordre des Tétraodontiformes</b>	
Rémoras	Balistidés : Balistes Monacanthidés: Poissons limes Ostracionidés Poissons coffres Tétraodontidés : Poissons ballons Canthigasteridés: Canthigasters Diodontidés : Poissons Porc-Épic	
<b>Ordre des Pleuronectiformes</b>		
Soles Turbots		

## II-4 Description des poissons d'eau douce

### II-4.1, Anatomie des poissons

Le poisson est caractérisé par la présence de branchie et de muscle en w avec le squelette, la peau et les muscles de ces vertébrés.

Les muscle du poisson sont différents que ceux des animaux terrestres à sang chaud.

Les poissons n'ont pas de tendons qui relient les muscles au squelette. Les cellules musculaires sont disposées parallèlement et reliées à des gaines de tissus conjonctif qui sont accrochées au squelette et à la peau ; ce sont **les myotomes**.

Le tissu musculaire est composé de muscle striés (actine et myosine), la cellule est formée de sarcoplasmique contenant des noyaux, des grains, de glycogène, des mitochondries et des myofibrilles.

La gaine de tissu conjonctif est appelée sarcolemme. Le gros du tissu musculaire est blanc ( source d'énergie), mais certains poissons grands nageurs peuvent avoir des muscles sombres ( le thon) avec des niveaux élevés de lipides de mitochondries ( métabolismes aérobie) et de myoglobine.

La couleur rougeâtre de la chair du Saumon est due à un caroténoïde de l'astaxanthine qu'on procure dans son alimentation

La rigidité cadavérique et sa résolution interviennent très rapidement (en général 5 et 30 heures respectivement, à 0°C). La baisse de PH après la mort dépend entre autre des conditions de la capture, car les réserves de glycogène diminuent plus ou moins selon la résistance qu'oppose le poisson.

En moyen, le PH est entre 6,2-6,5, pour remonter ensuite à 6,6 et 6,7, cela contribue à l'instabilité du poisson après la mort, car à ce PH, la prolifération microbienne n'est pas inhibée.

#### II-4.2 Composition Chimique du poisson

Le tableau ci-dessous résume la composition chimique du poisson (exprimé en pourcentage)

<b>Eau</b>	<b>70 à 85 %</b>
<b>Protéine</b>	<b>15 à 20 %</b>
<b>Lipide</b>	<b>1 à 15 %</b>
<b>Minéraux</b>	<b>0,1 à 1,5 %</b>
<b>Hydrate de carbone</b>	<b>0,1 à 1 %</b>

#### II-5 Altération du poisson

Dès la mort, les tissus musculaires du poisson sont le siège de processus de dégradation particulièrement rapide de l'action d'enzyme endogène et de bactéries. Ces dernières présentes en très grand nombre sur la peau et dans l'intestin, se répandent et se multiplient dans les autres tissus, où le PH relativement élevé et l'abondance de substrats de faible poids moléculaire (acides aminés), créent un milieu favorable à leur prolifération ; celle-ci donne lieu à l'apparition de composés volatils malodorant( qui dégage une mauvaise odeur), notamment formation de triméthylamine à partir de l'oxyde de triméthylamine (naturellement présent dans les poissons), méthyle-mercaptans, sulfure de diméthyle, hydrogène sulfuré, ammoniac

Par ailleurs, les protéases tissulaires et les protéases bactériennes provoquent un ramollissement rapide du muscle ; en même temps la diffusion des hémoprotéines modifie la couleur de la chair et les lipides s'hydrolysent et s'oxydent. Ces transformations sont ralenties, mais non arrêtées, par abaissement de la température. Les Pseudomonas ne cessent de proliférer qu'à une température d'environ -5°C , et plusieurs enzymes, les lipases, demeurent actives même dans le poisson congelé. La simple réfrigération ne puisse pas permettre de conserver longtemps du poisson dans un état satisfaisant. Le meilleur procédé à réaliser, consiste à saigner et éviscérer le poisson dès la capture, puis à le refroidir rapidement dans l'eau à -1 ou - 2 °C. La durée de la conservation, qui varie d'une espèce à l'autre

#### II-6 Les principaux poissons industriels

A l'exception des rares cas d'élevage (carpe, truite...) et de quelques espèces (saumon anguille) que l'on capture à l'embouchure de fleuve, la plupart des poissons sont pêchés relativement loin des cotes ; il faut par conséquent, soit les préserver temporairement pour pouvoir les transporter jusqu'à la terre, soit les traiter dès la capture dans des bateaux spécialement équipés. Les espèces ayant une grande importance du point de vue industriel (pour la préparation de farine ou d'engrais) sont relativement peu nombreuses.

Parmi ces poisson, on peut mentionner les familles de :

- Clupéidés (le hareng, le sprat, la sardine, l'anchois...) ;
- Scombridés (les thons, les maquereaux) ;
- Salmonidés ( les poissons osseux des eaux douces et salées).

Ces espèces constituent la principale matière première des industries du saurissage (action de saurer = faire sécher, fumer) et des conserves de poissons. Leur chair musculaire est souvent riche en lipides, protéines, de vitamine du groupe B, vitamine A et D et Iode.

**Le tableau 2 : ci-dessous résume les caractéristiques du poisson frais et du poisson altéré.**

	<b>Poisson frais</b>	<b>Poisson altéré</b>
Odeur	Légère, agréable, rappellent les algues marin (poissons de mer) ou les herbes aquatiques (poissons d'eau douce)	Désagréable, âcre, acide, ammoniacale, putride
Aspect Général	Brillant avec éclat métallique et reflets irisés	Mat, sans éclat ni reflets
Secrétions	Absents	Pressantes et gluantes
Ecailles	Fortement adhérentes	Soulevées' décolorées, se déchirant facilement.
Œil	Clair vif, brillant, transparent, convexe, sans tache sur l'iris.	Terne (ou sans éclat), vitreux, opalin, opaque, concave, affaissé dans l'orbite, avec tache sur l'iris.
Opercule	Adhérent, sans taches	Légèrement soulevé, avec tache rouge, brun, surtout sur la tache interne
Branchies	Humides, roses ou rouge sang	Sèches, grisâtres ou plombées
Abdomen	Forme normale, sans tache	Flasque, déformé, souvent gonflé, avec tache ou raie bleus, foncé, verdâtres ou noirâtres.
Anus	Hermétiquement fermé	Béant, presque toujours proéminent (saillant)
Viscères	Lisses, propres, brillants, nacrés ; péritoine adhérent	Affaissés, macérés ou gonflés, avec taches ou raies bleus foncés, verdâtres ou noirâtres.
Cotes et colonne vertébrale	Adhérentes, faisant corps avec la paroi thoracique et les muscles dorsaux.	Soulevées, faciles à détacher sans emporter de lambeaux de muscle.
Chair	Ferme, blanche ou rose à reflet nacrés.	Friable, muscles ourlés de jaune ou de bleu clair.

## **II-7 Les différentes méthodes de conservation du poisson et de la viande**

### **II-7.1 La réfrigération**

C'est un procédé de conservation à courte terme faisant appel à des températures basses (+4 et – 2°C). Les microorganismes ne sont pas détruits, mais inhibés et certains peuvent se développer lentement. La durée de conservation d'un aliment réfrigéré est de quelques jours. Le point de cristallisation de l'eau constitution du suc musculaire est de 1°C. Elle est prodiguée à vitesse rapide pour éviter le développement microbien aux températures intermédiaires (10-20°C). Les pertes d'eau sont importantes à l'occasion de l'évaporation par un air froid. L'action du froid bloque les thermophiles et mésophiles ainsi que les psychrophiles qui sont limités, mais pour une courte période.

### **II-7.2 La congélation**

C'est un procédé de conservation de longue durée, consiste à conserver l'aliment à température inférieure à (-10°C) pour inhiber la prolifération des bactéries et faciliter la commercialisation. La vitesse de congélation ou le temps que mettra la viande ou poisson à se refroidir est très important car elle influe sur le point de cristallisation de l'eau. La taille des cristaux de glace pendant cette

période entraîne la lésion des membranes des cellules tissulaires de l'aliment (viande et poisson). Ils sont en petit nombre quand la vitesse est lente. L'eau de constitution est composée d'une eau libre et une eau liée aux protéines. La congélation affecte l'eau libre mais, il ya toujours possibilité de la conversion d'une eau liée en eau libre.

On peut considérer que la congélation conjugue d'un point de vue physique les effets d'une hydratation et d'un salage.

Si la congélation est lente, l'eau liée aux protéines se convertisse peu à peu en eau libre (on parle la déshydratation des protéines).

Si la congélation est rapide, ce phénomène n'aura pas le temps de se produire.

### II-7.2.1 Les conséquences de la congélation

Le procédé de conservation par la congélation à des conséquences néfastes sur la viande et poisson et se répartissent comme suit :

**1- les conséquences physiques et histologiques :** sont caractérisées par :

- la modification de la consistance c.à.d. la denrée devient plus ou moins malléable (le point cryoscopique est déformable = abaissement de masse moléculaire) ;
- la modification du volume (formation d'une couche superficielle de glace).

**2- les conséquences chimiques :** sont caractérisées par :

- l'altération des protéines (déshydratation des protéines causée par l'eau liée qui se transforme en eau libre) ;
- l'enzyme de la maturation ( le froid retard la maturation par le phénomène de Cryochoc et diminue l'activité des enzymes) ;
- l'oxydation des lipides (rancissement) ;
- l'oxydation des composés hématiques (la myoglobine en présence de l'oxygène donne la metmyoglobine = brunissement de la viande). Le tissu adipeux aura une couleur safranée (ou jaunir = rendre jaune).

**3- les conséquences biologiques :** sont caractérisées par :

- les parasites (destruction partielle), **Exemple** : Trichuris, Trichinella spiralis ;
- les bactéries (les sporulés résistent plus au froid).

### II-7.3 Salage, fumage et séchage du poisson et de la viande

Cette catégorie de produit comprend des préparations variées, très différentes les unes des autres.

#### II-7.3.1 Les poissons

De nombreux poissons sont traités par salage et fumage (hareng, sprat, flétan, plie anguille, saumon etc.).

Ils sont d'abord salés, au sel sec ou saumure (eau salée) concentrée, plus ou moins selon le degré. Pour le fumage, les poissons sont en général enfilés par les yeux sur des tiges métalliques appelées **aynets**, que l'on dépose ensuite sur des cadres. Ces derniers sont accrochés sur des chariots, ou à des chaînes transporteuses continues, qui parcourent les tunnels ou les cheminées de fumage. Le fumage est obtenu par combustion de bois. La fumée contient de nombreux composés volatils tels que : le formol (méthanal = composé organique de la famille des aldéhydes, utilisé comme désinfectant, conservateur) ; acide acétique, acétaldéhyde, acétone, phénol et polyphénol, qui apportent à la fois, la couleur, l'arôme et pouvoir antiseptique. Mais, la fumée contient aussi des hydrocarbures aromatiques polycycliques dont certains sont cancérigènes ; il est bon d'éviter les températures élevées. Le fumage

lui-même, n'a d'effet conservateur que s'il est associé au salage et au séchage. Seuls les poissons très salés, très secs et fortement fumés sont aptes à se conserver.

**Exemple** : nuoc-mam (saumure de poisson) peut se conservé 6 à 8 mois à une température de 10 à 15°C.

### II-7.3.1.1 Conserves de poisson

La préparation des conserves appertisées les plus importantes est : sardine à l'huile, à tomate, thon à l'huile, thon au naturel, maquereaux mariné....

1- **la sardine** : voir la figure ci-dessous décrit schématiquement les diverses méthodes employées.

**Etêtage ou Etêtement** : opération de couper la tête de poisson.

**Paré = parer** : enlever les nerfs, la graisse de la viande/poisson afin de la rendre propre à la consommation ou d'en améliorer la présentation.

**En grillage = grillage** : opération qui consiste à chauffer vivement pour favoriser l'oxydation.

**Friture : action ou manière de cuire de poisson dans l'huile bouillante.**

2- **le Thon** : on emploie diverses espèces de thon dont seuls le Germon et Albacore. Pour la préparation du thon à l'huile, le poisson est d'abord cuit à la vapeur ou mieux, dans une saumure légère ,ensuite paré, laissé sécher superficiellement, mis en boîtes en morceau assez tassés, recouvert d'huile ; les boîtes sont enfin fermées et stérilisées.

Pour le thon au naturel, le poisson est le plus souvent mis crus dans les boîtes et recouvert d'une saumure légèrement aromatisée.

3- **Maquereaux marinés** : la préparation commence par l'étêtage et éviscération des poissons, et cuire dans un court-bouillon acidifié et aromatisé. Les poissons sont ensuite placés dans les boîtes, et recouverts d'une sauce aromatisée de vin blanc et souvent de vinaigre. Les boîtes sont alors fermées, stérilisées et refroidies.

**Figure 4 : la préparation de conserve de sardine à l'huile.**



### II-7.3.2 La viande

La viande fraîche est très périssable et toute attente (transport, distribution, maturation) exige à court terme une réfrigération et à long terme un traitement de préservation. Pour une bonne viande (à un degré approprié de tendreté) 3 à 4 semaines à  $-1,5^{\circ}\text{C}$  ou 15 jours à  $0^{\circ}\text{C}$ . La température de la maturation est fixée à  $20^{\circ}\text{C}$  (pour 2 jours) ou à  $43^{\circ}\text{C}$  (pour 1 jour).

La congélation des carcasses ou des grosses pièces de viande est réalisée dans une enceinte à air pulsé, à ( $-30$  à  $-40^{\circ}\text{C}$ ) est alors nécessaire pour une bonne atténuation (action d'atténuer, de diminuer) de la rigidité cadavérique. La conservation de la viande par la congélation est largement utilisée pour les importations.

Ainsi, la préparation de ces viandes sert à l'approvisionnement des ateliers de traitement (salaison, charcuterie, conserve).

#### II-7.3.2.1 Les produits élaborés

Les transformations que l'on fait subir aux diverses viandes visent en même temps à les rendre moins périssables et à, les présenter sous la forme de produits nouveaux et agréables.

Les produits les plus importants sont les suivants :

	<b>Conservé par :</b>
- Jambon cru →	Salaison
- Jambon cuit →	Salaison + Pasteurisation
- Saucisson sec →	Salaison + déshydratation
- Saucisson cuire →	Réfrigération

#### II-7.3.2.2 Le corned- Beef (viande de bœuf salée en conserve)

Il est obtenu à partir de la matière première (la viande de bœuf), congelée ou non ; riche en tissu tendineux (qui à rapport au tendon = partie fibreuse ; blanchâtre), car ils donnent un produit plus moelleux.

Après désossage (pièce par pièce dans le but de garantir la traçabilité de la viande) et parage, la viande est découpée en lanières de 3 à 5 cm de largeur, et mise à cuire dans une saumure à 10% de chlorure de sodium et (0,5 à 1 %) de nitrate de potassium. La cuisson se fait pendant 30 à 60 minutes, jusqu'à ce que la viande ait perdu environ 35% de son poids. La viande est ensuite parée, pour éliminer les vaisseaux et les nerfs, hachée grossièrement, malaxée avec la proportion de (5 à 10%) de gras (qui formé de graisse) et répartie dans les sans bulles d'air.

Après le remplissage, les boîtes sont fermées sous vides (pression inférieure à la pression ambiante), stérilisées à  $115^{\circ}\text{C}$  et refroidies.

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : LAIT ET PRODUITS DERIVES

### CHAPITRE III: LAIT DE VACHE

#### III-1 Définition

Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune. Il s'agit d'un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre selon la teneur en  $\beta$  carotène de sa matière grasse, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6.6 à 6.8) légèrement acide, proche de la neutralité.

Le lait a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : «Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum.»

Le colostrum est le produit sécrété par la mamelle au cours des quatre ou cinq jours de la lactation.

**Tableau 3 : Composition du lait des différentes espèces**

Espèces	Totales protéines %	Caséines %	Protéines lactosériques %	Matière grasse %	Lactose %	Cendres %
Femme	1,2	0,5	0,7	3,8	7,0	0,2
Jument	2,2	1,3	0,9	1,7	6,2	0,5
Vache	3,5	2,8	0,7	3,7	4,8	0,7
Bufflesse	4,0	3,5	0,5	7,5	4,8	0,7
Chèvre	3,6	2,7	0,9	4,1	4,7	0,8
Brebis	5,8	4,9	0,9	7,9	4,5	0,8

**Source : (VIGNOLA, 2002)**

### III-2 Caractères physiques du lait

Le lait est un liquide blanc, opaque, deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée. Il présente des caractéristiques liées à sa nature biologique, à savoir : variabilité, complexité, hétérogénéité et altérabilité. Les éléments physiques les plus constants de sa composition sont indiqués dans le tableau 2. (Alais, 1984)

**Tableau 4 : Caractéristiques physiques du lait de vache**

Constantes	Moyennes	Valeurs extrêmes
Densité du lait entier à 20°C	1,031	1,028 – 1,038
Densité du lait écrémé	-	1,036
Densité de la matière grasse	-	0,94 – 0,96
pH à 20°C	6,6	6,6 -6,8
Acidité titrable (°D)	16	15 – 17
Point de congélation (°C)	-	-0,520 à -0,550
Chaleur spécifique du lait entier à 15°C	0,940	-
Chaleur spécifique du lait écrémé à 15°C	0,945	-
Tension superficielle du lait entier à 15°C ( dynes/cm)	50	47 – 53
Tension superficielle du lait écrémé à 15°C (dynes/cm)	55	52 – 57
Viscosité du lait entier à 20°C (centipoises)	2,2	-
Viscosité du lait entier à 25°C (centipoises)	1,8	1,6 – 2,1
Viscosité du lait écrémé à 20°C (centipoises)	1,9	-
Conductivité électrique à 25°C (siemens)	45x10 <sup>-4</sup>	40 – 50x10 <sup>-4</sup>
Point d'ébullition (°C)	-	100,17 – 100,15
Potentiel d'oxydoréduction (Volt)	0,25	+0,20 à +30
Point de fusion des graisses (°C)	36	26 – 42
Indice de réfraction à 20°C	1,35	-

**Source : Alais, 1984**

### III-3 Composition biochimique du lait

Les facteurs les plus influents sur la composition du lait sont surtout d'ordre zootechnique : alimentation, race, période de lactation et induisent des variations saisonnières. (*Arilait Recherches, 1998*)

En plus du terme matière sèche totale du lait, le terme matière sèche dégraissée est utilisé pour décrire la composition du lait. La matière sèche dégraissée est égale à la teneur en matière sèche totale moins la teneur en matière grasse. Selon le tableau 3, est par conséquent de  $13 - 3,9 = 9,1$  %. (*VIGNOLA, 2002*)

**Tableau 5 : Composition quantitative du lait de vache**

Constituants principaux	Limite des variations (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5 – 89,5	87,5
Matières sèches totales	10,5 – 14,5	13,0
<i>Matière grasse</i>	2,5 – 6,0	3,9
<i>Protéines</i>	2,9 – 5,0	3,4
<i>Lactose</i>	3,6 – 5,5	4,8
<i>Minéraux</i>	0,6 – 0,9	0,8

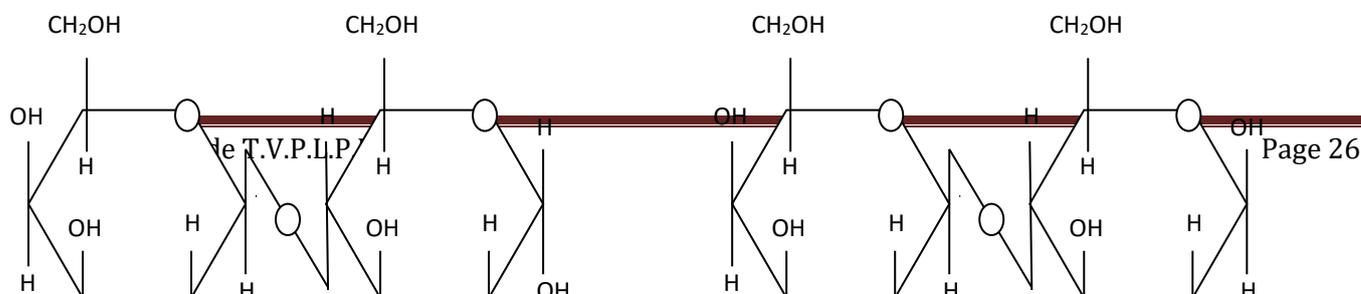
**Source : VIGNOLA, 2002**

### III-3.1 Les glucides :

Dans le lait de vache, les glucides sont représentés essentiellement par le lactose, ou galactosido 1-4 glucose, qui est synthétisé dans la glande mammaire. C'est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée, qui possède un groupement réducteur. Le lactose est formé par l'union d'une molécule de  $\alpha$  ou de  $\beta$ -glucose et d'une molécule de  $\beta$ -galactose. La formule de structure implique l'existence de deux formes d'isomères :  $\alpha$  et  $\beta$ . Ces formes se distinguent par leurs propriétés physiques en particulier leur pouvoir rotatoire et leurs caractères de solubilité et de cristallisation.

Il est à noter que la solubilité du lactose augmente lorsque la température s'élève. A 100°C, la solubilité initiale du lactose atteint 70°C pour 100g d'eau. (*Whittier, 1944*) .

Le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose, puis transforment ces hexoses en acide lactique ; le galactose subit d'abord une isomérisation en glucose-1-phosphate. (*JEAN-CLAUDE et HENRI CHEFTEL, 1976*)



D'autres sucres sont également présents mais seulement à l'état de traces. Ce sont notamment des polyosides contenant du fructose et de glucides azotés tels que la *N-acetylglucosamine*. (VEISSEYRE, 1975)

### III-3.2 Les Protéines du lait

Le lait contient plusieurs types de protéines, la plupart se retrouvent en quantités infimes.

Il est possible de classer les protéines de différentes façons, selon leurs propriétés chimiques ou physiques et leurs fonctions biologiques. L'ancienne méthode de regroupement des protéines de lait en caséine, albumine, globuline, a été remplacée par un système de classification plus approprié. Le tableau n°4 présente une liste abrégée de protéines du lait, classées selon un système moderne. Pour simplifier, les groupes de protéines mineures ont été exclus.

Le terme « protéine lactosérique » est souvent utilisé pour désigner à la fois la « protéine de sérum de fromagerie » et la « protéine du lactosérum » (ou « protéine du sérum du lait »). A la différence de la protéine du lactosérum, la protéine du sérum de fromagerie contient également des fragments de molécules de caséiques. Certaines des protéines du lactosérum sont également présentes dans des concentrations moins importantes que dans le lait cru. Cela est dû à la dénaturation par la chaleur au cours de la pasteurisation du lait avant la fabrication du fromage. Les trois principaux groupes des protéines du lait se distinguent par leur comportement et leur forme d'existence très différents. Il est facile de précipiter les caséines du lait de différentes manières ; alors que les protéines du sérum restent généralement en solution. Comme leur nom l'indique, les protéines membranaires adhèrent à la surface des globules gras, et s'en libèrent seulement par action mécanique, c'est-à-dire par le barattage de la crème en beurre. (VIGNOLA, 2002)

**Tableau 6 : Concentration des protéines dans le lait**

	Concentration dans le lait g/kg	% de la totale protéine en poids (P/P)

Caséine		
$\alpha$ 1-caséine*)	10,0	30,6
$\alpha$ 2-caséine*)	2,6	8,0
$\beta$ -caséine**)	10,1	30,8
$\kappa$ -caséine	3,3	10,1
<b>Total caséine</b>	<b>26,0</b>	<b>79,5</b>
Protéines du sérum		
$\alpha$ -Lactalbumine	1,2	3,7
$\beta$ -Lactoglobuline	3,2	9,8
Albumine du sérum sanguin	0,4	1,2
Immunoglobulines	0,7	2,1
Divers (y compris protéose peptone)	0,8	2,4
<b>Total protéines du sérum</b>	<b>6,3</b>	<b>19,3</b>
Protéines membranaires des globules gras		
<b>Total protéine</b>	<b>0,4</b>	<b>1,2</b>
	<b>32,7</b>	<b>100</b>
*) appelée dorénavant $\alpha$ s-caséine		
***) y compris $\gamma$ -caséine		

**Source** : VIGNOLA, 2000

### III-3.2.1 Caséine

Lorsqu'on examine du lait écrémé au microscope électronique, on observe la caséine sous la forme de granules sphériques (micelles) dont le diamètre moyen varie de 80 à 100 m $\mu$ . Par ultracentrifugation, à 50000 tr/mn on rassemble ces micelles en un sédiment blanchâtre gélatineux (caséine native) nettement séparé d'un liquide verdâtre et limpide (lactosérum). (VEISSEYRE, 1975)

La caséine acide est obtenu par acidification du lait écrémé à pH 4,6 et à 43-45°C à l'aide d'un acide minéral tels que chlorhydrique ou sulfurique.

La caséine lactique résulte de la précipitation des caséines suite à l'acidification du milieu par des cultures mixtes acidifiantes. Après environ 16 heures de fermentation à 26-27°C la température est élevée à 55-65°C pour favoriser l'agglomération des particules de caséines.

La caséine présure résulte de la coagulation enzymatique des caséines par la pepsine et la chymosine. Après 20-30 minutes de coagulation, la température est élevée à 55-65°C comme dans le cas des caséines acides. (*G. Linden et D. Lorient, 1994*)

A partir de 1937, l'électrophorèse a permis aux chercheurs de séparer, sans contestation possible, trois fractions différentes de caséine appelées :  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\kappa$ -caséine dans l'ordre de leur mobilité électrophorétique décroissante. (*VEISSEYRE, 1975*)

○  $\alpha$ -caséine :

En 1956, il est démontré que la caséine  $\alpha$  est elle-même hétérogène. Elle comporte au moins deux composants se distinguant par leur sensibilité aux sels de calcium. A une concentration en calcium de 0,3 à 0,4 M , soit environ dix fois la concentration notée dans le lait, une fraction précipite, à pH 7 et à toutes températures, alors que l'autre reste en solution. La première, dont on dit qu'elle est sensible au calcium, constitue la caséine  $\alpha_{s1}$  alors que la seconde, insensible au calcium, constitue la caséine  $\alpha_{s2}$ .

La caséine  $\alpha_{s1}$  est relativement riche en phosphore (environ 1 %, soit 8 atomes de phosphore par molécule). Elle ne contient pas de glucides. (*VEISSEYRE, 1975*)

○  $\beta$ -caséine :

La caséine  $\beta$  est soluble en présence de calcium (0,03M) à basse température (+4°C). Elle contient moins de phosphore que la caséine  $\alpha_{s1}$  (0,5 % soit 5 atomes de phosphore par molécule). (*VEISSEYRE, 1975*)

○  $\kappa$ -caséine :

La caséine  $\kappa$  par sa composition et les caractères qui en découlent, est l'un des constituants de la caséine entière les plus intéressants. En présence de calcium à 0,3 M, à la température ambiante et à pH 7, on observe une rupture du complexe de caséine. Les caséines  $\alpha_{s1}$  et  $\beta$  précipitent et la fraction  $\kappa$  reste en solution.

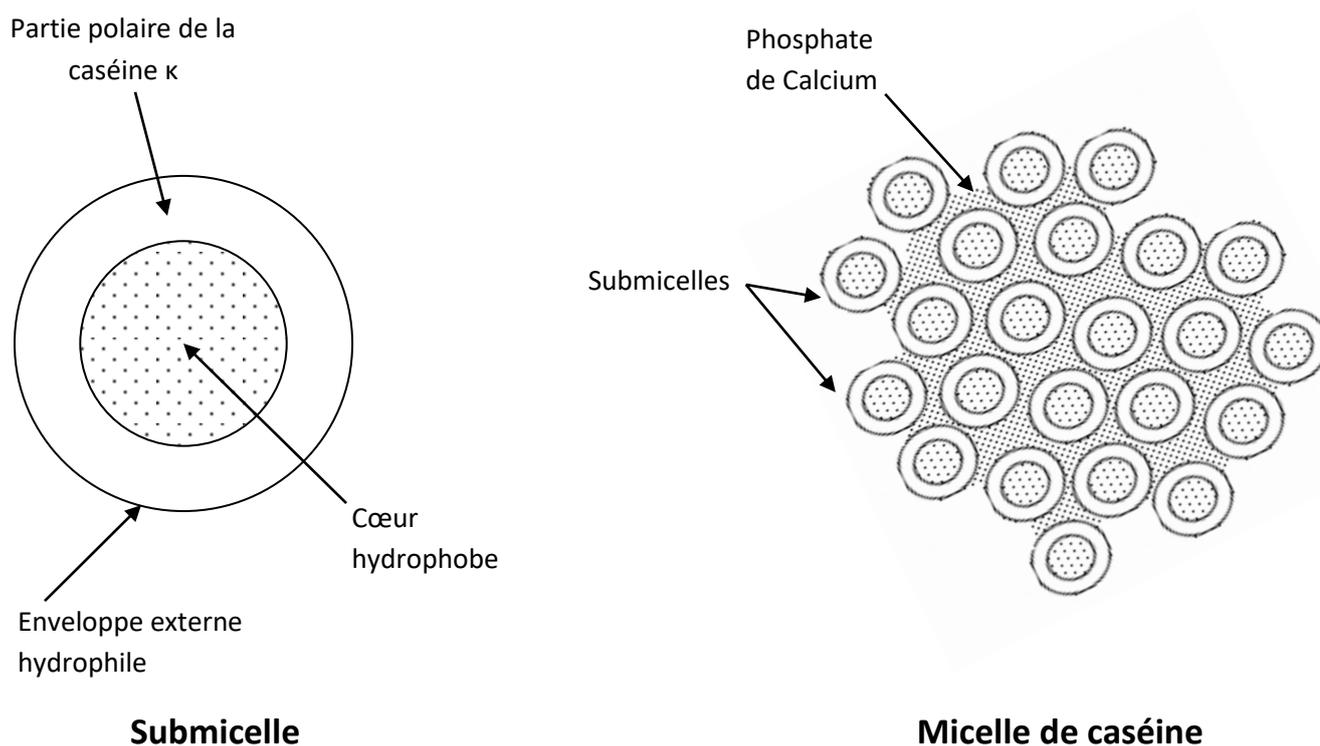
La caséine  $\kappa$  est pauvre en phosphore (0,2 % soit 1 à 2 atomes de phosphore par molécule). Elle est la seule fraction parmi les fractions caséiques, qui contient du glucide. (*VEISSEYRE, 1975*)

**Tableau 7 : Principaux caractères des caséines**

	Caséine $\alpha_{s1}$	Caséine $\beta$	Caséine $\kappa$

Poids moléculaire (environ) .....	24 000	24 000	19-23 000
Point isoélectrique .....	4,1	4,5	3,7
Solubilité en présence de Ca <sup>++</sup> 0,03 M			
à 4 °C .....	-	+	+
à 25 °C .....	-	-	+

**Source :** (VEISSEYRE, 1975)



**Figure 5 : Structure de la micelle de caséine (J. Lenoir et al., 1983)**

### III-3.2.2 Protéines du sérum

Si l'on supprime la caséine du lait écrémé par une méthode de précipitation, en ajoutant, par exemple, un acide minéral, il reste dans la solution un groupe de protéine appelé protéine du lactosérum.

Les protéines du sérum en général, et l' $\alpha$ -lactalbumine en particulier, ont les valeurs nutritionnelles très élevées. Leur composition en aminoacides est très proche de ce qui est considéré comme un optimum biologique. Les dérivés des protéines du sérum de fromagerie sont très largement utilisés dans l'industrie alimentaire. (*VIGNOLA, 2002*)

○  $\alpha$ -lactalbumine :

Cette protéine peut être considérée comme la protéine type du sérum. Elle est trouvée dans le lait de tous les mammifères ; elle joue important dans la synthèse du lactose dans le pis. L' $\alpha$ -lactalbumine a un poids moléculaire d'environ 16000 et un point isoélectrique de pH 5,1.

$\beta$ -lactoglobuline :

C'est une protéine de poids moléculaire voisin de 18000 ; on la rencontre dans le lait de vache, de brebis, de chèvre, et d'autres ruminants. Elle représente la protéine la plus abondante dans le lactosérum du lait de vache, qui en contient 2 à 3 g par litre. (*JEAN-CLAUDE et HENRI CHEFTEL, 1976*)

### III-3.3 La Matière grasse

Le lait et la crème sont des exemples d'émulsions gras en eau (ou huile dans eau). La matière grasse du lait existe sous la forme de petits globules ou de petites gouttelettes dispersées dans le lactosérum. Leur diamètre est compris entre 0,1 et 20 $\mu$ m, leur taille moyenne est de 3 à 4  $\mu$ m et il y a quelque 15 milliards de globules par millilitre de lait. L'émulsion est stabilisée par une très fine membrane de 5 à 10 nm d'épaisseur qui entoure les globules n'est pas constant car les composants sont échangés constamment avec le lactosérum environnant et à une composition complexe.

La matière grasse du lait se compose de triglycérides les composants dominants, de diglycérides et monoglycérides, d'acides gras, de stérols, de caroténoïdes responsables de la couleur jaune de la matière grasse, de vitamines (A, D, E et K), et tous les autres tels que les oligo-éléments qui sont des constituants mineurs.

La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligo-éléments (plus particulièrement métaux) et d'eau.

Les globules gras ne sont pas seulement les plus grandes particules du lait mais également les plus légères (densité de 0,93 g/cm<sup>3</sup> à 15,5°C), ils ont tendance à remonter à la surface lorsque l'on laisse le lait reposer dans un récipient pendant un certain temps. Le tableau n°5 donne la teneur par 100 g de matière grasse des lipides du lait. (*VIGNOLA, 2002*)

Constituants lipidiques	Proportions (g/100g de matière grasse)
Triglycérides	96 – 98

Diglycérides	0,3 – 1,6
Monoglycérides	0,0 – 0,1
Phospholipides	0,2 – 1,0
Cérébrosides	0,0 – 0,08
Stérols	0,2 – 0,4
Acides gras libres	0,1 – 0,4
Esters du cholestérol	Traces
Vitamines	0,1 – 0,2

**Tableau 8 : Constituants lipidiques du lait de vache (g/100g de matière grasse)**

**Source : RENNER, 1983**

### III-3.4 Les sels minéraux

Il est difficile de déterminer avec précision la composition saline d'un lait. L'analyse chimique renseigne sur les quantités d'anions et de cations présents, mais ne précise pas, pour autant toutes les liaisons qui existent entre eux, dans la fraction non dissociée des sels. D'autre part, si la teneur en cendre du lait est relativement constante, en revanche la concentration varie beaucoup avec la race, l'individu, le stade de lactation, l'état sanitaire de la mamelle, la saison, l'état du lait. (VEISSEYRE, 1975)

Le lait de vache contient environ 0.72% de cendres (Packard, 1982). Les cendres représentent la matière minérale obtenue après incinération du lait.

**Tableau 9 : Constituants salins majeurs du lait**

Constituants	Teneurs moyennes (g/l)	Variations usuelles (g/l)
Potassium	1,5	1,35 – 1,7
Calcium	1,25	1,0 – 1,4
Sodium	0,5	0,35 – 0,6
Magnésium	0,13	0,1 – 0,15
Chlorures	1,0	0,8 – 1,4

Phosphore total	<b>0,95</b>	<b>0,75 – 1,1</b>
Acide citrique	<b>1,75</b>	<b>1,2 – 2,0</b>

Source : (*VEISSEYRE, 1975*)

### III-3.5 Les vitamines

Les vitamines sont classées en deux groupes suivant leur solubilité dans l'eau ou dans les matières grasses. Ainsi les vitamines A, D, E, K, sont liposolubles et se trouvent intégralement dans la crème et le beurre, alors que les vitamines B et C, hydrosolubles, restent dans le lait écrémé et le babeurre. (*VEISSEYRE, 1975*)

### III-3.6 Les enzymes

Les enzymes sont un groupe de protéines produites par les organismes vivants. Deux facteurs influencent fortement l'action enzymatique à savoir : la température et le pH. En règle générale, les enzymes sont très actifs dans une plage de température optimale, entre 25 et 50°C. Leur activité baisse dès que cette plage optimale est dépassée, et cesse tout à fait entre 50 et 120°C. A ces températures, les enzymes sont plus ou moins complètement dénaturés (inactivés). Les enzymes ont également leur plage de pH optimal ; certains sont plus actifs dans les solutions acides, d'autres dans un environnement alcalin.

Les enzymes du lait proviennent soit du pis de la vache soit des bactéries. Plusieurs des enzymes du lait sont utilisés pour le contrôle de la qualité.

Parmi les plus importants, citons la peroxydase, la catalase, la phosphatase et la lipase. (*VIGNOLA, 2002*)

#### III-6.1 Peroxydase

La peroxydase transfère l'oxygène du peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) vers d'autres substances facilement oxygénables. Ces enzymes sont inactivés si l'on chauffe le lait à 80°C pendant quelques secondes, un moyen que l'on peut utiliser pour prouver la présence des peroxydases dans le lait et par conséquent vérifier si l'on a atteint ou non une température de pasteurisation supérieure à 80°C. Ce contrôle est appelé épreuve à la peroxydase de STORCH. (*VIGNOLA, 2002*)

#### III-6.2 Catalase

La catalase scinde le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène libre. En calculant la quantité d'oxygène que l'enzyme peut libérer dans le lait, il est possible d'évaluer la teneur en catalase du lait et d'apprendre si le lait provient d'un pis sain ou malade.

Le lait d'un pis malade a une forte teneur en catalase, alors le lait frais d'un pis sain n'en contient qu'une quantité insignifiante. Il existe cependant beaucoup de bactéries qui produisent le même type d'enzymes. La catalase est détruite si l'on chauffe le lait à 75°C pendant 60 secondes. (*VIGNOLA, 2002*)

#### III-6.3 Phosphatase

La phosphatase a la propriété de pouvoir scinder certains esters phosphoriques en acide phosphorique et alcool correspondants. Il est possible de détecter la présence phosphatase dans le lait en ajoutant un ester phosphorique et un réactif qui vire en présence d'alcool libéré. Un changement de couleur révèle

que le lait contient de la phosphatase. Comme la phosphatase est détruite par la pasteurisation ordinaire (72°C pendant 15 à 20 secondes), on peut l'utiliser dans le test à la phosphatase pour déterminer si la pasteurisation a été bien atteinte.

Le test systématique utilisé dans les laiteries s'appelle le test à la phosphatase selon Scharer. Il est préférable d'effectuer le test à la phosphatase immédiatement après le traitement thermique. Dans le cas contraire, il faut refroidir le lait à une température inférieure à +5°C et l'y maintenir jusqu'à l'analyse. L'analyse doit être effectuée le jour même, sinon il peut se produire un phénomène appelé réactivation ; il s'agit de la réactivation d'un enzyme inactivé, qui donne un résultat positif au test. La crème est particulièrement sensible à cet égard. (*VIGNOLA, 2002*)

### **III-6.4 Lipase**

La lipase décompose la matière grasse en glycérol et acides gras libres. Un excès d'acides gras libres dans le lait et les produits laitiers donne un goût rance. Dans la plupart des cas, l'effet de cet enzyme semble très limité, mais le lait de certaines vaches peut présenter une activité lipasique. La quantité de lipase dans le lait est supposée augmenter vers la fin du cycle de lactation. Dans une large mesure, la lipase est inactivée par la pasteurisation, mais il faut des températures plus élevées une totale inactivation. Beaucoup de micro-organismes produisent de la lipase. Cela peut être la cause de nombreux problèmes car cet enzyme est très résistant à la chaleur. (*VIGNOLA, 2002*)

## **CHAPITRE IV : LES PRODUITS DERIVES DU LAIT**

Les produits laitiers sont généralement divisés en deux grands groupes : les laits de consommation (entiers, demi-écrémés, écrémés, aromatisés) et les produits laitiers élaborés (beurres, fromages, yaourts, crèmes glacées, ...).

### **IV-I Le Fromage**

#### **IV-I .1 Définition du fromage**

Selon le codex alimentarius, le fromage est le produit frais ou affiné, de consistance solide ou semi solide, dans lequel le rapport protéines de sérum/caséine ne dépasse pas celui du lait et qui est obtenu :

- Par coagulation complète ou partielle des matières premières suivantes : du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par l'égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, et/ou
- Par l'emploi des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou de matière provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques similaires à celles du produit défini. (*André Eck, 1987*)

#### **IV-I.2 Classification des fromages**

Les fromages sont classés selon deux modes, soit suivant les caractéristiques de chaque famille soit suivant la consistance et la teneur en matière grasse.

### IV-I.3 Les grandes familles de fromage

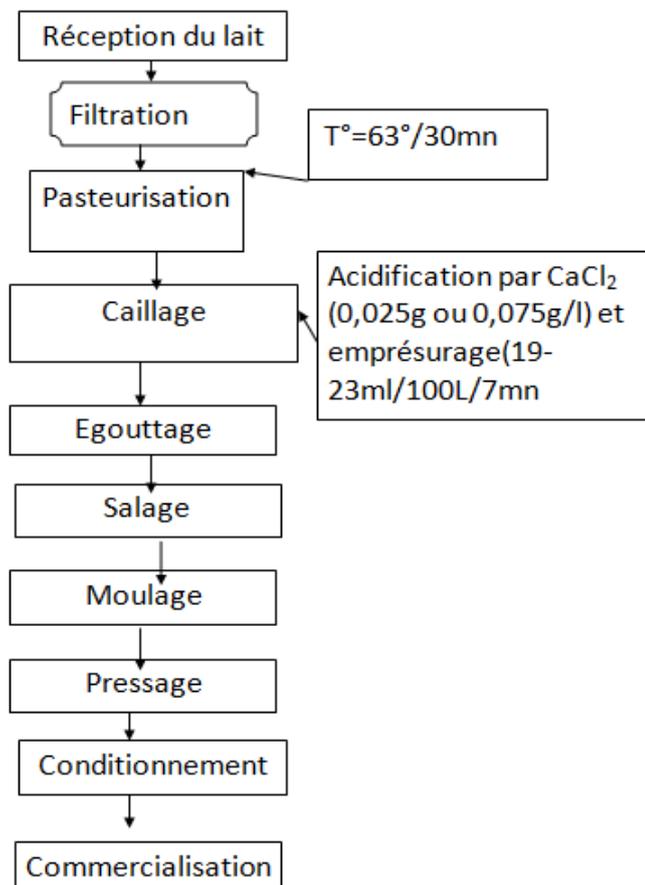
Suivant la consistance de leurs pâtes, et l'aspect de leurs croûtes, les fromages peuvent être classés en différentes familles. Ces propriétés dépendent de leurs procédés de fabrication. Le tableau 9 montre la classification des principales familles des fromages.

**Tableau 10 : Principaux types de fromages**

Familles	Etat à la consommation	Exemples
Pâte molle	Sans affinage	Petit-suisse, Demi-sel, Gournay et Neufchâtel frais etc...
	Avec affinage, croûte « fleurie »	Camembert, Brie,
Pâte mi-molle	Affinage par bactéries	Munster, Bel paese,
	Affinage par bactéries et moisissures	Saint-Nectaire, fromage de chèvre
	Affinage par moisissures internes	Roquefort, Stilton, Gorgonzola, divers bleus
Pâte dure	Affinage par bactéries	Cheddar, Edam
	Affinage par bactéries, avec « ouverture » (trous)	Emmental, « Gruyère », Comté

Source : *Cheftel, 1976*

Figure 6 : Le diagramme résumant le processus de la fabrication du fromage.



#### IV-I.4 Classification en fonction de la consistance et du taux de la matière grasse :

C'est une méthode qui permet classer tout type de fromage selon sa composition (tableau 10)

**Tableau 11** : Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.

Si le H.R.E.D.* est, en %	Terme I La 1 <sup>ère</sup> phrase de la désignation doit être	Si la M.G/E.S.** est, en %	Terme II La 2 <sup>ème</sup> phrase de la désignation doit être	Terme III Désignation d'après les principales caractéristiques de maturation
< 41	Pâte extra dure	> 60	Très gras	1. Mûri ou affiné
49 – 56	Pâte dure	45 – 60	Gras	a. surtout l'extérieur
54 – 63	Pâte demi-dure	25 – 45	Demi-gras	b. surtout l'intérieur

61 – 69	Pâte demi-molle	10 – 25	¼ de gras	2. Mûri ou affiné aux moisissures
> 67	Pâte molle	< 10	Maigres	a. surtout l'extérieur b. surtout l'intérieur 3. Non mûri ou affiné***

Source : VIGNOLA, 2002

\*H.R.E.D. : Humidité Rapportée à l'Extrait sec Dégraissé, soit :

$$\frac{\text{Poids de l'humidité du fromage}}{\text{Poids total du fromage} - \text{poids de matière grasse}} \times 100$$

\*\*M.G/E.S. : Matière Grasse sur Extrait Sec, soit :

$$\frac{\text{Teneur en matière grasse du fromage}}{\text{Poids total du fromage} - \text{poids de matière grasse}} \times 100$$

\*\*\* Le lait destiné à ce type de fromage doit être pasteurisé.

### Exemples :

**Le tableau 12, donne la valeur nutritionnelle moyenne (pour 100 g de fromage) pour les différents types de fromage.**

Sorte	Origine	M.G/E.S	H.R.E.D.	Terme I
Brie	France	45+	≈ 68 %	Pâte demi-molle
Fromages frais	USA	> 10	< 69 %	Pâte molle
Emmental	Chine	45+	≈ 52 %	Pâte dure
Bleu	France, Suisse etc.	50+	≈ 61 %	Pâte demi-dure/ demi-molle
Tilsit	Danemark	45+	≈ 57 %	Pâte demi-dure
Gruyère	France	45+	≈ 52,5 %	Pâte dure

#### IV-I.5 La composition biochimique et valeur nutritionnelle des fromages.

Du point de vue nutritionnel, les fromages constituent des concentrés protéiques de grande valeur, et souvent très stables. L'élimination du lactosérum représente un appauvrissement du fromage en sels minéraux et en vitamines hydrosolubles. (*JEAN-CLAUDE et HENRI CHEFTEL, 1976*)

##### IV-I.5.1 Les bâtisseurs : protéines et calcium

Les fromages sont une précieuse source de protéines : 70 g d'Emmental en apportent autant que 100 g de viande, 100 g de poisson ou 2 œufs.

Le fromage est particulièrement riche en calcium : 30 g d'Emmental, 45 g de Roquefort, 50 g de Saint-paulin ou 80 g de Camembert dispensent autant de calcium (300 mg) que 850 g de chou ou 1 kg d'oranges. (*BAUDIER et al. 2004*)

**Tableau 13** : Composition en certains nutriments de différentes variétés de fromages (pour 100 g de fromage) selon Renner 1983.

Variétés	Protéines (g)	Matière grasse (g)	Matière grasse / matière sèche (g)	Calcium (g)	Phosphore (g)	Sodium (%)
<b>Parmesan</b>	<b>36,5</b>	<b>26,0</b>	<b>-</b>	<b>13,0</b>	<b>8,5</b>	<b>2,1</b>
<b>Emmental</b>	<b>27,9</b>	<b>29,0</b>	<b>45,0</b>	<b>10,8</b>	<b>8,6</b>	<b>0,6</b>
<b>Cheddar</b>	<b>25,4</b>	<b>32,4</b>	<b>50,0</b>	<b>8,0</b>	<b>5,0</b>	<b>17</b>
<b>Edam</b>	<b>25,5</b>	<b>26,0</b>	<b>45,0</b>	<b>7,5</b>	<b>4,5</b>	<b>2,1</b>

<b>Gouda</b>	<b>25,4</b>	<b>29,0</b>	<b>45,0</b>	<b>8,2</b>	<b>4,4</b>	<b>2,1</b>
<b>Bleu</b>	<b>22,4</b>	<b>29,0</b>	<b>50,0</b>	<b>7,0</b>	<b>4,9</b>	<b>-</b>
<b>Brie</b>	<b>22,4</b>	<b>23,0</b>	<b>50,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,1</b>
<b>Camembert</b>	<b>22,0</b>	<b>22,3</b>	<b>45,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>1,6</b>
<b>Féta</b>	<b>17,8</b>	<b>18,8</b>	<b>40,0</b>	<b>6,5</b>	<b>4,0</b>	<b>4,6</b>
<b>Cottage de Cheese</b>	<b>14,7</b>	<b>4,6</b>	<b>20,0</b>	<b>0,8</b>	<b>1,6</b>	<b>0,8</b>
<b>Fromage maigre</b>	<b>16,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,9</b>	<b>1,9</b>	<b>-</b>

#### IV-I.5.2 Matière grasse :

La teneur en grasse s'exprime obligatoirement par rapport à l'extrait sec (après complète dessiccation). Ainsi, plus un fromage contient d'humidité, plus sa teneur réelle en matière grasse est inférieure à la teneur « officielle ».

**Exemple** : un fromage frais à 45 % de matière grasse et 80 % d'humidité, aura une teneur réelle de 9 % de matière grasse.

Depuis décembre 1988, la mention (facultative) de la teneur en matière grasse calculée sur 100 g de fromage est autorisée. (*BAUDIER et al. 2004*)

#### IV-I.5.3 Intérêt vitaminique :

Cet intérêt vitaminique est lié au fait que les fromages contiennent les vitamines liposolubles A (croissance, peau et vision) et D (anti-rachitisme) en quantité proportionnelle aux taux de matières grasses les composant. D'autres vitamines du groupe B nécessaires à une bonne utilisation des glucides et à une bonne transmission de l'influx nerveux sont également présentes et sont surtout synthétisées par les moisissures spécifiques à l'origine de l'affinage des fromages (ex : vitamine B2 dans les fromages à pâte persillée). (*BAUDIER et al. 2004*)

### IV-I.6 Les Techniques de la fabrication de fromage industriel (pate molle) et traditionnel (peuhl)

#### IV-I.6.1 Technique de la fabrication de fromage traditionnel Peuhl

Elle se résume comme suit :

## 1. Filtration du lait

Le lait trait doit être immédiatement filtré dans bidon plastique préalablement stérilisé à l'eau chaude et séché. Pour la filtration, on utilise un entonnoir en plastique avec tamis. Le lait filtré doit être stocké dans bidon en plastique ou en aluminium en attendant son utilisation.

La méthode de fabrication de fromage à pâte molle (peulh)

On utilise le lait de vache comme principale matière première, Calotropis procera et l'extrait de panicule de sorghum vulgarus (Sorgho rouge). Le lait frais de vache est chauffé légèrement et coagulé à l'aide de Calotropis procera.

Le coagulum obtenu, cuit, égoutté et moulé est présenté sous forme de tailles différentes.

Les ingrédients utilisés dans la préparation du fromage peulh sont :

- Le sel qui permet de donner un goût au fromage ;
- La panicule de sorghum vulgarus utiles par la coloration du fromage ;
- La potasse utilisée lors de la cuisson ou de traitement à l'extrait de panicule de sorgho. La potasse fixe la couleur rouge du fromage (donne la coloration) et réduit l'acidité du fromage.

Pour la fabrication d'un kilogramme de fromage, il faut environ 5 litres du lait frais. La durée de la fabrication dépend de la quantité de lait à traiter et varie, le plus souvent entre une et trois heures. Le lait après filtration est soumis à un préchauffage (60°C) pendant 5min. puis, on ajoute le coagulant (Calotropis procréa) en raison de **7-12g/kg du lait, 5-15g/kg du lait**. Ensuite, l'ensemble lait+coagulant subit une cuisson à 95°C jusqu'à la formation du caillé surnageant par le lactosérum (ou petit lait).

L'ensemble reste sur le feu pendant encore 3 à 5min avant d'être égoutté dans la passoire.

La cuisson est arrêtée lorsque :

- Le petit lait devient jaunâtre et transparent ;
- Le caillé qui se trouvait au fond de la marmite, monte à la surface et est brisé à morceau.

La coagulation se réalise après environ 25 mn avec apparition en surface de la crème sous forme de mousse huileuse. A cet instant, on active le feu pour permettre au caillé formé de cuire jusqu'à moment où le petit devient jaune clair et transparent ;

Le coagulum tend à se replier sur lui-même. Il se découpe en petit morceau et surnage le lactosérum.

## 2. Egouttage et façonnage du coagulum

Après la coagulation, le caillé formé est transféré à l'aide d'une louche dans des passoires en plastique, posé sur le petit bois pour séparation du lactosérum. Le coagulum est façonné selon le type de moule utilisé. Le fromage ainsi obtenu est une pâte molle humide (65-75% d'eau) et fragile.

## 3. Cuisson et coloration des fromages

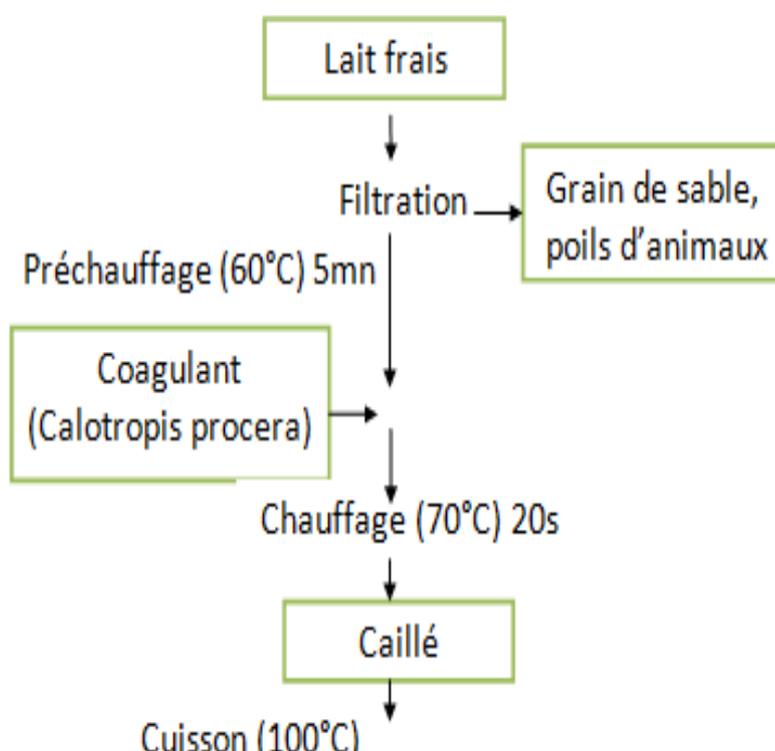
Cette opération consiste à teinter de fromages en rouge par utilisation de panicule de sorgho en vue de rendre plus attrayant. Cette technique permet aussi une bonne conservation du produit. Environ 15g de panicule du sorgho préalablement lavé sont immergés dans un 1 litre d'eau dans une marmite en aluminium chauffé sur le feu. Les fromages blancs sont trempés dans la marmite. On ajoute du sel

(10g/L) et de la potasse (3-4g/L). L'ensemble est cuit sur un feu doux pendant une dizaine de minutes à 90°C. La couleur du colorant rouge se fixe sur le fromage. Après coloration, les fromages sont exposés sur une passoire et égouttés. Égoutté et séché à l'air libre, les fromages se refroidissent, se durcissent et perdent jusqu'à 30% de leur poids. En absence de sorgho, l'écorce de karité est utilisée pour la même fonction.

#### 4. Conservation et utilisation du fromage peulh

Lorsque le fromage blanc n'est pas encore vendu, il peut être conservé dans le lactosérum où il garde son humidité. Au niveau des consommateurs, les fromages blanc ou rouge sont chauffés, salés dans l'eau et séchés au soleil. Au terme de ces traitements, les fromages séchés peuvent se conserver pendant 45 jours sans modification notable sur le plan organoleptique.

**Figure 7 :** Le diagramme de technique de la fabrication traditionnelle de fromage peulh



#### IV-I.6.2 Valeurs nutritives du fromage peuhl

La teneur en cendre varie de 3,6 + 0,6% pour les fromages traités par les revendeuses à 4,4% pour les fromages frais .Le fromage peuhl est consommé comme substitut de la viande, du poisson et de l'œuf.

Le tableau ci-dessous compare les valeurs nutritives du fromage peuhl à celles d'autres aliments.

**Tableau 14** : Teneurs en substances nutritives du fromage peuhl par rapport à d'autres aliments.

Substances nutritives	Unités	Teneur par 100g					
		Fromage peuhl	Viande de bœuf	Œuf de poule	Poisson	Fromage lait entier pâte dure	Lait entier
Eau	g	40	63	77	70	39	85
Energie	Kcal	590	237	140	166	384	79
Graisse	g	30	18	10	10	32	5
Protéine	g	24	18	12	19	24	4

Calcium	mg	1200	11	45	30	800	143
---------	----	------	----	----	----	-----	-----

#### IV-I.7 Généralité sur *Calotropis procera*

##### IV-1.7.1 Description botanique et répartition géographique de *Calotropis procera*

*Calotropis procera* est un arbuste à bois mou dont la hauteur ne dépasse pas 6m. L'écorce est particulièrement épaisse, liégeuse et crevassée. Il est caractérisé par de grandes feuilles ovales de couleur gris vert, opposées sessiles, couvertes d'un velours dense formé de petites fibres blanches. *Calotropis procera* appartient à la famille des asclepiadaceae. Elle est communément appelée pomme de Sodome. *Calotropis procera* a un comportement anthropophile: elle est répandue dans les steppes semi arides et partout en Afrique et Asie.

##### IV-I.7.2 Propriété coagulante de *Calotropis procera*

Le test de coagulation réalisé par sur les différentes parties du *Calotropis procera* a prouvé que toutes les parties (feuilles, tiges, fruits et le latex) ont une activité coagulante sur la caséine du lait. Les feuilles et la tige donnent à peu près les mêmes résultats, les fruits sont moins efficaces, le latex par contre présente une activité plus marquée et les dilutions au 10<sup>ème</sup> et 100<sup>ème</sup> donnent les meilleurs résultats.

L'effet coagulant est plus intense à des températures aux environs de 65 - 70°C et aux pH voisins de 7 : pH 6,4. Aucune coagulation ne s'observe avec les feuilles sèches de *Calotropis procera*. Il existe dans divers pays plusieurs plantes susceptibles de produire des enzymes capables de coaguler le lait.

En Inde, des substances coagulantes ont été extraites des plantes comme *withania coagulans*, *Benincasa cerifera*, *Cynara*, *cardunculus*.

Au Moyen-Orient, on a surtout travaillé la ficine extraite de *Ficus carica*, la papaïne (extraite de *Carica papaya*) et le gaillet (*Galium verum*).

En Israël, des travaux ont porté sur la courge (*Curcubita pepo*) . Au Nigeria la présure végétale obtenue par précipitation des feuilles de *Calotropis procera* au sulfate d'ammonium a montré une importante activité coagulante à pH 6,4 à 65°C

##### IV-I.7.3 Toxicité du *Calotropis procera*

Le latex de *Calotropis procera* contient des composés de haute toxicité. En plus de la calactine, un calatoxine de l'usharine et de l'usharidine, il contient la calotropine ; un glycoside ayant des effets semblables à la digitaline . Les glycosides contenus dans la sève de *Calotropis procera* ont des effets toxiques sur le cœur .

Il est possible d'envisager le risque de toxicité suite à une consommation prolongée du fromage peulh mais aucun cas d'intoxication alimentaire due à la consommation du fromage peulh n'a été rapporté à ce jour.

#### IV-I.8 Technique de la fabrication de fromage pate molle (type camembert)

### IV-I.8.1 Définition du Camembert

La définition légale du *Camembert* précise qu'il s'agit d'un fromage à caillé non divisé, de 105 à 110 mm de diamètre, à pâte non malaxée et légèrement salée, à moisissures superficielles, renfermant au moins 40 g de matière grasse pour 100 g de fromage sec et dont le poids total de matière sèche ne doit être inférieur à 110 g. (*VEISSEYRE, 1975*)

En fait, la majorité des fabrications renferment 45 à 50% de matière grasse.

La dénomination *Petit Camembert* est réservée à un camembert de diamètre réduit (80 à 85 mm de diamètre) dont l'extrait sec total ne doit pas être inférieur à 60 g. (*VEISSEYRE, 1975*)

### IV-I.8.2. Composition moyenne d'un camembert

Le camembert renferme généralement de la matière grasse, des protéines, des glucides et une grande quantité d'eau constituant la majeure partie du produit. (*BAUDIER et al. 2004*).

Le tableau 12 indique la composition moyenne d'un camembert de Normandie A.O.C.

**Tableau 15 : Composition moyenne d'un camembert de Normandie AOC**

Matière grasse	52 g	} = 250 g
Protéines, Lactose, sels minéraux	63 g	
Eau	135 g	

Source : *BAUDIER et al, 2004*

### IV-I.8.3 Processus de fabrication du Camembert

#### 1 Préparation du lait

##### 1.1 Standardisation

C'est la normalisation du taux de matière grasse de 25 à 28 g / l, par mélange du lait entier avec le lait écrémé (*LENOIR et al, 1983 cité par ESSEGHIER, 2003*) pour obtenir un fromage renfermant au moins 40 g de matière pour 100 g de produit sec. (*BELGHAOUTI, 1997*)

##### 2. Pasteurisation

Au cours de la pasteurisation des mesures sont prises afin de ne toucher qu'au minimum à la structure physique du lait, à ces équilibres chimiques, ainsi qu'à ses éléments biochimiques, « les diastases et les vitamines notamment ». (*CHRISTOPHE, 1991*)

La pasteurisation est systématiquement appliquée en utilisant deux combinaisons : une température de 63°C durant 30 mn ou 72°C durant 15 secondes.

En raison de la qualité bactériologique médiocre des laits crus, les températures de 72°C en 15 secondes sont couramment les plus appliquées. (*GOBIN, 1995*)

### **3. Ensemencement et maturation**

#### **3.1 Ensemencement**

Le lait est conservé à une température de 10 à 12°C pendant 15 à 16 heures en présence d'une petite quantité de levain lactique(1%) favorisant la coagulation. De plus, il est additionné de chlorure de sodium ce qui favorise la réduction du temps de prise, le raffermissement du gel est plus rapide et la synérèse est plus importante. (*ECK, 1987*)

#### **3.2 Maturation**

Le lait subit un nouvel apport de ferments lactiques ainsi que fongiques et ceci juste après sa mise à la température d'emprésurage de 32 à 35°C.

La durée de maturation est de 1 à 2 heures jusqu'à atteindre une acidité de 19 à 23°D dans le produit. (*ESSEGHIER, 2003*)

### **4. Emprésurage et coagulation**

#### **4.1 Emprésurage**

C'est l'addition de la présure au lait, à raison de 15 à 20 ml pour chaque 100 litres, lorsque son acidité atteint 23 à 28°D. (*CHRISTOPHE, 1991*)

#### **4.2 Coagulation**

La coagulation est mixte, elle résulte d'une action conjuguée et équilibrée de la voie enzymatique et de la voie acide. Elle est modulée par la maîtrise de la concentration des agents coagulants, de la température du milieu et du temps d'action. (*Ramet, 1997*)

La durée de la coagulation est égale à trois fois le temps de prise soit 40 à 45 mn. (*GOBIN, 1995*)

### **5. Découpage, tranchage et brassage**

Le découpage du coagulum est réalité en cuve avec des couteaux. Il nécessite énormément d'attention pour minimiser les pertes, il doit commencer avant que l'imperméabilité et la fermeté n'augmente. (*CHRISTOPHE, 1991*)

Le tranchage consiste à découper la caille suffisamment durcie en élément plus au moins gros de 2 à 2,5 cm de côté pour favoriser son égouttage. (*ECK, 1987*)

Le brassage évite la réagglomération des grains du caillé et qui par choc mécanique facilite l'exsudation du sérum hors des grains. (*ECK, 1987*)

### **6. Le moulage**

Le moulage est une opération fondamentale du stockage du caillé en moule, la température à laquelle s'effectue cette opération agit sur la vitesse d'acidification. Une application d'un ou de plusieurs retournements permet d'accélérer, d'intensifier et de régulariser le processus d'égouttage spontané. (CORCY et LE PAGE, 1991)

## 7. Le salage

Cette opération consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium à un taux moyen de 2% (DJENANE, 1991 cité par MAACHE, 2000), parmi les avantages du salage :

- . Contribue à la formation de la croûte.
- . Relève le goût.
- . Protège contre les microorganismes indésirables (oïdium en particulier).
- . Ralentir la protéolyse.

## 8. Le ressuyage

Le séchage en surface est plus fréquemment utilisé pour éliminer la partie d'eau excédentaire. (JOUVE, 1996)

Le ressuyage est réalisé à une température variante de 14 à 16°C et une humidité de 85 à 88 %.

## 9. L'affinage

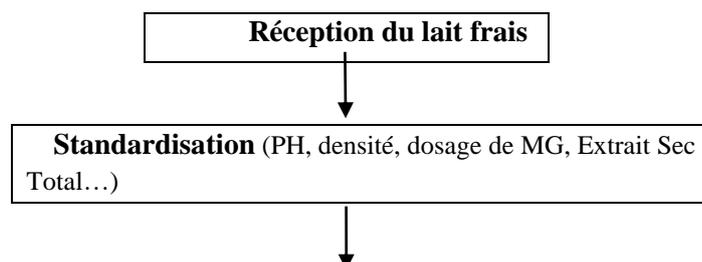
C'est une transformation biochimique des constituants du caillé sous l'action d'enzymes, pour la plus part d'origine microbienne. L'affinage est réalisé dans des hâloirs à des degrés de températures variantes de 12 à 13°C et une humidité oscillante de 85 à 90 % au cours du quel, il y a développement du *pénicillium* sur la surface supérieure et le tour du fromage. (LUQUET, 1987)

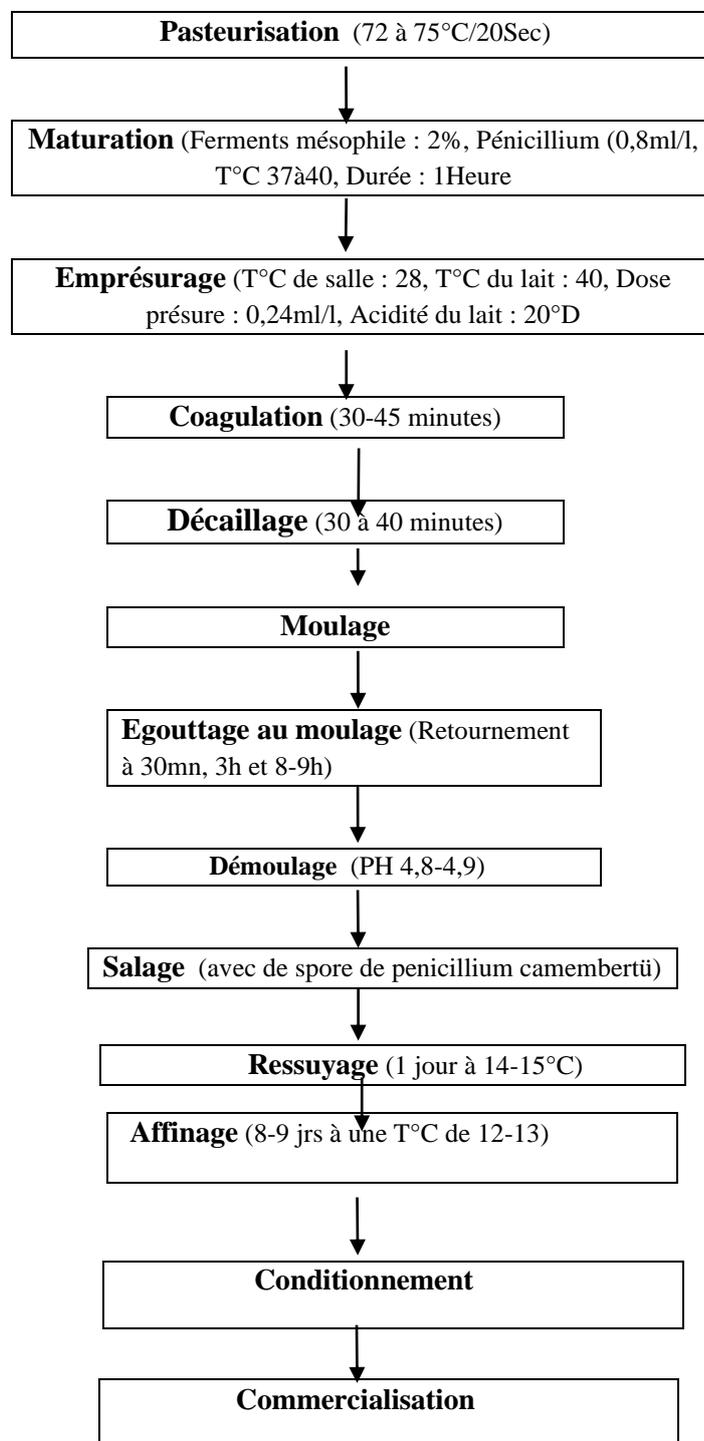
## 10. Conditionnement et conservation

Le conditionnement consiste à emballer le produit fini sous papier paraffiné double face en vue d'assurer un bon développement de la flore de surface. . (LUQUET, 1987)

La conservation doit être faite dans de bonne condition, c'est-à-dire leur garantir une certaine humidité et une température fraîche pour mettre à la disposition du consommateur un produit adapté aux circuits de distribution. Le camembert se conserve bien à une température comprise entre 8 à 10°C. (PLATI, 1998)

**Figure 8:** Diagramme de fabrication de fromage pate molle (type camembert).





## IV-2 : LE YAOURT

### IV-2.1 Définition de yaourt :

Le yaourt est un produit laitier fermenté et semi fluide, préparé à partir du lait entier ou écrémé, pasteurisé et éventuellement additionné de poudre de lait pour améliorer la consistance. Le lait estensemencé avec des bactéries lactiques (*lactobacillus bulgaricus* et *streptococcus thermophilus*).

### IV-2 .2 Le mode de fabrication des yaourts

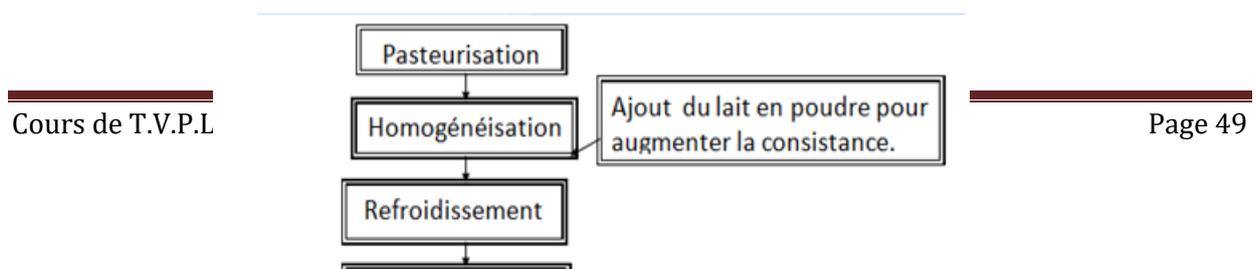
La transformation du lait en yaourt se fait en plusieurs étapes :

- Pasteurisation du lait par la chaleur (70-76°C)

- Homogénéisation (répartition homogène de la matière grasse dans le lait).
- Enrichissement éventuel en matière sèche avec du lait en poudre pour augmenter la consistance des yaourts.
- Refroidissement du lait : 42, 44 °C.
- Introduction des bactéries lactiques (ensemencement en raison de 2%).
- Pour obtenir des yaourts fermes, on les met en pots et on les passe à l'étuve (42-44 °C) pendant 3 heures, ils sont ensuite refroidis, puis stockés à 2-4 °C.
- Pour les yaourts « brassés », la fermentation ne se fait pas en pot mais en vrac dans des cuves. Quand l'acidité désirée est atteinte (1% d'acide lactique), le lait coagulé est brassé puis refroidi dans un échangeur de température et conditionné dans les pots qui sont aussitôt stockés à 2-4°C
- Les yaourts à boire sont brassés puis battus dans les cuves avant d'être conditionnés en bouteilles.
- Pour fabriquer des yaourts maigres ou au lait entier, on utilise du lait plus ou moins écrémé.
- Les procédés de fabrication des autres laits fermentés sont globalement identiques à ceux des yaourts, mais les bactéries utilisées diffèrent.
- Le lait est un milieu qui permet le développement de nombreuses autres bactéries dangereuses pour l'homme : les conditions de fabrication des yaourts doivent respecter des règles d'hygiène très strictes.
- Chez soi, on peut fabriquer des yaourts à l'aide d'une yaourtière. Le procédé est le même que dans l'industrie, mais pour introduire les bactéries on introduit un yaourt du commerce.

#### IV-2.3 Processus de la fabrication de yaourt (voir la figure 6 ci-dessous)

**Figure 9** : Diagramme de fabrication de yaourt ferme et brassé



## **IV-3 CREME ET BEURRE**

### **IV-3.1 La crème**

#### **IV-3.1.1 Définition de la Crème**

La crème est obtenue par écrémage du lait, opération qui s'effectue au moyen d'une écrémeuse.

Celle-ci sépare la crème, riche en matière grasse (de 30 à 35 %, voire 40 % l'été), du lait écrémé, pauvre en matière grasse. Immédiatement après, la crème est refroidie, puis "mûrie" pendant un temps et à une température qui sont fonction des "bonnes" conditions de mûrissement du lieu. La maturation des crèmes résulte en effet de l'action des ferments naturels du lait et de l'environnement ; ces ferments développent une acidification et un arôme qui peut être spécifiques à la région. En même temps, les globules gras se cristallisent en partie et leurs membranes se fragilisent ce qui facilitera la fabrication du beurre.

## **IV-3.2 Le Beurre**

### **IV-3.2.1 Définition du beurre**

Le beurre est fabriqué au départ de crème, sa teneur en matière grasse doit être de 82 % minimum et sa teneur en eau de 16 % maximum.

La première opération, le barattage, consiste en une agitation énergique de la crème maturée pour provoquer la formation des grains de beurre. Le liquide qui se libère lors du barattage s'appelle le babeurre. Après le barattage, le beurre est lavé afin d'éliminer les restes de caséine emprisonnés entre les grains. Le malaxage, opération suivante, a pour but d'agglomérer les grains de beurre pour en former une masse onctueuse, tout en répartissant l'eau restante de la manière la plus homogène. Pour la fabrication de beurre salé, c'est pendant le malaxage que l'ajout de sel pur se fait. La teneur en sel est limitée à 1,5 %. L'emballage termine la fabrication.

Il existe des beurres à teneur réduite en matière grasse : le beurre allégé (60 %) et le beurre demi-écrémé (40 %) ; leur teneur en eau est évidemment d'autant plus importante. Au contraire, le beurre concentré a une teneur en eau extrêmement réduite et une teneur en matière grasse comprise entre 90 et 99,8 %.

## **IV-3.3 La préparation traditionnelle de la crème et du beurre**

### **IV-3.3.1 La crème**

Traditionnellement ce produit n'est jamais vendu, il est trop riche, il est réservé aux grands ou utilisé pour la préparation du beurre.

### **IV-3.3.2 Le beurre**

le barattage a lieu dans une gourde traditionnelle ou une autre en peau de chèvre, la matière première étant la crème, le barattage de la crème donne deux produits : le beurre et le babeurre. Le beurre est ensuite lavé, puis malaxé et modelé en petits disques d'environ 6 cm de diamètre et 1 cm d'épaisseur vers le centre.

Traditionnellement le beurre est utilisé dans l'alimentation à l'état frais. Il peut être mis dans une sauce encore chaude, un riz au poisson sec fumant, une bouillie etc.

C'est le lieu, encore une fois, d'admirer le savoir empirique traditionnel, car les scientifiques savent que c'est une erreur de se servir du beurre pour les fritures. En effet il ne supporte pas les fortes températures. Le beurre était également utilisé pour embellir la chevelure des femmes et pour fabriquer le savon.



Traire

Stocker



Lait cru

