

Pourquoi le lait est-il blanc ?

Objectif pédagogique :

Comprendre ce qu'est une émulsion

Comprendre les mécanismes de la production du lait, de la crème et du beurre

Former des citoyens sensibles au patrimoine « lait », « beurre » ou « crème »

Notion principale abordée :

Emulsion

Composition du lait

Autres notions :

Couleur

Matière grasse

Analyse chimique

Durée :

3 heures

Autonomie :

Certaines étapes nécessitent l'utilisation d'une plaque chauffante et seront donc assurées par le professeur.

Fiche expérimentale :

Matériel pour une classe de 30 enfants :

- Un litre de lait cru
- Une plaquette de beurre
- Une plaque électrique
- Une casserole
- Une lampe de bureau
- De l'eau
- Deux feuilles de carton noir
- Une feuille de plastique rouge (intercalaire de classeur, par exemple)
- Une feuille de plastique bleue (intercalaire de classeur, par exemple)
- Un couvercle
- Des torchons
- Un grand saladier
- Des glaçons
- Du sucre de table
- Du glucose

Protocole :

On recherche quelle est la composition du lait. Dans un premier temps, on mettra en évidence la présence d'eau. Puis on montrera que le lait contient des matières grasses. Enfin, on comprendra que l'eau et la matière grasses forment une émulsion.

1. On part de un litre de lait cru dont on explore la composition : le professeur commence par chauffer du lait, et il fait sentir aux élèves la fumée blanche qui s'élève au-dessus de la casserole. Puis il fait placer par un élève un verre ou un bol en verre dans la fumée blanche qui s'échappe de la casserole. On observe de la buée qui se condense sur le verre ou le bol. On peut goûter la buée.
2. Ayant réduit l'intensité du chauffage, l'enseignant continue d'évaporer l'eau très doucement. Pendant ce temps, il présente aux enfants du lait concentré et du lait en poudre.
3. On comparera les phénomènes observés à ceux qui apparaissent quand on remplace le lait par de l'eau. On comparera notamment l'odeur de la fumée blanche au-dessus de la casserole, et l'aspect et le goût de la buée.
4. Puis, à feu doux, on évaporerait autant que possible l'eau du lait. On observerait une masse blanc crème. On pèserait ce résidu, et l'on déduirait, par soustraction, la quantité d'eau présente dans le lait. On goûterait cette masse.
5. Pour continuer l'exploration du lait cru, on utiliserait du lait cru qui aura reposé plusieurs jours, au réfrigérateur. A la louche, on récupérerait la partie supérieure (un centimètre) qu'on mettrait dans un bol, puis une partie intermédiaire, et on comparerait en goûtant les trois fractions. On observerait que la partie supérieure est comme la crème.
6. Puis l'ensemble de la classe baratterait la crème récupérée : on mettrait cette dernière dans un récipient fermé d'un couvercle (un pot de confiture, par exemple), et les enfants agiteront vigoureusement le flacon jusqu'à ce que du petit lait se sépare et que du beurre apparaisse. On goûterait le petit lait et le beurre.
7. On chaufferait alors 125 grammes de beurre, très doucement, dans un verre placé dans une casserole chaude : on observerait la séparation en trois parties : une partie, au fond du verre, une partie majoritaire, intermédiaire, et une écume, au sommet du verre. On récupérerait l'écume, puis on décanterait la partie intermédiaire (« beurre clarifié ») dans un bol. On laisserait refroidir, puis on goûterait le liquide du fond (le babeurre), la matière grasse (beurre clarifié) et l'écume.

Commentaire pédagogique :

1. *On part de un litre de lait cru dont on explore la composition : le professeur commence par chauffer du lait, et il fait sentir aux élèves la fumée blanche qui s'élève au-dessus de la casserole. Puis il fait placer par un élève un verre ou un bol en verre dans la fumée blanche qui s'échappe de la casserole. On observe de la buée qui se condense sur le verre ou le bol. On peut goûter la buée.*

Le chauffage du lait évapore des molécules odorantes et de l'eau : les enfants sentiront une forte odeur de lait, au-dessus de la casserole. On leur fera remarquer que le lait perd quelque chose.

La buée recueillie ressemble à de l'eau : elle est transparente, et liquide. Si l'on goûte, on ne percevra généralement aucun goût, parce que les quantités condensées sont trop faibles et que les molécules odorantes ne sont souvent pas solubles dans l'eau.

2. *Ayant réduit l'intensité du chauffage, l'enseignant continue d'évaporer l'eau très doucement. Pendant ce temps, il présente aux enfants du lait concentré et du lait en poudre.*

On lira bien les étiquettes des produits préparés. On verra qu'il est souvent question de matière grasse et de protéines. On peut notamment se demander si le lait en poudre contient de la matière grasse.

3. *On comparera les phénomènes observés à ceux qui apparaissent quand on remplace le lait par de l'eau. On comparera notamment l'odeur de la fumée blanche au-dessus de la casserole, et l'aspect et le goût de la buée.*

Au-dessus de l'eau qui est chauffée, on observe encore la même fumée blanche, mais elle n'a pas d'odeur.

On pourra profiter de l'expérience pour expliquer aux enfants que la fumée blanche au-dessus de la casserole n'est pas de la vapeur, mais des gouttelettes d'eau condensée, en suspension dans la vapeur. En effet, les molécules d'eau s'évaporent à toute température, et pas seulement à 100 °C. Quand elles arrivent dans l'air, qui est plus froid que le liquide, elles se condensent, formant des gouttelettes qui s'aperçoivent dès que leur taille est de l'ordre des longueurs d'onde de la lumière visible.

En pratique, on voit une fumée au-dessus d'une casserole d'eau que l'on chauffe aux températures supérieures à 60 °C environ. On pourra observer, sans l'expliquer, que la fumée observée est d'abord bleutée, avant d'être blanche.

4. *Puis, à feu doux, on évaporerait autant que possible l'eau du lait. On observerait une masse blanc crème. On pèserait ce résidu, et l'on déduirait, par soustraction, la quantité d'eau présente dans le lait. On goûterait cette masse.*

Cette opération est assez longue, car on doit chauffer lentement, sous peine de faire attacher le résidu qui calcine au fond de la casserole.

On obtient une masse grasse un peu analogue à la crème. Attention à la formation d'une peau qui peut déborder ; on l'évite en chauffant très doucement.

La pesée est ici une simple indication, car il est très difficile d'évaporer complètement de l'eau, par le moyen proposé. On n'aura qu'un ordre de grandeur des quantités relatives d'eau et de matière sèche. Les enfants pourront d'ailleurs observer que, puisqu'une odeur était perçue lors de l'évaporation, d'autres molécules que l'eau ont été perdues.

Les enfants qui goûteront la masse restante verront une saveur sucrée. Certains connaissent la confiture de lait, mais on fera remarquer la différence : ici la saveur sucrée est obtenue sans ajout de sucre. La saveur sucrée provient du lait, qui contient effectivement un sucre : le lactose. Pour convaincre les enfants que ce sucre n'est pas nécessairement le sucre de table, ou saccharose, on pourra leur faire goûter, nez pincé, du saccharose et du glucose. Ils noteront une ressemblance (mais on fera observer que les saveurs des deux corps ne sont pas identiques). Le lactose, sucre du lait, est différent à la fois du saccharose et du glucose (on pourra le faire goûter si l'on parvient à s'en procurer).

- 5. Pour continuer l'exploration du lait cru, on utilisera du lait cru qui aura reposé plusieurs jours, au réfrigérateur. A la louche, on récupérera la partie supérieure (un centimètre) qu'on mettra dans un bol, puis une partie intermédiaire, et on comparera en goûtant les trois fractions. On observera que la partie supérieure est comme la crème.*

Cette exploration gustative vise à enseigner aux enfants à décrire ce qu'ils mangent, afin qu'ils sachent apprécier les produits. Ils découvriront notamment qu'il existe différentes qualités de crème.

On pourra aussi comparer à de la crème du commerce, laquelle a étéensemencée par des ferments, qui lui donnent un goût particulier. On pourra lire l'étiquette de la crème du commerce, observer qu'elle est nommée « crème fraîche », observer que des « ferments lactiques » ont éventuellement été ajoutés.

En effet, on nomme « crème crue », et non « crème fraîche », la crème qui n'a subi aucun traitement thermique et est obtenue immédiatement après écrémage (jusqu'à la fin du XIX^e siècle, l'écrémage s'obtenait par simple repos du lait dans un endroit frais ; aujourd'hui les laiteries utilisent des écrémeuses centrifugeuses, la force de l'écrémage déterminant le taux de matière grasse). La « crème fraîche pasteurisée » n'a pas étéensemencée et porte souvent le nom de crème fleurette, qui n'est pas légal. La crème fraîche épaisse a subi une maturation par ensemencement avec des ferments lactiques. Elle a été pasteurisée. La crème UHT a été stérilisée (pendant deux secondes à plus de 150 °C) et ne doit pas être nommée crème fraîche. La crème double est enrichie en matières grasses. Elle est maturée. La crème aigre est préparée par fermentation bactérienne.

Si l'on dispose d'un microscope, on pourra effectuer une étude des trois fractions séparées.

- 6. Puis l'ensemble de la classe barattera la crème récupérée : on mettra cette dernière dans un récipient fermé d'un couvercle (un pot de confiture, par exemple), et les enfants agiteront vigoureusement le flacon jusqu'à ce que du petit lait se sépare et que du beurre apparaisse. On goûtera le petit lait et le beurre.*

Le barattage de la crème produit le beurre. C'est une opération assez longue et fatigante, qui peut également être faite à l'aide d'un mixer.

On notera sans l'expliquer le changement de couleur : alors que la crème est blanche, le beurre est jaune, et le petit lait est clair et blanc (pour comprendre expérimentalement les changements de couleurs, se reporter à l'atelier consacré aux blancs en neige.

On verra notamment la différence importante de goût entre le petit lait, la crème et le beurre.

7. *On chauffera alors 125 grammes de beurre, très doucement, dans un verre placé dans une casserole chaude : on observera la séparation en trois parties : une partie, au fond du verre, une partie majoritaire, intermédiaire, et une écume, au sommet du verre. On récupérera l'écume, puis on décantera la partie intermédiaire (« beurre clarifié ») dans un bol. On laissera refroidir, puis on goûtera le liquide du fond (le babeurre), la matière grasse (beurre clarifié) et l'écume.*

Le beurre est une émulsion de type eau dans huile : de l'eau où sont dissouts des composés variés (protéines, sels minéraux...) est dispersée dans la matière grasse sous la forme de minuscules gouttelettes.

Chauffé, le beurre fond et laisse venir, au fond du récipient, l'eau qu'il contient encore, tandis qu'une écume se forme en surface.

On pourra goûter les trois fractions, et démontrer que le babeurre contient de l'eau : en le chauffant à part, on peut faire condenser une fumée blanche sur un verre tenu dans la fumée blanche qui s'échappe du récipient où le babeurre est chauffé.

Prolongements :

On pourrait, ayant séparé les trois fractions, chercher à reconstituer du lait : on s'y prendra comme si l'on faisait une mayonnaise, c'est-à-dire qu'au babeurre, on ajoutera l'écume, puis le beurre clarifié fondu, goutte à goutte, tandis que l'on fouette. .

Références :

Documents du CIDIL

La casserole des enfants, H. This, Éditions Belin, Paris, 1997