

**Fiche n°3**      **Fiche récapitulative**

Titre	Fiche n° 3 Comment passe-t-on du lait liquide au yaourt solide?
Niveau	5 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup>
Thèmes de convergences	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécurité : technique de chauffage</li> <li>• Sécurité : emploi des solutions acides ou basiques</li> <li>• Environnement et développement durable : danger présenté par les solutions trop acides ou trop basiques</li> </ul>
Liens et prolongements avec les autres niveaux / disciplines	SVT 6°
Parties du programme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5<sup>ème</sup> : Mélanges aqueux</li> <li>• 3<sup>ème</sup> : Tests de reconnaissance de quelques ions</li> </ul>
Connaissances à acquérir	<p><b><u>Socle commun :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5<sup>ème</sup> : mélanges homogènes et hétérogènes</li> <li>• 3<sup>ème</sup> : domaines d'acidité et de basicité en solution aqueuse</li> </ul> <p><b><u>Hors socle :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3<sup>ème</sup> : <i>une solution aqueuse neutre contient autant d'ions hydrogène <math>H^+</math> que d'ions hydroxydes <math>HO^-</math>. : dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène <math>H^+</math> que d'ions hydroxyde <math>HO^-</math>.</i></li> </ul>
Capacités déclinées dans une situation d'apprentissage	<p><b><u>Socle commun :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5<sup>ème</sup> : décrire, réaliser et schématiser une filtration</li> <li>• 3<sup>ème</sup> : identifier à l'aide d'une sonde ou par estimation avec un papier pH, les solutions neutres, acides et basiques.</li> </ul> <p><b><u>Hors socle :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5<sup>ème</sup> : <i>faire la distinction à l'œil nu entre un mélange homogène et mélange hétérogène</i></li> </ul>
Attitudes développées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sens de l'observation</li> <li>• curiosité pour la découverte des causes des phénomènes naturels, imagination raisonnée, ouverture d'esprit</li> <li>• esprit critique</li> <li>• observation des règles élémentaires de sécurité, respect des consignes</li> <li>• respect de soi et respect des autres</li> <li>• responsabilité face à l'environnement</li> </ul>

**Fiche élèves**

Titre	Comment passe-t-on du lait liquide au yaourt solide ?	
Niveaux	5 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup>	
Protocole général	Protocole détaillé :	opérations réalisées
obtention d'un lait caillé avec du jus de citron	<b><u>chauffage du lait jusqu'à ébullition</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mesurer 100 mL de lait entier à l'aide de l'éprouvette graduée et verser le lait dans un bécher</li> <li>• placer le bécher quelques millimètres au-dessus d'un bec électrique</li> <li>• chauffer jusqu'à ce que le lait soit à ébullition</li> <li>• enlever le bécher du bec électrique</li> </ul>	* * * *
	<b><u>ajout du jus de citron</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• presser le jus d'un citron</li> <li>• mesurer 2mL de jus de citron à l'aide d'une éprouvette graduée</li> <li>• verser 2mL de jus d'un citron dans le lait bouillant</li> </ul>	* * *
	<b><u>filtration pour récupération du « petit lait »</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• placer un entonnoir avec filtre sur un bécher étroit</li> <li>• verser le mélange sur un agitateur de façon à ce qu'il coule doucement sur les parois du filtre</li> <li>• attendre l'écoulement du mélange</li> <li>• éventuellement, dégager le fond du filtre en enlevant délicatement le lait caillé (aussi appelé fromage frais) qui empêche l'écoulement à l'aide d'une spatule. Attention à ne pas percer le papier filtre.</li> <li>• récupérer le filtrat (liquide limpide dans le bécher), ici appelé petit lait</li> <li>• récupérer le lait caillé dans le filtre puis le déposer dans une coupelle</li> <li>• observer et noter la taille des grumeaux obtenus</li> </ul>	* * * * * * *
	<b><u>estimation du pH du jus de citron avec papier pH</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• découper un rectangle de 1cm de côté dans la bande de papier pH</li> <li>• placer un agitateur dans le jus de citron et recueillir une goutte de liquide</li> <li>• déposer l'agitateur verticalement sur le bord rectangle précédent</li> <li>• indiquer au crayon de papier le nom du produit déposé sur le rectangle</li> <li>• observer le changement du papier pH</li> <li>• comparer la couleur avec l'échelle des teintes</li> <li>• conclure sur l'acidité, la neutralité ou la basicité du jus de citron</li> </ul>	* * * * * *
	<b><u>estimation du pH du lait caillé</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• estimer, suivant la méthode précédente, le pH du lait caillé obtenu</li> <li>• conclure sur l'acidité, la neutralité ou la basicité du lait caillé</li> </ul>	* *
fabrication de yaourt	<b><u>fabrication du mélange yaourt – lait entier</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mesurer 100 mL de lait entier à l'aide de l'éprouvette graduée et verser le lait dans un bécher</li> <li>• mettre une spatulée de yaourt dans un 2<sup>ème</sup> bécher</li> <li>• ajouter le lait dans le 2<sup>ème</sup> bécher</li> </ul>	* * *
	<b><u>chauffage doux et lent du mélange au bain marie</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• placer le cristalliseur rempli d'eau quelques millimètres au-dessus d'un bec électrique</li> <li>• placer une sonde thermométrique dans l'eau</li> <li>• faire chauffer l'eau jusqu'à 50°C</li> <li>• placer le bécher dans l'eau (chaude mais non bouillante)</li> <li>• chauffer le mélange yaourt – lait entier pendant 3 heures</li> </ul>	* * * * *

	<p><b>observations et comparaison des laits caillés obtenus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>observer la texture du lait caillé obtenu par le yaourt</li> <li>conclure : Pour fabriquer un yaourt faut-il un caillage lent ou rapide ?</li> </ul>	* *
	<p><b>estimation du pH du yaourt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>estimer le pH du yaourt obtenu</li> <li>conclure sur l'acidité, la neutralité ou la basicité du yaourt</li> </ul>	* *
obtention d'un lait caillé avec de la présure	<p><b>chauffage du lait</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>mesurer 100mL de lait entier à l'aide de l'éprouvette graduée et verser le lait dans un bécher</li> <li>placer le bécher quelques millimètres au-dessus d'un bec électrique</li> <li>placer une sonde thermométrique dans le lait</li> <li>faire chauffer le lait jusqu'à 50°C</li> <li>enlever le bécher du bec électrique</li> </ul>	* * * * *
	<p><b>ajout de la présure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>verser 1 goutte de présure dans le lait tiède</li> <li>couvrir le bécher avec un couvercle</li> </ul>	* *
	<p><b>repos de 3 heures</b></p>	*
	<p><b>récupération du lait caillé dans une faisselle</b> placer le lait caillé dans une faisselle</p>	*
	<p><b>observations et comparaison des laits caillés obtenus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>observer la texture du lait caillé obtenu par la présure et la noter</li> </ul>	*
	<p><b>estimation du pH du lait caillé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>estimer le pH de la faisselle obtenue</li> <li>conclure : Le résultat obtenu est-il semblable au résultat obtenu lors de la fabrication du yaourt ?</li> <li>conclure sur l'acidité, la neutralité ou la basicité de la faisselle</li> </ul>	* * *
obtention d'un lait caillé avec du foin d'artichaut	<p><b>chauffage du lait</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>mesurer 100mL de lait entier à l'aide de l'éprouvette graduée et verser le lait dans un bécher</li> <li>placer le bécher quelques millimètres au-dessus d'un bec électrique</li> <li>placer une sonde thermométrique dans le lait</li> <li>faire chauffer le lait jusqu'à 50°C</li> <li>enlever le bécher du bec électrique</li> </ul>	* * * * *
	<p><b>ajout du foin d'artichaut</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>enlever le foin d'un artichaut</li> <li>mettre ¼ du foin dans une gaze</li> <li>mettre l'ensemble foin+gaze dans le lait tiède (température de 23°C)</li> </ul>	* * *
	<p><b>repos d'une nuit</b></p>	*
	<p><b>observations et comparaison des laits caillés obtenus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rappeler la texture du lait caillé obtenu par la présure</li> <li>observer la texture du lait caillé obtenu avec le foin d'artichaut</li> </ul> <p>conclure : Relier la texture des deux laits caillés à la rapidité de coagulation.</p>	* * *
	<p><b>estimation du pH du lait caillé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>estimer, suivant la méthode précédente, le pH du yaourt obtenu</li> <li>conclure sur l'acidité, la neutralité ou la basicité du lait caillé</li> </ul>	* *
synthèse	<p><b>établir un tableau de synthèse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relever les différentes méthodes de caillage du lait, les noter sur l'horizontale</li> <li>Sur la verticale noter les trois domaines d'acidité, neutralité et de basicité des fromages blancs obtenus</li> <li>Remplir le tableau en fonction des résultats obtenus</li> <li>Conclure : N'y a-t-il qu'un seul milieu pour fabriquer du fromage blanc ?</li> </ul>	* * * *

N°3 Fiche professeur – évaluation – barème

Titre	N°3 Comment passe-t-on du lait liquide au yaourt solide?		
Niveaux	5 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup>		
Protocole général	Opérations unitaires	Connaissances, capacités, thème de convergence	barème
obtention d'un lait caillé avec du jus de citron	• chauffage du lait jusqu'à ébullition	• sécurité : technique de chauffage	****
	• ajout du jus de citron		***
	• filtration pour récupération du « petit lait »	• <i>décrire, schématiser et réaliser une filtration</i>	**** **
	• estimations du pH du jus de citron et du lait caillé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>domaines d'acidité et de basicité en solution aqueuse</b></li> <li>• <i>dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène <math>H^+</math> que d'ions hydroxydes <math>HO^-</math>.</i></li> <li>• Sécurité : emploi des solutions acides ou basiques</li> <li>• Environnement et développement durable : danger présenté par les solutions trop acides ou trop basiques</li> </ul>	**** ****
fabrication de yaourt	• fabrication du mélange yaourt – lait entier		***
	• chauffage doux et lent du mélange au bain marie	• sécurité : technique de chauffage	****
	• observations et comparaison des laits caillés obtenus		**
	• estimation du pH du lait caillé	voir « estimations du pH du jus de citron et du lait caillé »	**
obtention d'un lait caillé avec de la présure	• chauffage du lait	• sécurité : technique de chauffage	****
	• ajout de la présure		**
	• repos de 3 heures		*
	• récupération du lait caillé dans une faisselle		*
	• observations et comparaison des laits caillés obtenus		*
	• estimation du pH du lait caillé	voir « estimations du pH du jus de citron et du lait caillé »	***
obtention d'un lait caillé avec du foin d'artichaut	• chauffage du lait	• sécurité : technique de chauffage	****
	• ajout du foin d'artichaut		***
	• repos d'une nuit		*
	• observations et comparaison des laits caillés obtenus		***
	• estimation du pH du lait caillé	voir « estimations du pH du jus de citron et du lait caillé »	**
synthèse	• établir un tableau de synthèse		****

Chaque étoile vaut 1 point. La note est ensuite ramenée à une note sur 20 par une règle de trois. Cette technique permet d'utiliser l'ensemble ou une partie seulement des manipulations.

N°3 **Fiche laboratoire**

**Liste de matériel :**

**Par paillasse élève**

- ½ L de lait entier
- 1 éprouvette de 100mL
- 5 béchers
- 1 coupelle assez large pour servir de couvercle
- 1 cristalliseur en pyrex (à défaut 1 bécher large pour servir de bain-marie)
- 1 bec électrique accompagné d'un support, d'une pince et d'une noix (pour tenir le bain-marie)
- 1 bécher haut avec 1 entonnoir et 1 filtre adapté
- 1 agitateur
- 1 rouleau de papier-pH
- 1 spatule
- 1 coupelle
- 1 sonde thermométrique
- 1 faisselle (1 support en plastique percé de trous)
- 1 presse citron
- 1 éprouvette de 5mL
- 1 gaze pour le foin
- 1 chiffon

**Paillasse prof (pour 20 élèves)**

- 5 citrons
- 5 yaourts
- flacon (10mL) de présure
- 5 artichauts

**Remarques :**

- On se procure généralement la présure chez le pharmacien (il faut parfois la commander à l'avance) et on la conserve au frais. Lire le mode d'emploi et les doses à utiliser sur le paquet.
- On trouve des faisselles en plastique dans les pots de fromage blanc vendus en supermarchés. On peut aussi s'en confectionner en perçant de trous un récipient en plastique.
- On compte un foin pour ½ l de lait cru.
- Dans certaines régions, on fait coaguler le lait à l'aide de divers végétaux : le caille-lait est le plus fréquent, mais le foin d'un artichaut (plus facile à obtenir) donne de bons résultats. On pourra charger les enfants de se renseigner pour rapporter à l'école des recettes locales.

**Fiche n°3 Compléments scientifiques**

• **Constituants du lait**

Le lait de vache contient d'abord de l'eau (87%), où sont dissous des sucres, tels que le lactose (4,9% de glucides), mais aussi des protéines (3,5%), collectivement nommées protéines du petit lait, des vitamines, etc. Au total, plus de 2000 sortes de molécules différentes sont en solution. Cette solution abrite des matières grasses, présentes sous la forme de gouttelettes dispersées. Ces gouttelettes sont stabilisées par des protéines et diverses autres molécules. Enfin certaines protéines du lait, les caséines, forment des agrégats « cimentés » par des sels de calcium (notamment du phosphate). Enfin le lait contient également des particules de lipoprotéines (des protéines liées par des molécules de matières grasses, des résidus de membranes cellulaires, des globules blancs, etc.

Les gouttelettes et les micelles dispersées dans la solution donnent au lait son apparence laiteuse.

• **Action d'un acide sur le lait**

Lors de l'ajout de jus de citron, à chaud, l'acidité apportée par le jus de citron provoque la « coagulation » du lait : les micelles de caséine s'agrègent, formant une masse de texture irrégulière.

• **Action du yaourt sur le lait**

En pratique, on devra ajouter au lait 1,5 à 3 % de yaourt. Si l'on dispose d'une yaourtière, on en suivra le mode d'emploi (si aucun mode d'emploi n'accompagne l'appareil, on effectuera un chauffage à une température comprise entre 42 et 45°C pendant environ 3 heures). Sans yaourtière, on devra se rapprocher des conditions précédentes. On chauffera à plusieurs reprises, dans dépasser la température de 50°C, qui nuirait aux micro-organismes qui provoquent la prise des yaourts.

Quand on ajoute du yaourt à du lait, on apporte des ferments : les bactéries *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*, c'est pourquoi les yaourts appartiennent à la famille des laits fermentés. .

Ces deux ferments font coaguler le lait en transformant le lactose en acide lactique. Sous l'action de cette acidification, les protéines du lait se déplient et se disposent en un réseau qui emprisonne l'eau. : il y a donc formation d'un gel On observera que, dans ce cas, le gel qui est formé par association des micelles de caséines piège toute l'eau initialement présente dans le lait. L'acidification fait donc coaguler, mais cette acidification plus lente est plus régulière ; d'où la texture lisse des yaourts. Par contre, le gel formé est relativement fragile : on peut le vérifier lorsque de l'eau apparaît à la surface d'un pot de yaourt ferme. C'est le « sérum » qui s'est libéré parce que le pot de yaourt a été soumis à des chocs répétés. Ce sérum contient la majorité du calcium.

L'expérience de confection des yaourts montre que l'acidification par un acide n'est pas la seule façon de faire gélifier le lait. On expliquera aux enfants que des micro-organismes présents dans les yaourts peuvent également transformer le sucre du lait, ou « lactose », en acide lactique, qui provoque l'agrégation des micelles de caséine.

• **Comparaison des différents modes d'actions**

On pourra faire le rapprochement avec la cristallisation du sulfate de cuivre dans une solution de sulfate de cuivre. On préparera un dispositif avec un cristal de sulfate de cuivre suspendu par une ficelle dans une solution de sulfate de cuivre. Si on laisse le montage reposer à température ambiante, on obtient un très gros cristal de sulfate de cuivre. Si, en revanche, on fait chauffer le liquide de manière à évaporer l'eau et donc à faire cristalliser le sulfate de cuivre plus rapidement, on obtient plein de petits cristaux.

En effet, pour se former, le cristal a besoin d'un germe sur lequel se nucléer. C'est le premier petit cristal qui a été accroché à la ficelle. Si la cristallisation est rapide, tous les cristaux se font en même temps. Si la cristallisation est lente, un cristal l'emporte sur les autres et forme un très gros cristal.

On pourra aussi faire la comparaison avec les glaces. Plus le liquide est refroidi rapidement, plus les cristaux qui se forment sont petits. Ainsi, une glace préparée en sorbetière a des cristaux plus petits qu'un granité refroidi doucement. Le cas extrême est la glace à l'azote liquide. Quand on mélange un jus de fruit à de l'azote liquide à -196°C, le refroidissement est quasiment instantané et la glace est formée de très petits cristaux.

C'est la même chose avec la coagulation. Plus la coagulation est lente, plus les morceaux de caillé seront gros.

- Avec du jus de citron, le caillage est très rapide et on obtient plein de petits grumeaux.
- Dans le cas d'un caillage avec des bactéries lactiques (yaourt), la coagulation est très lente et il n'y a qu'un très gros grumeau de la taille du yaourt.

Ces expériences montrent que la texture du lait coagulé dépend du type de coagulation.

• **Action de la présure sur le lait**

Cette fois, on utilise la présure, laquelle est extraite de la quatrième poche de l'estomac des jeunes ruminants non sevrés ou par l'estomac de l'agneau. La présure doit ses propriétés à des enzymes, c'est-à-dire des protéines qui modifient la surface des micelles de caséine et provoquent ainsi leur agrégation.

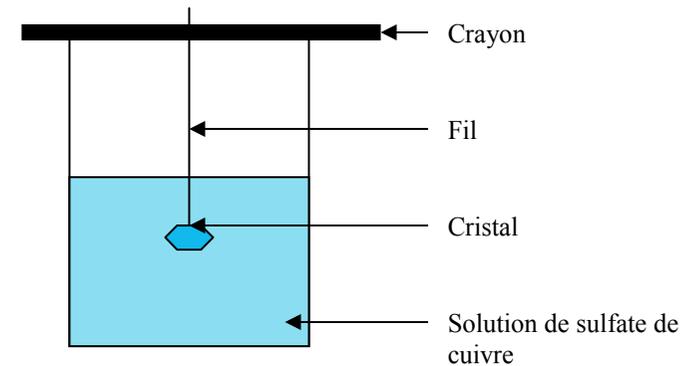
On observera que ce type de coagulation du lait donne encore un résultat différent des premiers (comme dans la première expérience, un petit lait est éliminé) et l'on conclura qu'il y a une grande diversité de produits possibles à partir du seul produit « lait ». C'est le savoir-faire qui détermine le produit obtenu, à partir d'une même matière première.

• **Action du foin d'artichaut sur le lait**

Pour faire cailler du lait avec du foin d'artichaut non cuit, il faut placer le foin d'artichaut dans une mousseline et maintenir la température du lait à 23°C pendant une nuit.

• **Proposition de tableau de synthèse**

produit ajouté	durée de l'expérience	présence de petit lait	aspect du lait caillé	pH
jus de citron				
yaourt				
présure				
foin d'artichaut				



**Schéma du montage de la cristallisation du sulfate de cuivre**

- **Les produits laitiers**

A partir du lait, il est possible d'obtenir de très nombreux « produits laitiers ».

- **La crème** est constituée des corps gras en suspension dans le lait. Elle était traditionnellement récupérée par décantation : les corps gras, plus légers remontent à la surface, à la cuillère sur du lait laissé au repos une journée ou plus dans des jattes.
  - **écrémage** : il se fait maintenant à la centrifugeuse ce qui a considérablement accéléré cette méthode. La force centrifuge sépare en quelques minutes les composants du lait. Les éléments les plus lourds gagnent les parois tandis que les corps gras (la crème) se rassemblent au centre. Selon qu'elle est prélevée plus ou moins près de l'axe de rotation, la crème sera plus ou moins riche en matière grasse. C'est ainsi qu'on obtient, une crème à 30% de matière grasse ou à 20%...
  - **pasteurisation** : A l'exception de la crème crue, toutes les crèmes fraîches sont pasteurisées à la sortie de la centrifugeuse, à une température de 95°C à 98°C pendant 30 secondes. On est ainsi assuré de la destruction des microorganismes et de l'inactivation des enzymes, ce qui prépare la crème à l'ensemencement.
  - **maturation** Après pasteurisation, la crème estensemencée par des bactéries lactiques sélectionnées pour leur capacité à développer des arômes et à acidifier la crème. Au bout de quelques heures, cette légère acidification agit sur la texture, et donne son épaisseur à la crème. La maturation s'effectue entre 12° et 18°C.
  - L'étape suivante consiste simplement à conditionner la crème en pots et à la maintenir au froid (entre + 4° C. et + 6°C. maximum).
- **Le beurre** :
  - **écrémage** : la crème du lait est recueillie
  - **pasteurisation** : la crème est portée à une température comprise entre 95°C et 98°C pendant 30 secondes.
  - **maturation** : la crème estensemencée avec des ferments lactiques sélectionnés et on laisse au repos quelques heures
  - **barattage** : il faut ensuite battre la crème L'agitation énergique de la crème dans la baratte fait éclater les globules de matière grasse. Des petits grains de beurre se forment et se soudent entre eux, se séparant d'un liquide blanc dans lequel ils baignent : le babeurre (ou petit-lait). Les grains de beurre sont alors égouttés, et lavés à l'eau pure pour éliminer les traces de babeurre, puis malaxés pour perfectionner leur agglomération et répartir uniformément les gouttelettes d'eau dans la pâte du beurre.
  - **lavage et malaxage** achèvent l'élaboration du beurre
- **les fromages blancs** : Ce sont des fromages non affinés, ils sont de couleur blanche, fabriqués avec du lait de vache, de chèvre ou de brebis. Leur fabrication comprend deux étapes :
  - **caillage**, coagulation du lait, en présence de ferments lactiques et d'un peu de présure
  - **égouttage** spontané ou accéléré par centrifugeuse, qui permet de séparer le caillé du lactosérum (petit lait). Les fromages frais sont en général peu égouttés.
  - **mise en pots** : Le caillé est ensuite mis en pots (fromages blancs de type "faisselle"). Il peut aussi être battu (fromages blancs lisses) et éventuellement additionné de crème ou d'autres ingrédients (sucre, fruits...), salé ou aromatisé. Tous les fromages frais sont immédiatement réfrigérés, il s'agit d'un produit laitier ultra-frais.
- **Le petit suisse** : Le petit suisse est né en 1850 de l'imagination gourmande d'un employé suisse d'une laiterie française, qui eut l'idée d'ajouter de la crème aux bondons (petits cylindres de caillé égoutté). Le petit suisse a depuis conquis petits et grands qui apprécient sa douceur et son moelleux. La réglementation définit le "suisse" comme un fromage frais de forme cylindrique, pesant 40 ou 60 g et renfermant au minimum 40% de matière grasse. Le "petit suisse" ou "demi-suisse" doit peser 30 g.
- **Les fromages** :
  - **Pâtes molles à croûte fleurie**  
Ces fromages se caractérisent par une croûte couverte d'un duvet blanc et feutré appelé "fleur", d'où le nom de croûte fleurie. Le camembert, le brie, mais aussi le chaource et le saint Marcellin sont parmi les plus célèbres représentants de cette famille.
    - **caillage** : Le lait de vache est coagulé par adjonction de ferments lactiques et de présure.
    - **moulage** : Le caillé est ensuite moulé dans un moule perforé où il s'égoutte très lentement.
    - **salage et séchage** : Une fois démoulé, le fromage est salé et séché dans un hâloir.
    - **affinage**: Puis onensemence la surface des fromages en pulvérisant du Penicillium camemberti, un champignon qui se développe au cours de l'affinage et donne aux fromages leur croûte duvetée particulière. Selon les fromages, le séjour en cave d'affinage dure entre 2 et 6 semaines.
  - **Pâtes molles à croûte lavée**  
Cette famille compte l'époisses, le maroilles, le pont-l'évêque, le livarot, le munster ... Le procédé de fabrication est identique à celui des pâtes molles à croûte fleurie. C'est l'étape de l'affinage qui fait la différence.
    - **salage et séchage** : Après le démoulage, les fromages sont placés sur des planches pour y être salés. Au bout de dix jours de hâloir, ils sont transférés dans une cave tempérée et humide.
    - **affinage** : l'opération d'où ils tirent leurs caractéristiques, notamment la couleur orangée de la croûte, commence : ils sont régulièrement lavés avec de l'eau salée. Cela préserve la souplesse de la croûte et favorise le développement des "ferments du rouge" qui ont besoin d'humidité. On les brosse aussi pour activer la fermentation. Dans certaines régions, on utilise du marc, du vin, du cidre ou de la bière pour laver la croûte des fromages, ce qui leur donne un goût particulier.

- **Pâtes pressées non cuites**

Dans cette famille où l'on trouve le saint Paulin, le cantal, le salers et le saint nectaire, le trait caractéristique tient au fait que l'on presse assez fortement le caillé dans les moules pour l'égoutter.

- **caillage**
- **moulage** : Le caillé égoutté est émietté en petits morceaux. Moulé dans des moules perforés, il est pressé pour en évacuer au maximum le lactosérum.
- **pressage** : Le temps de pressage varie selon le taux d'humidité que l'on veut donner à la pâte : celle du reblochon et du morbier est moins compacte que celle du cantal.
- **salage** : Les fromages sont ensuite salés par immersion dans un bain de saumure et démoulés.
- **affinage** : On éponge le fromage et, à plusieurs reprises, on le frotte de sel, à sec, en espaçant les opérations. Ils sont ensuite placés en cave humide pendant deux à trois mois. Pendant l'affinage, ils sont régulièrement retournés, frottés et parfois lavés. Les fromages de grande dimension comme le cantal et le laguiole sont moulés en plusieurs fois : chaque pièce est constituée de plusieurs tomes qui se soudent et s'homogénéisent sous la pression.

- **Bleus ou pâtes persillées**

A l'exception du roquefort, fabriqué avec du lait de brebis, la quasi-totalité des pâtes persillées est fabriquée à partir du lait de vache : bleu d'Auvergne, de Gex, des Causses, fourme d'Ambert.

- **caillage**
- **moulage** Le caillé est ensuite, égoutté et émietté.
- **salage** Salé et ensemencé avec les spores d'un champignon, le *Penicillium glaucum*, pour les bleus ou le *Penicillium roqueforti* pour le roquefort
- **pressage** : le caillé est ensuite tassé dans des moules.
- **affinage** Après pressage, les fromages sont démoulés. Avant le départ en cave d'affinage, ils sont percés de part en part avec de longues aiguilles. Cela permettra à l'air de circuler dans la pâte pour favoriser le développement des moisissures pendant l'affinage. Celui-ci est long et minutieux, il se fait en cave à température et degré d'hygrométrie contrôlés.

- **Les pâtes pressées cuites**

Ces fromages, dont les représentants les plus célèbres sont le gruyère, le comté, l'emmental et le beaufort, se caractérisent par le procédé de travail du caillé et la taille énorme des meules. Ces fromages sont appelés également fromages de garde : dans leurs terroirs de montagne, ils constituaient autrefois un bon moyen de conserver de la nourriture pour les longs mois d'hiver. La fabrication peut durer jusqu'à 20 heures avant le départ à l'affinage.

- **caillage** : Le lait est coagulé en cuves géantes (1 000 à 2 000 litres !).
- Puis, il est tranché en petits dés dans sa cuve.
- **chauffage t brassage** : Il y est ensuite brassé et chauffé. Pendant le brassage qui dure au minimum 45 minutes (à 53°C – 54°C), les dés de caillé se contractent, se transformant en grains.
- **pressage** : Quand le brassage est terminé, les grains de caillé sont retirés de la cuve, moulés dans d'énormes moules et mis sous presse. Une fois démoulée, la meule de fromage est immergée dans un bain d'eau salée.
- **affinage** : L'affinage se passe ensuite en deux étapes : un séjour en cave fraîche suivi d'un séjour cave "chaude" (19°C ou plus). Pendant l'affinage, les meules sont retournées, brossées et parfois frottées au sel.

- **Fromages de chèvre**

Picodon, valençay, sainte maure, crottin de chavignol, chabichou, c'est une famille nombreuse. Son dénominateur commun n'est pas le type de fabrication mais la matière première : le lait de chèvre, pasteurisé ou non.

- **caillage** On fait cailler le lait par addition de ferments lactiques ou de présure. La quantité de présure utilisée et la durée de coagulation sont déterminantes dans la fabrication du fromage. Dans le cas du sainte maure ou du crottin, on ajoute peu de présure et la coagulation est lente (24 heures). Par contre, pour fabriquer un fromage de chèvre de type pâte molle à croûte fleurie, l'emprésurage sera important et la coagulation ne durera qu'une heure.
- **moulage et salage** : Le caillé obtenu est ensuite égoutté, moulé et salé.
- **affinage** : La durée de l'affinage dépend de la taille du fromage et de la consistance souhaitée. Lorsqu'il sort du moule, le fromage de chèvre est frais. Au bout de huit jours, il commence à développer des arômes et des saveurs typiques. Après deux semaines, son goût s'affirme nettement. Une fois sec, voire très sec - au bout de 3 à 4 semaines - sa pâte devient compacte et ferme.

- **Fromages fondus**

Cette famille est relativement récente, puisque les premiers fromages fondus furent mis sur le marché en 1911 par une société suisse, et que c'est en 1917 que fut créée la première fromagerie française pour ce type de fabrication, à Dôle dans le Jura.

- Les produits sont élaborés à partir d'une ou plusieurs variétés de fromages que l'on fait fondre. Pour obtenir un bouquet de saveurs, on associe souvent des fromages jeunes à des fromages affinés.
- Les éléments servant de matière première sont écroûtés, découpés, râpés, broyés avant d'être mélangés à d'autres produits laitiers, lait, crème, beurre...
- On ajoute des sels de fonte qui favorisent l'homogénéité et la stabilité du mélange pour rendre le fromage onctueux. Ces ingrédients, définis par la réglementation, représentent au maximum 3 % du produit fini. On ajoute parfois aussi des épices ou des aromates.
- La cuisson se fait par pasteurisation ou stérilisation.

Les fromages fondus ont une teneur variable en matière grasse. Pour les allégés: entre 20 et 30%. Pour les crèmes (de gruyère, de roquefort...) : entre 50 et 60%. Pour les autres : égale ou supérieure à 40%.

- **Le yaourt**

- **préparation du lait** : La teneur en matière grasse du lait est ajustée dans une écrémeuse standardisatrice. Une petite quantité de poudre de lait est ensuite ajoutée, ce qui permettra d'obtenir in fine un yaourt bien ferme. Des arômes et du sucre sont éventuellement ajoutés. Le tout est pasteurisé.
- **préparation des ferments** *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, réactivés en culture, ont été mélangés à une petite quantité de lait tiède.
- **pasteurisation** Le lait est pasteurisé
- **introduction des ferments lactiques** : le lait est ramené à température de 42- 44°C., température qui convient aux ferments lactiques. La préparation à base de ferments est alors incorporée.
- **étuvage et fermentation**
  - Pour les yaourts fermes, le mélange est versé dans les pots. Immédiatement operculés, ils sont regroupés par 4, par 8 ou par 16, et mis sous leur suremballage.
  - Pour les yaourt brassé (ou à boire), le mélange n'est pas encore mis en pots, il est conduit vers de grandes cuves closes.
  - Les séries de pots séjournent 3 heures dans d'immenses salles étanches et chauffées La température est maintenue à 42°C. Les ferments font leur œuvre : le yaourt « prend » dans les pots déjà remplis ou dans les cuves.
  - Dans les cuves, des pales de brassage sont mises en route, (les pulpes de fruits sont éventuellement ajoutées à ce moment-là). Le yaourt, brassé, prend sa texture onctueuse. Puis il est envoyé vers la chaîne de remplissage des pots et d'operculation.