

DU LAIT AU BEURRE

A. Connaissons-nous le lait ?

B. Du lait à la crème

C. De la crème au beurre

Choisir, dans la suite, des questions adaptées niveau des élèves.

A. Connaissons-nous le lait ?

1. QUELS SONT LES COMPOSES DANS UN LAIT ENTIER ET FRAIS DE VACHE ?

Le lait est essentiellement composé d'eau (.....%), où sont dissous ou dispersés les composés du tableau suivant, faire une recherche documentaire afin de le compléter.

COMPLETER

	Présence : oui ou non	Ordre de grandeur (g/100 g)
Lipides (matières grasses)		
Glucides (sucres)		
Protéines (matières azotées)		
Minéraux		
Fibres		
Vitamines		

RECHERCHER

Quels sont les facteurs qui peuvent influencer la composition du lait de vache ?

1.1 Glucides

- Goûter un peu de lait frais ; le lait a-t-il un goût « sucré » ???
- Goûter un peu d'un lait conservé depuis quelques jours au réfrigérateur ; est-il sucré ?

MANIPULER & QUESTIONS

Notion de « pouvoir sucrant »

Produits nécessaires : saccharose (sucre de table) et lactose en poudre ; eau naturelle ;

Balance.

- Donner la définition du pouvoir sucrant (référence au saccharose)
- Faire une recherche sur le pouvoir sucrant du lactose.
- Traduire le résultat des recherches en complétant la phrase :

« Une solution aqueuse deg/L de lactose donne une impression sucrante équivalant à celle d'une solution aqueuse contenantg/L de saccharose »

- Préparer les solutions de lactose et de saccharose théoriquement équivalentes en terme de saveur sucrée ; goûter et conclure sur la validité de la définition du « pouvoir sucrant ».

1.2 Lipides ou Matières grasses

QUESTIONS & EXPLOITATION DE DOCUMENTS

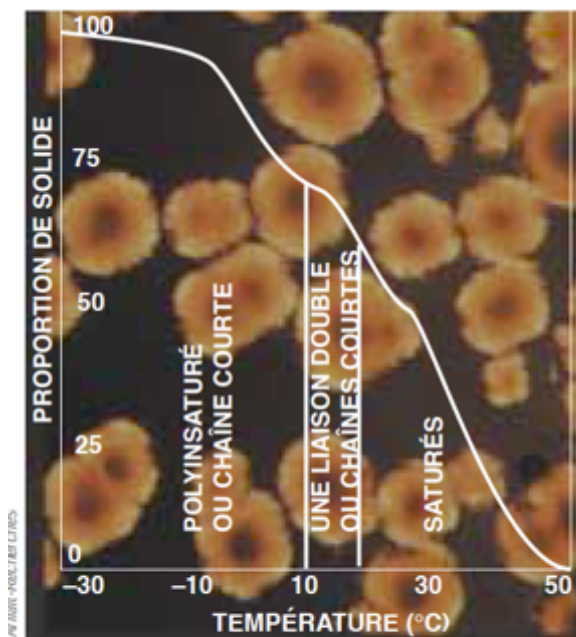
- Quel est le nom de la principale famille de composés classés « matières grasses », dans le lait de vache ?
- En donner la formule semi développée générale.
- On parle souvent, pour aller plus vite, des « acides gras du lait » ; quelle est la relation entre les « acides gras » et les matières grasses ?

- On trouve plusieurs catégories de résidus d'acides gras dans le lait: saturés, insaturés, mono-insaturés, polyinsaturés, cis ou trans, ω 3, ω 6, ω 9 Faire une recherche et donner un exemple de chacune des catégories.
- Détailler quels en sont les plus abondants sous forme de résidus dans des triglycérides, dans le lait.
- Faire une comparaison rapide entre la composition des matières grasses végétales et celle des matières grasses du lait.
- Quel est l'état physique des matières grasses dans un lait : solide ou liquide ?
On répondra, après l'exploitation des données ci-dessous, en complétant le tableau proposé à la fin du paragraphe ;

Données

1) On observe que les températures de fusion des triglycérides sont voisines de celles des résidus d'acides gras qui les constituent.

2) Article H.THIS : « le beurre, un faux solide » Pour la science 248 de juin 1998



Les diverses molécules de la matière grasse du lait cristallisent (en fond) en trois étapes principales.

En trois étapes principales :

De -50 °C à +10 °C, on observe la fusion des triglycérides dont les résidus d'acides gras sont courts ou comportent des liaisons chimiques doubles entre les atomes de carbone ;

Puis, entre +10 °C et +20 °C, vient le tour des triglycérides qui ne contiennent qu'une seule liaison double ou une chaîne courte ;

Entre + 20 °C et + 40 °C fondent les triglycérides où les trois résidus d'acides gras sont saturés

On envisage l'état physique de 4 acides gras du lait (notées M1, M2, M3 et M4) dont on donne le pourcentage dans un lait :

M1 : acide stéarique, saturé, chaîne de 18 atomes de carbone (C18)	10%
M2 : acide butyrique, saturé, chaîne de 4 atomes de carbone (C4)	4%
M3 : acide oléique, mono-insaturé, chaîne de 18 atomes de carbone (C18)	26%
M4 : acide linoléique, polyinsaturé, chaîne de 18 atomes de carbone (C18)	2%

Indiquer dans chaque case, l'état physique de chacune des matières grasses dans le lait aux différentes températures proposées.

	60 °C	20 °C	10 °C	- 20 °C
M1				
M2				
M3				
M4				

1.3 Protéines

COMPLÉTER- RECHERCHE DOCUMENTAIRE

On trouve principalement trois types de protéines dans un lait, elles n'ont pas le même comportement vis à vis de l'eau. Faire une recherche documentaire pour compléter le tableau ci-dessous.

	Solubilité dans l'eau	Particularités
Caséines		
Lactalbumines		
Lactoglobulines		

Pour aller plus loin

Expérience : test du biuret

- Sur lait frais entier puis sur lait écrémé

Dans un tube à hémolyse, introduire environ 5 gouttes de lait, 10 gouttes de soude environ 3 mol.L^{-1} , puis 5 gouttes de solution de sulfate de cuivre environ $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$; observer : la formation d'un anneau violet est signe de la présence de protéines. Conclure.

Expérience : colle de caséine (ou colle au lait)

Rechercher un protocole de préparation de colle à l'aide du lait ; réaliser l'expérience et interpréter le rôle de la caséine dans le « collage »

Expérience : fabrication de la galalithe

Rechercher un protocole de préparation de la galalithe; réaliser l'expérience.

1.4 Minéraux

On a reproduit l'étiquette d'une bouteille de lait frais entier



QUESTION-EXPLOITATION DES DOCUMENTS

Quelle est l'espèce ionique désignée par le mot « sel » ?
Sous quelle forme se trouve l'élément calcium ?

MANIPULER

Mettre en œuvre un titrage des ions chlorure dans le lait.

Méthodes au choix : conductimétrie ou précipitation avec indicateur de fin de précipitation ou méthode par comparaison.

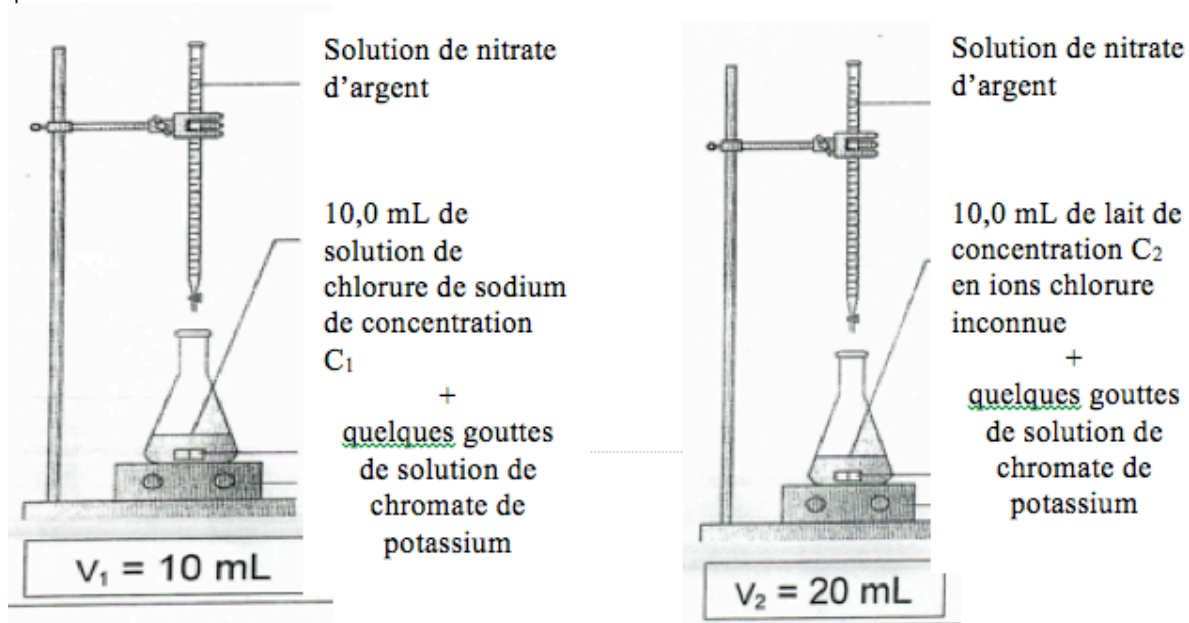
Manipulation proposée (à mettre en œuvre expérimentalement)

Titrage par comparaison

Matériel et réactifs : burette graduée, pipettes jaugées de 10,0 mL, bechers, dispositif d'agitation ; solution de nitrate d'argent de concentration $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, chromate de potassium (indicateur de fin de précipitation), solution de chlorure de sodium de concentration $C_1 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

On a préparé deux burettes contenant la même solution de nitrate d'argent, disposées comme indiqué sur le schéma ci-dessous. On verse la solution de nitrate d'argent dans 10,0 mL de solution de chlorure de sodium de concentration molaire en ions chlorure C_1 connue. On cesse de verser à l'apparition d'un précipité rouge de chromate d'argent. On note le volume V_1 versé.

On effectue la même opération avec la burette de droite, on note le volume V_2 versé.



Données : $C_1 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ concentration massique en ions chlorure $0,53 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
masses molaires atomiques ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : Na 23 Cl 35,5

Questionnement 1 L et ES

- Le lait est-il plus concentré en ions chlorure que la solution S2 ? justifier la réponse.
- Peut-on dire : $C_1 = 2C_2$? $C_2 = 2C_1$? $C_1 = C_2$? justifier
- En déduire quelle est la concentration massique du lait (C_2) en ions chlorure.

Questionnement TS

- Écrire l'équation de la réaction observée lors du début du versement de la solution de nitrate d'argent de la burette dans l'erenmeyer.
- Interpréter l'apparition de la coloration rouge.
- Quelle est la valeur de la concentration molaire C_2 en ions chlorure du lait étudié ? En déduire la valeur de la concentration massique en chlorure de sodium correspondante.

1.5 Vitamines

COMPLÉTER- RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Le lait de vache contient des vitamines A, D, E, K, B₂, B₃, B₁₂. Faire une recherche pour savoir si elles sont hydrosolubles ou liposolubles.

Dans quels autres aliments les trouve-t-on ?

Rassembler les résultats de ces recherches dans le tableau ci-dessous

Vitamine	Hydro ou liposoluble	Autre aliment
A		
D		
E		
K		
B ₂		
B ₃		
B ₁₂		

Quelles vitamines ne retrouve-t-on pas dans le lait écrémé ?

2. COMMENT SONT ORGANISES CES DIFFERENTS CONSTITUANTS ?

2.1 Approche expérimentale

MANIPULER & QUESTIONS

- Réaliser un mélange avec 100 mL d'eau, 1 g de chlorure de calcium, 5 g de lactose. Agiter jusqu'à dissolution complète du lactose. Puis, sous agitation magnétique, introduire progressivement 3 mL d'huile. La cohésion est-elle durable ?
- Ajouter 3 g de protéines (gélatine, blanc d'oeuf en poudre, poudre de lait...) ; agiter à nouveau et observer.

2.2 Modélisation du lait en tant qu' « émulsion »

- Qu'est-ce qu'une émulsion ?
- Expliquer (à l'aide d'un schéma si nécessaire) les rôles de chacun des constituants du lait : eau, matières grasses, sels minéraux et protéines

2.3 Faire une photographie du lait au microscope, interpréter les observations

2.4 La couleur blanche du lait s'explique par la structure d'émulsion.

Expliquer pourquoi.

B. Du lait à la crème

1. De façon simple, comment **SEPARER LE LAIT DE LA CREME?**
2. Quelle **CARACTERISTIQUE PHYSIQUE** permet cette séparation (nommée crémage) ? Proposer une expérience permettant de la mesurer.
3. **POURQUOI, DANS LE LAIT, LE « CREMAGE »** (séparation progressive de la phase grasse et de la phase aqueuse) **EST-IL LENT ?**
4. Quels sont **LES CONSTITUANTS MAJORITAIRES DE LA CREME ?**
5. Prendre une **PHOTOGRAPHIE DE CREME CRUE AU MICROSCOPE** et interpréter les observations.
6. Compléter le texte suivant :

Le lait et la crème sont des **émulsions** : il y a, dans une **phase**(eau et substances dissoutes certaines protéines, lactose, sels minéraux, vitamines B, C...), d'une **phase organique**(lipides et substances lipophiles dissoutes : phospholipides, cholestérol, vitamines...,, E, K...).

Le système est (relativement) stabilisé par des émulsifiants naturels (protéines, phospholipides, composants naturels de la graisse du lait).

C. De la crème au beurre

1. QUELLE METHODE EST-ELLE UTILISEE POUR FABRIQUER DU BEURRE A PARTIR DE LA CREME ?

2. DONNER LA COMPOSITION DU BEURRE.

Le beurre contient moins d'eau que la crème.

3. RECETTE A COMMENTER pour faire du beurre

- On trouve sur <https://www.youtube.com/watch?v=SmhnpGJkLXI>

- Recette proposée sur Youtube par « citoyen prévoyant »
<https://www.youtube.com/watch?v=8EIGfBQqs64>

- Matériel :

- Un bol
- De la crème fraîche (à 40 ou 42 % de matières grasses)
- Un petit robot (type Moulinex)

" Bonjour citoyen, bonjour citoyenne,

Faire son beurre soi-même Ce sera pour faire du ghee ...

Battre la crème avec le robot - on va faire « monter » la crème comme pour la chantilly - ...- continuer – une petite **réaction** qui va **transformer** cette **pâte** en beurre - - continuer à battre jusqu'à ce que le crème fraîche nous rende le petit lait. La crème commence à durcir, il commence à y avoir une petite **réaction** ; **les molécules sont en train de s'éclater** et la crème fraîche se transforme en beurre.

Vider le petit lait, ajouter le sel de Guérande



EXPLOITATION DU TEXTE :

Reprendre les périphrases écrites en rouge ; expliquer en quoi ces expressions ne traduisent pas avec rigueur scientifique le phénomène étudié ; les remplacer par des descriptions scientifiquement correctes des étapes de cette recette.

4. FAITES VOTRE BEURRE DANS UN BOCAL

MANIPULATION

<http://fr.wikihow.com/faire-du-beurre-maison>

- Remplissez un bocal à environ 2/3 avec de la crème froide. Laissez suffisamment d'espace dans le bocal afin de pouvoir secouer fortement.
- Fermez bien le couvercle. Il est très important d'avoir un couvercle bien hermétique pour cette étape.
- Secouez le bocal pendant une quinzaine de minutes. Qu'entendez-vous ?
La crème va commencer à épaissir et le lait à se dissocier.
- Cherchez la séparation nette entre le beurre solide et le lait du beurre.
- Lorsque la séparation est nette, éliminer le liquide du bocal.
- Placez le beurre dans une passoire et laissez le surplus de liquide s'écouler.

- Placez le beurre dans un bol ou saladier et rincez-le à l'eau froide pendant plusieurs minutes. Cette étape élimine tout excès de liquide et permet au beurre de rester frais plus longtemps.
- À ce stade, vous pouvez même l'utiliser en l'étalant sur une tartine de pain frais

5. FAITES DU BEURRE SALE

MANIPULATION

A quelle étape de la recette faut-il introduire le sel pour obtenir du beurre salé ?

- Saler la crème avant de la traiter (dans le bocal) ? Faire l'expérience et goûter le beurre.
- Introduire le sel (gros sel ou sel fin) dans le beurre après l'étape « passoire » ; goûter le beurre.
- Interpréter les observations, les justifier du fait de la structure ionique du sel.
- Lorsque le beurre vieillit, il se forme des composés qui lui donnent un goût et une odeur désagréables, on dit qu'il devient rance. Pourquoi le beurre salé se conserve-t-il mieux (ou rancit-il moins vite) ?

- VOCABULAIRE

On trouve, dans les recettes, différentes terminologies : babeurre, petit lait, lait de beurre, beurre clarifié, beurre ghee... Que désigne chaque terme ?

6. Donner quelques raisons de CLARIFIER LE BEURRE

- ✓ Augmenter le point de fumée (définir le point de fumée)
- ✓ On se débarrasse du lactose et des caséines
- ✓ Il se conserve plus longtemps, et à température ambiante
- ✓ Il a un meilleur au goût
- ✓ Il est plus facile à étaler

7. Comment interpréter le passage de la crème au beurre du point de vue de la STRUCTURE ?

MANIPULATION

Faire un beurre clarifié :

Dans un bécher sur une plaque chauffante, placer une masse mesurée de beurre.

Puis chauffer très doucement, régler la puissance minimum afin de ne pas dépasser environ 50 °C .

Qu'observe-t-on ?

Décarter pour séparer les deux phases et les peser.

Quelle proportion de phase inférieure obtient-on ?

Selon vous, quelle est la nature des deux phases ?

Conclusion :

D'après le schéma ci-dessous

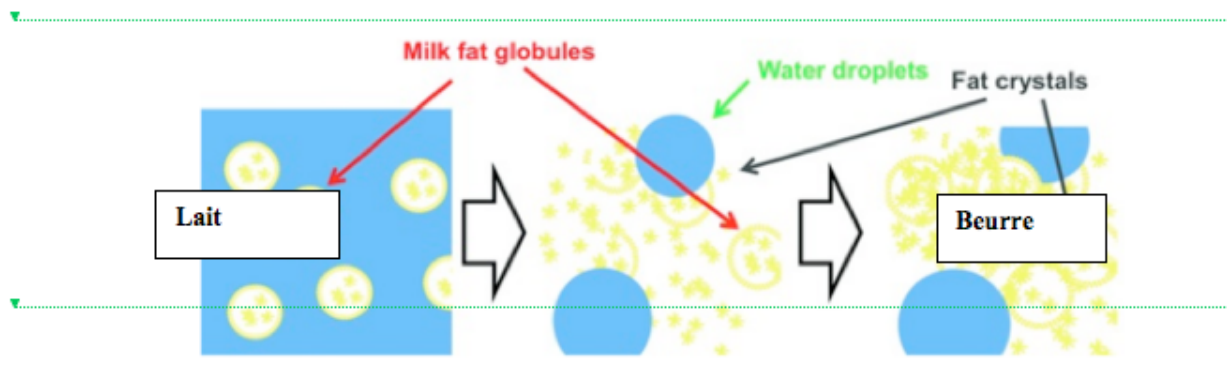
Où se trouve la matière grasse dans le lait / crème par rapport à l'eau ?

Dans le beurre où se trouve l'eau par rapport à la matière grasse ?

Dans quel état physique est la matière grasse ?

Comment se nomme un tel système ?

Ref : https://www.researchgate.net/figure/261368353_fig3_Figure-1-Schematic-illustration-of-the-microstructure-of-cream-and-milk-To-the-left-is



ELEMENTS DE REponses

LE LAIT

1. QUELS SONT LES COMPOSES PRESENTS DANS UN LAIT ENTIER FRAIS DE VACHE ?

Composition du lait

Source Wikipédia

- L'eau
- trois types de nutriments principaux (glucides, lipides, protéines), des sels minéraux tels le calcium et le phosphore, des vitamines, ainsi que de l'hormone de croissance du veau.

Composition du lait de vache

Composition moyenne du lait en gramme par litre							
Eau	Extrait sec	Matières grasses	Matières azotées			Lactose	Matières minérales
			Totales	caséine	albumine		
900	130	35-40	30-35	27-30	3-4	45-50	8-10

RECHERCHER

Quels sont les facteurs qui peuvent influencer la composition du lait de vache ?

Réponse attendue : Race bovine, alimentation (stabulation ou au pré), saison,

1.1 Glucides

Le lait ne contient qu'un seul type de glucides, le lactose, susceptible de se dégrader en acide lactique lorsque le lait fermente.

Le lactose est entièrement dissous dans le lait.

Pouvoir sucrant du lactose

Dénomination	Pouvoir sucrant
Saccharose = référence	100
Lactose	30
Maltose	43
Glucose	70

« une solution aqueuse de 100.g/L de lactose donne une impression sucrante équivalente à celle d'une solution aqueuse contenant 33.g/L de saccharose »

1.2 Matières grasses

Les matières grasses du lait de vache sont composées à 98 % de triglycérides. La distribution des principaux acides gras est la suivante :

- acides saturés : butyrique (C4:0) : 3,6 %, caproïque (C6:0) : 2,3 %, caprylique (C8:0) : 1,3 %, caprique (C10:0) : 2,7 %, laurique (C12:0) : 3,3 %, myristique (C14:0) : 10,7 %, pentadécyclique (C15:0) 1,2 %, palmitique (C16:0) : 27,6 %, stéarique (C18:0) : 10,1 %, arachidique (C20:0) : 0,2 % pour un total de 63 % ;
- acides monoinsaturés : myristoléique (C14:1) : 1,4 %, palmitoléique (C16:1) : 2,6 %, oléique (C18:1) : 26,0 % pour un total de 30 % ;
- acides polyinsaturés : linoléique (C18:2 ω-6) : 2,5 %, α-linolénique (C18:3 ω-3) : 1,4 %, arachidonique (C20:4 ω-6) : 0,3 % pour un total de 4,2 %.

On constate que le lait de vache est particulièrement riche en résidus d'acides gras saturés à chaînes courtes (C4-C12), beaucoup plus que n'importe quelle graisse végétale. Il est en revanche pauvre en résidus d'acides gras essentiels (linoléique et alpha-linolénique, < 4 %).

Les triglycérides d'acides gras trans sont présents dans 2 à 8 % des matières grasses.

Tableau indiquant dans chaque case l'état physique de chacune des matières grasses dans le lait à différentes températures :

	60°C	20°C	10°C	-20°C
M1	liq	sol	sol	sol
M2	liq	liq	sol	sol
M3	liq	liq	sol	sol
M4	liq	liq	liq	sol

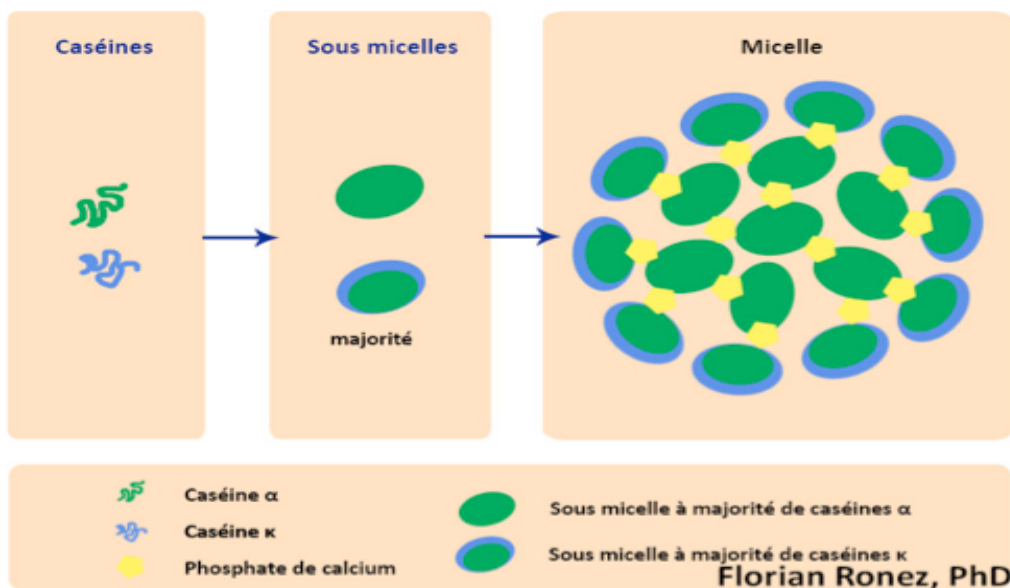
Les lipides du lait sont présents sous forme de globules gras en suspension dans le lait (émulsion). Ces globules sont composés des triglycérides, et en surface, ils sont convertis de phospholipides et de stérols (cholestérol). Les autres lipides du lait sont des monoglycérides et des diglycérides, des acides gras libres, et des vitamines.

1.3 Protéines

Les protéines du lait de vache sont composées à 80 % de caséines, La caséine se présente sous forme de molécules agrégées liées à du phosphate de calcium, les micelles. Le résultat de la coagulation du lait est un fromage frais qui peut être affiné.

Les autres protéines du lait sont surtout les lactalbumines et les lactoglobulines, protéines solubles

	Solubilité dans l'eau	particularités
Caséines	Non, en réalité, il y a une certaine solubilité, quand même	77 %
lactalbumines	oui	23 %
lactoglobulines	Oui	



Représentation schématique du processus de formation d'une micelle hétérogène de caséine (d'après de modèle de Schmidt & Walstra).

Pour aller plus loin

Expériences : colle de caséine, galalithe, de nombreux protocoles sur internet

1.4 Minéraux

Le lait de vache est riche en IONS calcium et en phosphate.

Plus précisément, on y trouve les espèces minérales suivantes sous forme ionique :

- calcium : 1 130 mg/L
- phosphore : 840 mg/L
- magnésium : 100 mg/L
- potassium : 1 320 mg/L
- fer : 0,3 mg/L (apport très faible)
- zinc : 3,7 mg/L
- sélénium : 37 µg/L
- sodium : 430 mg/L
- chlorure : 1 190 mg/L.

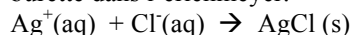
Le phosphore y est fixé sous forme de phosphates. Les ions calcium s'associe au phosphate et aux caséines pour donner le complexe phosphocaséinate de calcium et forme un colloïde

Titration des ions chlorure

Questionnement ILES

- le lait est-il plus concentré en ions chlorure que la solution S2 ? justifier la réponse.
- Peut-on dire : $C_1 = 2C_2$? $C_2 = 2C_1$? $C_1 = C_2$? justifier
- En déduire quelle est la concentration massique du lait (C2) en ions chlorure.

a) Écrire l'équation de la réaction observée lors du début du versement de la solution de nitrate d'argent de la burette dans l'erenmeyer.



b) Apparition de la coloration rouge.

C'est l'indicateur de fin de précipitation pour AgCl(s). Les ions Ag^+ versés précipitent alors avec les ions chromate présents pour former un précipité rouge de chromate d'argent.

L'apparition de cette coloration nous permet de repérer le volume équivalent du titrage.

c) Concentration molaire C2 en ions chlorure du lait étudié

$V_2 = 20 \text{ mL} = 2.V_1$: la concentration C2 en ions Cl^- de la solution (2) d'eau salée est donc le double de la concentration C1. (autre raisonnement possible)

$$\text{D'où } C_2 = 2C_1 = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Masse molaire de Cl = $35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

La concentration massique en chlorure est $0,030 \times 35,5 = 1,07 \text{ g.L}^{-1}$

1.5 VITAMINES

Vitamines	Hydro ou lipo-soluble	Autre aliment
A	lipo	Carotte
D	lipo	Poissons gras
E	lipo	Huiles végétales
K	Liposoluble	choux
B ₂	hydro	Pain, féculents
B ₃	hydro	Abats
B ₁₂	hydro	Foie de veau

Dans le lait écrémé, il n'y a pas de vitamines A, D, E, K qui sont solubles dans les matières grasses.

2. COMMENT SONT DISTRIBUES CES DIFFERENTS CONSTITUANTS ?

2.1 Approche expérimentale

L'ajout des protéines permet de réaliser une émulsion

2.2 Modélisation du lait en tant qu' « émulsion »

Qu'est ce qu'une émulsion ?

Une **émulsion** est un mélange intime de deux substances liquides non miscibles (qui normalement ne se mélangent pas),

Le mot "émulsion" a été introduit en 1560, par Ambroise Paré. Ambroise Paré était chirurgien du Roi de France. Il s'intéressait aux espèces de lotions qu'avaient les gens les pharmaciens, des onguents, des lotions, etc., et cet homme intelligent avait observé que c'était souvent blanc et que c'était un peu laiteux ou crémeux. Une espèce de consistance qui n'est pas comme de l'eau. Il avait appelé ça émulsion, qui vient du latin "emulgere", qui veut dire "traire". On traite des vaches pour avoir du lait. Le lait est une émulsion, car effectivement il y a du gras qui est dispersé dans l'eau." H THIS

Rôle de chacun des constituants ?

Les phases organique et aqueuse sont stabilisées par des **tensio-actifs**.

Ce sont des molécules « tensio-actives » qui possédant deux parties, l'une susceptible de se lier à molécules d'eau (partie hydrophile), l'autre partie susceptible de se dissoudre dans les matières grasses, permettent donc de faire la jonction entre deux phases et de rendre le mélange métastable.

La matière grasse est donc dispersée dans l'eau grâce aux tensio-actifs, sous forme de gouttelettes (c'est une émulsion de matière grasse dans l'eau).

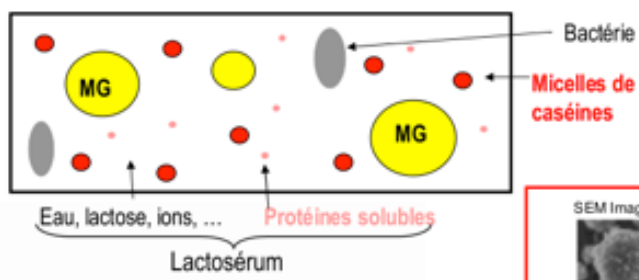
Ce sont les phospholipides et certaines protéines du lait qui jouent ce rôle de tensio-actif : en particulier, la caséine, chargée négativement, assure la répulsion électrostatique des globules les uns des autres.

De fait, le lait contient également des protéines et diverses autres molécules tensioactives, c'est-à-dire qui ont une partie soluble dans l'eau et une partie soluble dans la matière grasse. En plaçant au contact de l'eau leur partie soluble dans l'eau et au contact de la graisse leur partie soluble dans la graisse, ces molécules tensioactives forment un enrobage qui délimite les globules de matière grasse, les stabilise et assure leur dispersion dans l'eau. Cette stabilisation est renforcée par les molécules de caséine qui, à la surface des globules assurent une répulsion mutuelle de ceux-ci car elles sont négativement chargées.

Extrait de : Les secrets de la casserole, H. THIS, Ed. Belin.

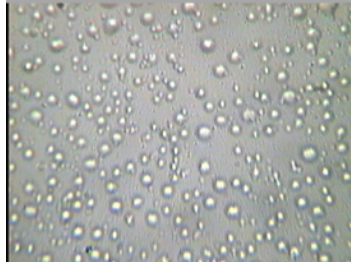
On trouve une modélisation du rôle des protéines dans le document suivant (G. Gesan-Guiziou, Inra Rennes):

Composition du lait bovin



Modélisation du lait
comme émulsion

2.3 Photo lait X 40



2.4 Pourquoi le lait est-il blanc ?

Les lipides se présentent sous forme de globules de matières grasses ; quant aux protéines de caséine, elles forment des micelles c'est-à-dire des particules solides en suspension dans le lait. Ces agrégats n'absorbent pas les rayons lumineux, ils les dévient dans toutes les directions, on parle de diffraction.

Ce rayonnement renvoyé est exactement le même que celui solaire, à savoir qu'il correspond à la lumière blanche, mélange des couleurs s'étalant du violet au rouge. Ce phénomène de diffraction de la lumière explique donc que le lait soit perçu comme blanc par l'œil humain.

B. Du lait à la crème

1. DE FAÇON SIMPLE, COMMENT SEPARER LE LAIT DE LA CREME ?

Il suffit de placer le lait quelques jours (3) au réfrigérateur, la crème remonte.

On voit des gouttelettes dispersées de gras qui finalement se rassemblent en surface : la densité de la matière grasse étant inférieure à celle de l'eau.

2. Quelle grandeur permet de caractériser ce crémage ? C'est la densité ou la masse volumique. La crème est moins dense que le lait.

Expérience envisageable permettant de la mesurer : peser avec précision un même volume de lait (ou de petit lait) et de crème

Le lait de vache a une densité moyenne égale à 1,032. C'est un mélange complexe et instable. Il contient une forte proportion d'eau, environ 87 %. Le reste constitue l'extrait sec qui représente 130 g par litre, dont 35 à 45 g de matières grasses. (Source Wikipédia)

La densité des corps gras (ce n'est pas un hasard si la crème flotte à la surface du lait) étant environ de 0,9, et représentant environ 60% du produit, la masse de 1 litre de crème liquide est environ 940 g.

3. Pourquoi le crémage est-il lent ?

Dans le lait la séparation progressive de la phase grasse et de la phase aqueuse est lente car les matières grasses sont sous forme de gouttelettes dispersées.

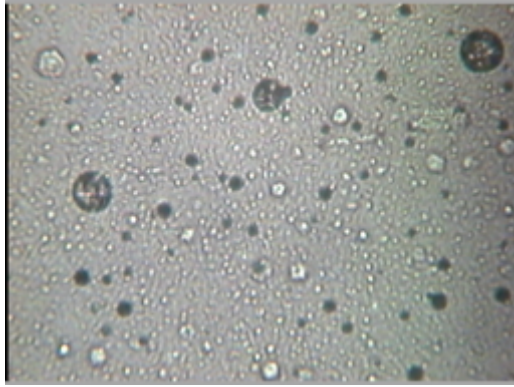
Les gouttelettes de matière grasse sont tapissées par des composés tensioactifs (protéines, phospholipides). Les plus grosses gouttelettes sont celles qui crément en premier. Les plus petites peuvent rester presque indéfiniment en suspension dans la phase aqueuse sous l'effet du mouvement brownien.

D'autres protéines, telles les caséines, sont organisées en "micelles" très petites (par rapport aux gouttelettes de matière grasse), suspendues dans l'eau. Ces micelles sont formées de diverses caséines cimentées par des ions phosphate et des ions calcium.

4. Quels sont les constituants majoritaires de la crème ?

L'eau et la matière grasse

5. Une photographie de crème crue au microscope(X40)



6. La crème est aussi une émulsion. Phrase complétée :

Le lait et la crème sont des émulsions : il y a **dispersion**, dans une **phase aqueuse** (eau et substances dissoutes **hydrophiles** : certaines protéines, lactose, sels minéraux, vitamines B, C...), d'une phase organique **hydrophobes** (lipides et substances lipophiles dissoutes : phospholipides, cholestérol, vitamines **A, D, E, K...**).

Le système est (relativement) stabilisé par des émulsifiants naturels (protéines, phospholipides, composants naturels de la graisse du lait).

D. De la crème au beurre

1. Le beurre contient moins d'eau que la crème, quelle méthode peut on utiliser pour supprimer une grande partie de l'eau ?

Le **barattage** consiste à séparer par un mouvement mécanique les particules de matière grasse contenues dans la crème (les globules gras) du lactosérum (aussi appelé *petit lait*^[1] ou encore *lait de beurre*). Les particules de matière grasse s'agglomèrent alors pour former des grains de beurre. Ceux-ci sont extraits de la baratte, lavés et malaxés pour débarrasser le beurre d'un maximum de babeurre possible. Le barattage peut durer d'une trentaine de minutes à deux heures.

Le barattage s'effectue à une température comprise entre 10° et 14° C.

2. Composition du beurre

Le beurre est composé d'environ 16 % d'eau, 82 % maximum de matières grasses et 2 % de matières non grasses.

3. Critique recette

4. Faites votre beurre dans un bocal



5. Faire du beurre salé

La crème salée ne donne pas de beurre salé, le sel, ionique, s'élimine avec l'eau car il ne se dissout pas dans les matières grasses.

Il faut incorporer le sel sous forme solide dans un beurre pâteux



Rancissement du beurre : c'est l'oxydation par l'oxygène de l'air, accélérée par la lumière. Il y a aussi hydrolyse des triglycérides ; le sel, captant l'eau, ralentit l'hydrolyse et joue le rôle de conservateur.

6. **On trouve, dans les recettes, différentes terminologies : babeurre, petit lait, lait de beurre, beurre clarifié, beurre ghee... Que désigne chaque terme ?** <http://fr.wikihow.com/faire-du-beurre-maison>
- Le **babeurre** ou **lait de baratte** ou **lait ribot** (ribot signifie « baratte » en breton) ou **lait battu** ou **lait de beurre** ou **petit lait** est un liquide blanc, au goût salé ou aigrelet, traditionnellement issu du lait frais ou fermenté après la fabrication du beurre par barattage ; il est aussi fabriqué directement à partir du lait frais par ajout de ferments.
- Cet aliment digeste sert de boisson et intervient dans la préparation de divers mets, sur tous les continents. Il peut être consommé cru ou cuit.
- Le **babeurre** est aussi le bâton qui sert à battre le beurre dans la baratte.
- Le beurre clarifié est un beurre dont on a retiré l'eau et les solides du lait. *On chauffe doucement le beurre, on élimine l'écume qui vient en surface et on récupère la phase grasse, qui débarrassée des ses matières sujettes à la décomposition, ne brunit plus*
- Pour la science N°463 mai 2016*

7. **Donnez quelques raisons de clarifier le beurre**

Le point de fumée est la température à partir de laquelle les huiles ou les graisses émettent des fumées de façon continue¹.

À cette température ces produits commencent à se décomposer et se dénaturer : la substance donne ainsi un mauvais goût. C'est pourquoi le point de fumée d'une huile ou d'une graisse est un élément-clé pour la friture. En effet, la valeur du point de fumée dicte la température et par conséquent l'utilisation possible d'une matière grasse (par exemple, la friture à très haute température nécessite une matière grasse avec un très haut point de fumée).

Le chauffage d'une huile ou d'une graisse au-delà de son point de fumée entraîne la décomposition des acides gras qu'elle contient et l'apparition de composés indésirables, dont certains cancérigènes, comme les hydrocarbures polycycliques aromatiques ou HAP.

Point de fumée du beurre : 130°C

✓ **Augmenter le point de fumée**

Premier point incontournable : **on double le point de fumée avec le beurre clarifié**. Le beurre classique fume à partir de 120°C – il faut éviter au maximum de « brûler » du beurre -, à cause des protéines et du lactose présents.

En revanche, une fois le beurre clarifié, le point de fumée atteint les 250°C, ce qui le rend parfaitement utilisable lors des cuissons, des pâtisseries, sans (grand) risque pour votre santé (ou de perdre votre beurre tout simplement).

✓ **On se débarrasse du lactose et de la caséine**

C'est le principe de la clarification du beurre : **se séparer du sucre du lait (le lactose) et des protéines du lait (principalement de la caséine)**.

Le beurre clarifié représente un atout pour les personnes intolérantes au lactose et/ ou sensibles à la caséine

✓ **Il se conserve plus longtemps, et à température ambiante !**

le beurre clarifié peut être conservé à température ambiante si toutefois il est maintenu dans un contenant hermétique.

- ✓ **Meilleur au goût**, il est moins compact et moins visqueux, avec peut-être ce fameux arôme de noisette .
- ✓ **Plus facile à étaler**

8. Photographie du beurre au microscope

<https://www.teagasc.ie/food/food-chemistry--technology/national-food-imaging-centre/why-is-food-microstructure-important/>

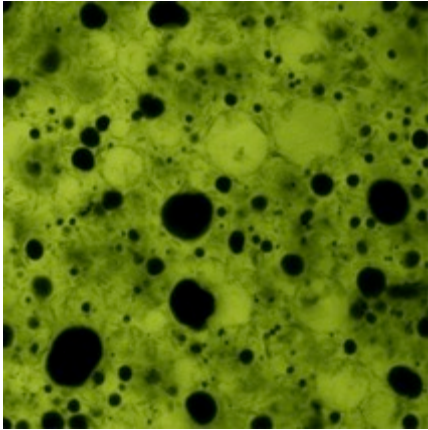


Figure : Confocal scanning laser micrograph of butter showing water droplets (black) and fat (green).

9. Comment interpréter le passage de la crème au beurre du point de vue de la structure ?

Faire un beurre clarifié :

Dans un bécher sur une plaque chauffante, placer une masse mesurée de beurre.

Puis chauffer très doucement.

Qu'observe-t-on ?

On observe la formation de deux phases.

Conclusion :

Dans le beurre initial, l'eau se trouvait dispersée dans la matière grasse, laquelle était en partie à l'état solide. Un tel système est nommé **un gel**.