

# Peut-on faire du chocolat en neige ?

## Objectif pédagogique :

Comprendre ce qu'est une émulsion.

Comprendre ce qu'est une mousse.

Apprendre à observer au microscope

## Notion principale abordée :

Couleur

Réflexion de la lumière

## Autres notions :

Les émulsions

Les mousses

Densité

Masse

Solubilité

## Durée :

2 heures

## Autonomie :

Le chauffage du chocolat doit se faire par l'enseignant. Le reste de la manipulation ne présente pas de danger.

## Fiche expérimentale :

*Matériel pour une classe de 30 enfants :*

- du sucre, du sel
- de l'huile de tournesol, de l'eau
- un oeuf
- 20 centilitres d'eau
- 250 grammes de chocolat à croquer ou de type dessert
- Glaçons ou eau froide
- 1 casserole assez grosse
- 1 fouet manuel
- 1 tablier
- 1 spatule en bois ou en plastique
- 1 plaque chauffante
- 1 verre doseur
- 1 saladier

- 200 grammes de crème
- 1 vieux pot de yaourt en verre
- 1 marteau
- 1 sac en plastique assez épais
- 1 loupe
- un récipient plus large que la casserole

*Protocole :*

*On veut étudier le blanc dans les aliments : on travaillera d'abord avec le sucre, le sel, les émulsions et le blanc d'œuf. Puis, on essaiera de donner une couleur blanche à du chocolat. On reprendra pour cela l'idée des blancs en neige et de la chantilly.*

1. L'enseignant demande à la classe quelle est la couleur du sucre ? Les enfants observent du sucre, puis du sel.
2. La classe se propose d'étudier le blanc dans les aliments. Les enfants considèrent, dans un premier temps, un mélange d'eau et d'huile.
3. Les enfants observent un blanc d'œuf et le battent en neige. Ils observent les bulles et discutent de la couleur observée au cours du battage.
4. Ayant fait moussé du blanc d'œuf, on cherche quels sont les autres liquides qui moussent.
5. On réalise de la crème fouettée. Puis on cherche à reproduire la mousse formée à partir de chocolat.
6. Le professeur propose alors à un enfant de mélanger, dans une casserole, 20 centilitres d'eau et 250 grammes de chocolat. L'enseignant fait chauffer doucement.
7. Quand le chocolat est fondu et dispersé, on retire la casserole du feu. On fouette l'émulsion formée en la refroidissant (on pose la casserole sur des glaçons ou dans de l'eau froide). On observe les bulles formées.
8. Les enfants fouettent l'émulsion en se relayant, jusqu'à éclaircissement.
9. On observe la mousse obtenue (couleur, structure...).
10. On fait chauffer la mousse obtenue : on observe le résultat (couleur, texture)
11. On bat à nouveau le système fondu (en le refroidissant).

## *Conseils pédagogiques*

### *1. L'enseignant demande à la classe quelle est la couleur du sucre ? Les enfants observent du sucre, puis du sel.*

Dans un premier temps, les enfants seront surpris par la demande de l'enseignant. Cependant, on pourra apporter plusieurs échantillons de sucre et constater que même du sucre dit « blanc » n'a pas toujours la même teinte.

Un petit tas de sucre cristal ou de sucre glace (que l'on peut obtenir à partir de sucre cristal écrasé au moyen d'un gros galet) est blanc. Toutefois, si l'on divise le tas, la blancheur « diminue », et, à la limite, un seul grain isolé de sucre cristal, observé à la loupe, est translucide.

D'autre part, la couleur du sucre dépend de la lumière qui l'éclaire. Par exemple, quand on éclaire du sucre avec une lumière colorée, il apparaît de la couleur de la lumière qui l'éclaire (pour obtenir des lumières de différentes couleurs, on place un intercalaire de couleur devant une lampe de bureau). Il semble donc que le sucre reflète la lumière qui l'entoure.

Pour faire comprendre aux enfants que ce sont effectivement les facettes des cristaux de sucre qui réfléchissent la lumière, on pourra partir d'un vieux pot de yaourt en verre et le placer dans les lumières utilisées pour éclairer le sucre. On observera les reflets, blancs ou colorés selon la lumière utilisée.

Puis, on brisera le pot en verre, placé dans le sac en plastique, afin d'éviter les éclats, à l'aide du marteau, et l'on formera un petit tas de verre. A intervalles réguliers, on prélèvera un éclat, que l'on observera avec les différentes lumières, et on continuera à voir des reflets. Quand les morceaux de verre seront de la taille des cristaux de sucre, on les observera à la loupe, pour confirmer que l'aspect est analogue à celui d'un cristal de sucre. Les enfants sauront alors que les morceaux de verre sont tous transparents, mais avec des éclats.

Puis, sous la lumière, on constituera progressivement un tas, en ajoutant éclat par éclat. Quand le nombre des éclats sera assez grand (plus d'une vingtaine), le nombre de reflets sera suffisant pour que l'on ne voit plus la transparence, mais la couleur de la lumière éclairante.

Enfin, on fera l'expérience de regarder de la lumière à travers une couche de sucre d'épaisseur croissante. Avec une seule couche de sucre, la lumière traverse, et du blanc apparaît : le sucre est donc translucide. Toutefois, avec un nombre suffisant de couches, la lumière est bloquée : elle a été réfléchi.

### *2. La classe se propose d'étudier le blanc dans les aliments. Les enfants considèrent, dans un premier temps, un mélange d'eau et d'huile.*

Quand on mélange de l'eau (transparente et incolore) et de l'huile (transparente et jaune), on obtient un liquide opaque et blanc. Ce mélange est une émulsion dont la couleur rappelle celle du lait (voir fiche sur la vinaigrette, mayonnaise) : l'huile est dispersée dans l'eau sous la forme de toutes petites gouttelettes. Chaque gouttelette réfléchissant la lumière blanche, le liquide paraît donc blanc.

On pourra comparer les gouttelettes d'huile aux grains de sucres. Dans les deux cas, on a des objets qui sont individuellement transparents ou translucides, mais qui ne laissent plus passer la lumière et qui la réfléchissent quand ils sont groupés.

3. *Les enfants observent un blanc d'œuf et le battent en neige. Ils observent les bulles et discutent de la couleur observée au cours du battage.*

Le blanc d'œuf est transparent à translucide, et jaune, tirant sur le vert. Quand on commence à le battre, on observe d'abord que le fouet introduit de grosses bulles. Les bulles seront observées individuellement : les enfants verront qu'elles sont transparentes (elles sont en effet composées d'air).

Toutefois, on conduira les enfants à voir que la partie supérieure des bulles réfléchit la lumière. On utilisera les lumières colorées précédemment utilisées pour vérifier que la lumière est simplement réfléchi, puisque la couleur qui apparaît est celle de la lumière qui éclaire les bulles. Selon les conditions d'observation, on pourra compter le nombre de reflets sur chaque bulle, et voir qu'il correspond au nombre de lampes puissantes de la pièce. En lumière du jour, on verra le reflet de la lumière passant par les fenêtres. Ces reflets seront généralement blancs.

Avec la poursuite du battage, on amènera les enfants à observer que les bulles sont de plus en plus nombreuses, et de plus en plus petites : le fouet pousse de l'air dans le liquide, en même temps que les fils coupent les bulles déjà présentes.

On observera que chaque bulle, même les plus petites, réfléchissent la lumière comme les grosses bulles, de sorte que, le nombre de bulle augmentant, le nombre de reflets augmente.

On pourra conduire le groupe à une activité d'estimation du nombre de bulles, notamment quand la mousse commence à prendre une couleur blanche en lumière blanche, c'est-à-dire pour trois couches de bulles.

4. *Ayant fait moussé du blanc d'œuf, on cherche quels sont les autres liquides qui moussent.*

Une discussion de classe cherche quels liquides moussent. Les enfants citent souvent l'eau où l'on a dissout du détergent. On fait le rapprochement, en ce qui concerne les bulles et la couleur, avec le blanc en neige.

Ils citent également souvent le lait et la crème, qui conduit à la crème fouettée, ou crème chantilly, quand elle est additionnée de sucre.

5. *On réalise de la crème fouettée. Puis on cherche à reproduire la mousse formée à partir de chocolat.*

Pour montrer aux enfants que la crème fouettée n'est pas nécessairement un produit qu'il faut acheter, on produira de la crème fouettée, en fouettant de la crème.

Soit on utilise de la crème épaisse que l'on détend avec un peu de lait ou d'eau, soit on utilise de la crème liquide. Dans les deux cas, il faut que les ustensiles et les ingrédients soient très froids. Le fouet doit bien pousser de l'air dans le liquide.

En sucrant la crème fouettée, on obtient de la crème Chantilly.

Puis on pourra engager une discussion du groupe pour comprendre ce qu'est la crème. On fera lire les étiquettes, pour comprendre que la crème est faite d'eau et de matière grasse ; d'une part ; d'autre part, on conduira les enfants à observer que le chocolat est composé essentiellement de matière grasse et de sucre. On comprendra alors qu'il manque de l'eau pour obtenir un système analogue à la crème.

6. *Le professeur propose alors à un enfant de mélanger, dans une casserole, 20 centilitres d'eau et 250 grammes de chocolat. L'enseignant fait chauffer doucement.*

Pour faire du chocolat Chantilly, il faut disperser des bulles d'air dans un système fait d'eau et de chocolat. On fera chauffer de l'eau dans une casserole où l'on ajoutera le chocolat à croquer.

On fera discuter les enfants pour qu'ils arrivent à dire que le sucre se dissout dans l'eau, mais que le chocolat ne peut se dissoudre, puisqu'il est composé de matière grasse. Il doit se disperser sous la forme de gouttelettes de matière grasse fondue (le beurre de cacao).

7. *Quand le chocolat est fondu et dispersé, on retire la casserole du feu. On fouette l'émulsion formée en la refroidissant (on pose la casserole sur des glaçons ou dans de l'eau froide). On observe les bulles formées.*

Le refroidissement est nécessaire pour solidifier la matière grasse, comme avec la crème : de la sorte, les bulles d'air introduites lors du battage sont piégées dans la masse.

Alors que la matière grasse laitière solidifie entre -10 °C et 50 °C, le beurre de cacao solidifie entre 34 °C et 37 °C. Le battage initial, à une température initiale supérieure à 37 °C, ne permet donc pas de stabiliser les bulles, qui ne seront retenues que lorsque la température sera devenue inférieure à 34 °C.

On conservera un échantillon de cette émulsion pour la comparer, plus tard, avec la mousse au chocolat.

Dès le début du battage, on peut observer la formation de grosses bulles. Ces dernières sont dues à l'introduction d'air dans l'émulsion chocolatée. A ce stade, les bulles d'air sont enveloppées d'une mince couche d'émulsion chocolatée liquide.

Si on observe les bulles, on peut constater, tout comme pour les blancs en neige, les reflets des lumières de la classe. On peut demander à un enfant d'aller éteindre les lumières et constater le résultat immédiat sur la couleur des bulles. Les bulles de chocolat marron foncées sur lesquelles se reflètent des lumières blanches paraissent marron claires. Le reste de l'émulsion reste marron foncé.

Pour faire mieux comprendre l'intérêt du fouet dans la formation d'une mousse (des bulles dispersées dans un liquide, ici de l'air dispersé dans l'eau), on fait tourner un crayon ou un petit fil de fer dans l'émulsion de chocolat et on observe que le crayon ou le fil n'introduisent pas de bulles d'air. En revanche, les mêmes crayon ou fil inclinés, et plongés en conservant un angle constant avec l'horizontale, poussent de l'air dans le liquide et forment des bulles. On en déduit que, pour faire une mousse, composée de bulles d'air dans le liquide, on devra effectuer un mouvement tournant, dans un plan vertical, du fouet.

On observera également qu'un fouet sera efficace s'il comporte beaucoup de fils : chaque fil pousse de l'air dans le liquide. On ajoutera que le manche doit être assez gros : on évoquera la crampe que les enfants ressentent souvent quand ils commencent à écrire ou dessiner avec des crayons.

On commentera le geste de fouetter la mousse : si l'épaule et le bras sont contractés, l'élève se fatiguera rapidement. D'où la nécessité de ne fouetter qu'avec un mouvement du poignet.

8. *Les enfants fouettent l'émulsion en se relayant, jusqu'à éclaircissement.*

La production de « chocolat Chantilly » est une opération assez longue : il faut attendre que la température devienne inférieure à 34 °C. . On fera se relayer les enfants de manière à ce que ni le fouetteur ni les spectateurs ne se lassent. On pourra ainsi commenter les gestes de chaque enfant et tenter d'améliorer la technique.

Les enfants qui opèrent seront munis d'un tablier et on prendra soin de protéger les abords du saladier.

Quand on poursuit donc le battage, l'action du fouet provoque une division des bulles en bulles de plus en plus nombreuses et de plus en plus petites. Dans un premier temps, la température du chocolat est trop élevée pour que les bulles soient stables. Quand la température de cristallisation du chocolat est atteinte, le volume de la sauce augment d'un coup (la sauce « foisonne »), tandis que sa couleur passe de marron foncée au marron clair. Ce changement de couleur est « identique » à celui qui était observé quand on fouette des blancs en neige, et est le signe de la présence de bulles d'air introduites par le fouet.

9. *On observe la mousse obtenue (couleur, structure...).*

La mousse obtenue est beaucoup plus claire que l'émulsion initiale. Cette éclaircissement est du à la réflexion de la lumière blanche sur toutes les petites bulles incorporées dans l'émulsion. Si on éclaire la mousse avec une lumière de couleur, on constate l'apparition de reflets colorés.

La texture a également changé. La mousse forme des petites houppes derrière le fouet : on n'a plus un liquide qui n'aurait pas de forme propre, mais bien une mousse qui garde la forme qui lui est donnée.

10. *On fait chauffer la mousse obtenue : on observe le résultat (couleur, texture)*

Sous l'action de la chaleur, les graisses du chocolat passent à l'état liquide et ne peuvent plus stabiliser les bulles. Ces dernières disparaissent donc et l'air qu'elles renfermaient s'échappe.

On retrouve la couleur et la texture de l'émulsion initiale.

Si le chauffage est partiel, quelques bulles persistent et le mélange reste un peu plus clair que l'émulsion initiale.

11. *On bat à nouveau le système fondu (en le refroidissant).*

Si l'on bat à nouveau la mousse qui a fondu, on obtient à nouveau une mousse stable. En effet, les matières grasses du chocolat peuvent fondre et recristalliser indéfiniment.

On pourra en profiter pour expliquer aux enfants qu'une crème fouettée qui a « grainé » ou qui est tournée en beurre peut être rattrapée : il suffit, comme pour l'émulsion de chocolat, de chauffer et de battre à nouveau en refroidissant. Jeter le produit serait un gâchis.

*Prolongements :*

Etude de la crème Chantilly :

Un enfant verse de la crème fleurette dans un saladier très froid, place le saladier dans un bac contenant des glaçons et commence à battre.

La confection de crème chantilly n'est pas une pratique dans les familles, qui achètent souvent le produit tout prêt. Il n'est pas inutile de montrer combien cette réalisation est simple.

Si l'on ne dispose pas de crème fleurette, on pourra utiliser de la crème épaisse que l'on allongera de lait ou de toute autre solution aqueuse : eau, jus d'orange, thé, café, bouillon...

Dès les premiers coups de fouets, les enfants pourront constater l'apparition de bulles. Ils pourront alors réfléchir collectivement à l'intérêt du battage et donc quel serait le geste le plus adapté pour fouetter.

Les premières bulles sont ensuite divisées en bulles plus petites à chaque coup de fouet. C'est le très grand nombre de toutes petites bulles qui donne sa consistance à la mousse finale.

Une fois la crème faite, le professeur pourra demander aux enfants ce qui s'est passé et, après leur avoir décrit les principaux composants de la crème fraîche (eau n%, matière grasse m%, protéines q%, sucres p%), il leur proposera de faire de la chantilly avec autre chose que la crème fleurette.

*Références :*

- La casserole des enfants (H. This, Editions Belin)