

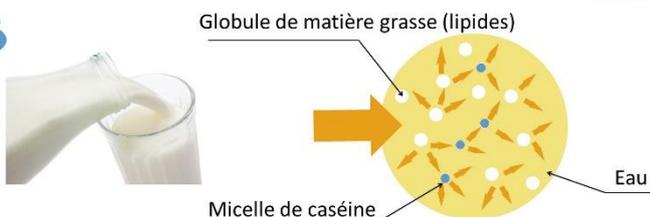
Je fabrique du beurre

La caravane de la chimie : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02066686>

Pour faire du beurre, il faut de la crème de lait de vache, ...



ET C'EST AVEC MON LAIT
QUE VOUS FAITES ÇA ?



Le lait est une **émulsion** de matière grasse (3,5%) dans l'eau (88%).
Le lait est blanc parce que les globules gras et les micelles de caséine diffusent la lumière.

Quand on laisse reposer du **lait cru**, la **crème**, riche en matière grasse (30%) et plus légère que l'eau, remonte à la surface.



Crème fraîche
séparée du lait.

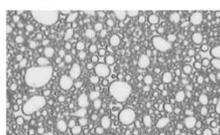
Lait entier	
eau	88 %
protéines	3,2 %
glucides	4,8 %
matières grasses	3,5 %
vitamines	A,D,B...
minéraux	Ca,K,Mg...

... et il faut battre la crème fraîche : c'est le barattage.

HUMM !!!
BARATTE MOI !



1. Lorsqu'on bat la crème fraîche, on fait entrer de l'air dans la crème. On obtient une **mousse**, la Chantilly, qui est une **dispersion de bulles d'air dans un liquide**.



2. Lorsqu'on continue à battre, les parois des bulles se cassent et de **petits grains de beurre** se séparent d'un liquide blanc appelé **babeurre** ou **petit lait**. Les grains de beurre s'agglomèrent et flottent au-dessus du babeurre.

3. On sépare le babeurre par **filtration** et on **lave** le beurre jusqu'à ce que l'eau soit transparente. Le beurre est une **émulsion solide inversée** d'eau dans 82,5% de gras.



Chimie
& Société

www.chimieetsociete.org



Fondation de la Maison de la Chimie

Du lait au beurre

Note : Cette fiche est destinée aux animateurs pour les aider à mettre en place et conduire l'atelier. Les références de bas de page sont des compléments d'information. La vidéo de Bee la chimiste (suivre [Chimie et Société](#)) montre comment le conduire avec le matériel disponible à la maison.

Age : 9-12 ans

Description courte

Viens baratter pour comprendre ce qu'il se passe quand la crème devient beurre.

Description plus détaillée

On commence par observer ce qu'il se passe quand on mélange eau et vinaigre, eau et huile. On fabrique ensuite du beurre à partir de crème fraîche, par agitation avec une bille. Dans un premier temps, de l'air est introduit dans la crème (crème Chantilly) et, dans un deuxième temps, l'enveloppe des bulles d'air constituée de matière grasse et d'eau se casse ce qui entraîne leur séparation. Le but est de montrer que ces molécules ne « s'aiment » pas et que leur mélange est instable.

Notions abordées

Mélange. Emulsion. Miscibilité. Mélange homogène et hétérogène. Diffusion de la lumière. Molécule hydrosoluble et liposoluble. Mousse. Séparation des produits d'un mélange. Filtration.

Logistique

1 table (minimum 1,5m de long)

Point d'eau à proximité

Matériel et produits

Poster ou rollup

1 support de tubes à essai

Crème fraîche entière fluide ou semi-épaisse à 30% de matière grasse (12,5mL par expérience, 50mL par atelier de 8 élèves)

6 tubes à essai

1 flacon d'eau colorée

Pipettes jetables

4 tubes de centrifugation de 50mL avec bouchon

Pain de mie

4 billes de verre

Colorant alimentaire

4 passoires à thé

Huile

4 verres

Lait

4 pissettes pour eau de lavage (Tuto p. 6)

Vinaigre blanc

4 petites assiettes jetables

Liquide vaisselle

4 couteaux jetables

Bassine pour lavage du matériel

1 rouleau de papier essuie-tout

Objectif de l'atelier : nous allons fabriquer du beurre à partir de crème fraîche. Dans le processus de fabrication du beurre, la crème fraîche donne une mousse dans une première étape. Sous l'effet du barattage, cette mousse n'est pas stable et ses composants se séparent en eau (petit lait) et beurre.

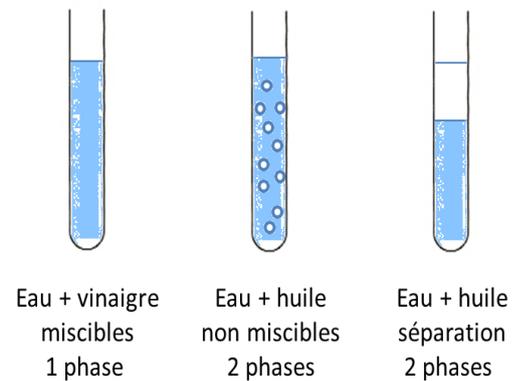
Les émulsions, composition du lait et de la crème fraîche

Le lait et la crème fraîche sont des *émulsions* de matière grasse dans l'eau. Le lait entier contient 3,5% de matière grasse et la crème fraîche 30% de matière grasse. Une *émulsion* est une *dispersion stable* dans le temps d'un liquide dans un autre liquide. Les deux liquides ne se mélangent pas : ils sont *non miscibles* et forment un *mélange hétérogène*.

Démonstration par l'animateur

1. Emulsion, miscibilité, mélange homogène/hétérogène

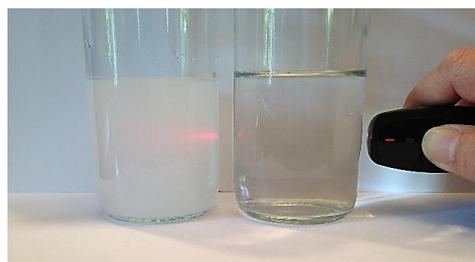
- Tube d'eau colorée : ajouter du vinaigre, agiter et faire observer que la couleur se répartit dans tout le liquide. L'eau et le vinaigre se sont mélangés, on dit qu'ils sont *miscibles*. Ils forment un *mélange homogène*.
- Tube d'eau colorée : ajouter quelques gouttes d'huile et agiter. De grosses gouttes d'huile apparaissent dans l'eau colorée. L'eau et l'huile ne se mélangent pas : elles sont *non miscibles*. Ils forment un *mélange hétérogène*. Toutefois, avec l'huile, la *dispersion* est *instable* car, si on attend, l'huile se sépare de l'eau colorée.



La *stabilité de l'émulsion* du lait est due à plusieurs facteurs. La matière grasse du lait est dispersée sous forme de globules gras entourés d'une membrane protectrice qui contribue à les éloigner les uns des autres et donc les empêcher de coalescer (réunion de 2 globules en un seul). La petite taille des globules de gras, en moyenne 2,5 à 4,5 μm , est aussi favorable à la stabilisation de l'émulsion. L'homogénéisation par voie mécanique diminue la taille des globules à 0,6 μm ce qui augmente encore la stabilité de l'émulsion¹. La crème fraîche, plus riche en matière grasse que le lait, est également plus stable dans le temps si elle est issue de lait homogénéisé. Le lait est blanc opaque parce que les globules de gras et des particules de protéines solides (micelles de caséine de 50-600 nm)² contribuent à la diffusion de la lumière³.

2. Diffusion de la lumière dans le lait

- Remplir 2 verres ou 2 tubes avec de l'eau
- Ajouter du lait dans 1 des 2 verres ou tubes : la dilution doit être au moins de 1/100
- Pointer la lumière laser au travers du verre d'eau vers le verre de lait dilué



La lumière laser traverse l'eau mais est diffusée dans le lait⁴. L'émulsion du lait doit être diluée pour observer la *diffusion de la lumière*. Le lait pur est trop concentré pour observer le phénomène.

¹ J.-L. Boutonnier, *Tech. de l'ingénieur, Procédés chimie - bio - agro | Agroalimentaire*, 2006, article F6320.

² https://biochim-agro.univ-lille.fr/proteines/co/ch4_II_e.html

³ Qu'est-ce que le lait ? ULB-CUDEDEC <https://www2.ulb.ac.be/sciences/cudec/LaitComposition.html>

⁴ Diffusion de la lumière par une émulsion : voir aussi l'atelier louchissement de l'eau de Cologne sur <http://www.chimieetsociete.org/bee-la-chimiste.html>

Expérience : Fabrication du beurre

8 élèves en binômes : un élève effectue le barattage et l'autre la filtration

- **Animateur** : remplir 4 tubes contenant les billes avec la crème (à $T \approx 18-19\text{ }^{\circ}\text{C}$) jusqu'à 15mL. Bien refermer le tube.
- **Barattage** : agiter vigoureusement le tube, bouchon vers le bas, pendant 2 min. Observer les changements de couleur et de consistance du mélange.



ou



Flacon de prélèvement 60mL

- **Filtration** : verser le contenu du tube dans la passoire placée sur le verre pour séparer le beurre du babeurre (ou petit lait). Laver le beurre avec l'eau de la pissette jusqu'à ce qu'elle coule transparente et récupérer le beurre sur une assiette recouverte de papier essuie-tout.
- **NE PAS FAIRE DEGUSTER** en ateliers scolaires ou publics car le matériel utilisé n'est pas en conditions de qualité et propreté alimentaires.⁵

Explications : Formation et stabilité d'une mousse, émulsion liquide/solide

La crème fraîche est obtenue par écrémage du lait cru (voir poster). Lorsqu'on la bat énergiquement (barattage), on fait d'abord entrer de l'air dans la crème et une *mousse* se forme : la Chantilly. Une *mousse* est une dispersion de bulles de gaz dans un milieu continu liquide ou solide⁶. La Chantilly est une *mousse d'émulsion*⁷ : dispersion de bulles d'air dans l'émulsion liquide composée des globules de gras et de l'eau de la crème fraîche.

Lorsqu'on continue à battre la Chantilly, l'émulsion qui entoure les bulles d'air est déstabilisée¹ : la membrane protectrice des globules de gras se casse et libère de petits grains de beurre qui s'agglomèrent et se séparent d'un liquide aqueux blanchâtre appelé babeurre ou petit lait. Pour recueillir le beurre, on utilise une technique de séparation appelée *filtration* qui permet de séparer un solide d'un liquide.

Le lait et la crème sont des *émulsions liquides* : la matière grasse est, dans les deux cas, dispersée dans de l'eau. Le beurre est une *émulsion solide et inversée* : l'eau est dispersée dans la matière grasse qui représente 82,5% du beurre.

À noter : Dans cette expérience, les composants de la crème fraîche n'ont pas subi de transformation chimique, ils ont été séparés de l'émulsion qu'ils formaient : le petit lait concentre l'eau et la matière *hydrosoluble* et le beurre concentre le gras et la matière *liposoluble*. Cela est possible parce que l'eau et la matière grasse ne se mélangent pas : ils sont *non miscibles*. Il faut environ 20 L de lait cru ou 3 L de crème à 30% pour obtenir 1 kg de beurre.

⁵ À la maison, on peut utiliser un flacon de prélèvement de laboratoire d'analyse médicale (recette p. 7).

⁶ Compléments pour l'animateur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Colloïde>

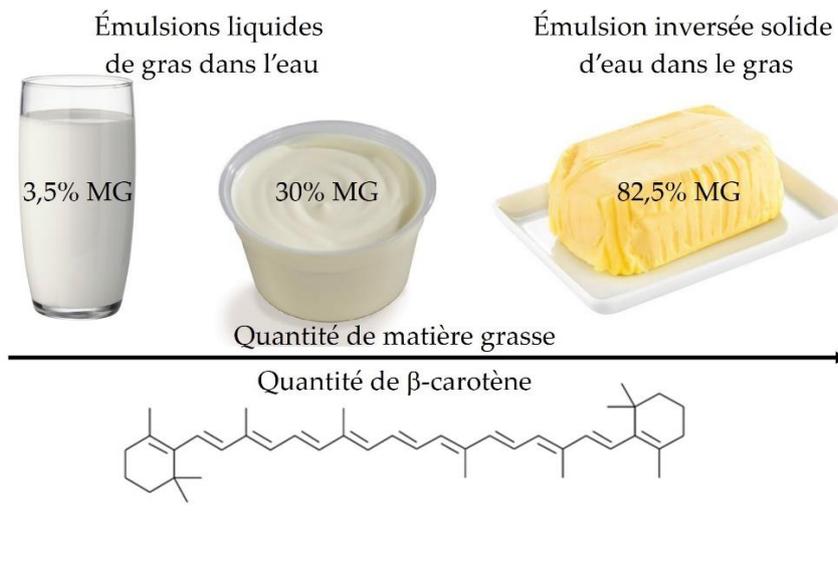
Milieu \ Phase		Phase dispersée		
		Gaz (bulles)	Liquide (gouttes)	Solide (particules)
Milieu continu	Gaz	AUCUN (Tous les gaz sont miscibles)	Aérosol liquide Ex : brouillard, brume, nuage	Aérosol solide Ex : fumée, particules aériennes
	Liquide	Mousse Ex : crème fouettée, mousse au chocolat	Émulsion Ex : lait, pastis, mayonnaise, savon liquide	Sol Ex : peinture, encre
	Solide	Mousse solide Ex : aérogel, polystyrène expansé, pierre ponce, Guimauve	Émulsion solide Ex : beurre	Sol solide Ex : verre groseille

⁷ Pourquoi la Chantilly retombe-t-elle ? <https://www.lps.u-psud.fr/spip.php?article3087>

Pourquoi le beurre est-il plus jaune que la crème ?

Le beurre contient 80% de matière grasse qui est colorée par le β -carotène provenant de l'herbe et du foin consommés par la vache⁸. La concentration en β -carotène est plus élevée dans l'herbe fraîche que dans le foin. Le β -carotène est *liposoluble* : il se concentre dans la matière grasse, donc dans le beurre et pas dans le petit lait majoritairement composé d'eau.

Le beurre est plus coloré que la crème car il contient plus de matière grasse. Le beurre commercialisé est souvent enrichi en β -carotène (E160a) pour homogénéiser la couleur jaune attendue par le consommateur⁹. Les propriétés organoleptiques du beurre dépendent également de l'alimentation de la vache¹⁰.



Annexes pages suivantes

- Tuto pour fabriquer une pissette
- Composition du lait, de la crème et du beurre
- Planche de la recette du beurre

⁸ Sur la relation entre la teneur en bêta-carotène et la couleur des beurres français, J. Casalis et al, *Le Lait*, INRA Editions, 1972, **52** (511-512), 28-42. [\(hal-00928570\)](#)

⁹ Sur l'utilisation du bêta-carotène pour la normalisation de la couleur du beurre, J. Casalis et al, *Le Lait*, INRA Editions, 1972, **52** (513-514), 220-228. [\(hal-00928578\)](#)

¹⁰ The nature of preserved forage changes butter organoleptic properties, C. Hurtaud et al, *Le Lait*, INRA Editions, 2007, **87** (6), 505-519. [\(hal-00895633\)](#)

Fabriquer une pissette



Matériel

- Bouteille d'eau (25cL ou 33cL)
- Paille flexible*
- Pistolet à colle à chaud ou colle adaptée au plastique
- Étiquette autocollante

Procédure

- Percer le bouchon (*peut se faire avec une baguette métallique chauffée*)
- Insérer la paille
- Coller la paille sur le bouchon si le perçage est plus grand que la paille
- Selon la hauteur de la bouteille, assembler 2 pailles coupées en biseau pour allonger la tige verticale
- Coller une étiquette sur la bouteille pour en indiquer le contenu (Eau, Alcool)

* des modèles biodégradables sont disponibles

Composition du lait, de la crème et du beurre¹¹

	Lait entier	Crème entière	Beurre doux
eau	88 %	65 %	16 %
protéines	3,2 %	2 %	0,7 %
glucides	4,8 %	3 %	0,5 %
matières grasses	3,5 %	30 %	82,5 %
vitamines	A,D,B...	A,D,B...	A,D,B...
minéraux	Ca,K,Mg...	Ca,K,Mg...	Ca,P,Na...

¹¹ Image adaptée de <https://iplc.fr/Tout-sur-le-lait/La-composition-du-lait>

Planche de la recette du beurre à distribuer pour faire l'expérience à la maison.

<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 	<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 
<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 	<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 
<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 	<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 
<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 	<p>Recette du beurre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande l'aide d'un adulte - Place une bille dans un flacon de 60mL (disponible en pharmacie ou laboratoire d'analyse) - Ajoute de la crème fraîche fluide (30% min de matière grasse) jusqu'à 2cm de haut - Agite pendant au moins 2min - Filtre le beurre avec une passoire - Lave à l'eau - Dépose le beurre sur du papier essuie-tout 