

Le concours de blanc en neige

Un « atelier expérimental du goût »

En 2000 et 2001 ont été produits, puis testés et évalués pédagogiquement des « Ateliers expérimentaux du goût » [1], qui visaient à réintroduire la cuisine à l'école. Toutefois, au lieu de transmettre des connaissances et des compétences techniques très locales, on a voulu allier des activités scientifiques à des activités artistiques, culturelles, technologiques et techniques.

Les « ateliers » sont des protocoles commentés, que l'on trouve en ligne, notamment sur le site du ministère de l'Éducation nationale, et qui nécessitent très peu de matériels et d'ingrédients, de sorte qu'ils peuvent être proposés en classe ou mis en œuvre à la maison à faible coût. La pédagogie proposée est active, comme dans les activités de *La main à la pâte* (avec quelques différences de point de vue).

L'objectif principal, à propos du goût, est le développement du sens de l'observation et du questionnement. Pour illustrer l'article qui précède dans ce numéro, nous publions ici un de ces « Ateliers » : le « concours de blanc en neige ».

Objectifs pédagogiques

Comprendre ce qu'est une mousse.

Comprendre pourquoi le blanc en neige est blanc.

Comprendre pourquoi le blanc en neige mousse et pas l'eau pure.

Comprendre pourquoi le blanc en neige bien battu est ferme.

Introduire les notions de liquide, gaz, molécules, protéines.

Introduire la notion de réflexion et d'absorption, de couleur.

Fiche expérimentale

Enquête : le blanc en neige est souvent utilisé en cuisine (soufflés, mousse au chocolat...); dans tous les cas, on veut obtenir un grand volume de mousse ferme. Quel volume maximal peut-on obtenir avec un blanc en neige ? Pourquoi est-il blanc ? Pourquoi est-il ferme ? On propose aux enfants de faire un concours de volume de blanc en neige.

Matériel

Sur le site, l'atelier est proposé pour une classe de trente enfants ; nous l'avons adapté ici à une expérience à la maison.

Matériel par participant : 1 œuf, 1 saladier, 1 fouet à main, de l'eau (un broc à disposition), un saladier commun (pour recueillir les jaunes d'œufs), une poubelle étanche (pour les coquilles, etc.).

Protocole expérimental

1. On demande aux enfants de casser les œufs et de mettre le blanc dans leur saladier. Les jaunes sont réservés pour une autre utilisation notamment culinaire.

2. Observation du blanc d'œuf, considérations sur l'œuf (structure, production...).

3. On demande aux enfants de fouetter un peu, afin d'obtenir quelques bulles. Observation du geste : on se demande quel est l'objectif de l'opération, et comment, connaissant cet objectif, on peut le réaliser. On observe et on décrit les bulles (couleur, forme, position...).

4. Comparaison avec de l'eau pure que l'on fouetterait.

5. On reprend le battage jusqu'à ce qu'il y ait plusieurs couches de bulles assez grosses dans le blanc. Observation des bulles, de la couleur générale.

6. On poursuit le battage. Observation des mousses obtenues.

7. Comparaison des mousses obtenues.

8. Réflexion sur la méthode utilisée pour fouetter des blancs en neige. Examen des limitations.

9. Ajouter une cuillerée à soupe d'eau dans les mousses et battage. On répète l'opération et on cherche ainsi quel volume maximal de mousse on peut atteindre.

Commentaire pédagogique

On reprend chaque phrase du protocole et on en donne des commentaires utiles à l'adulte qui accompagne l'enfant.

1. On demande aux enfants de casser les œufs, de mettre le blanc d'œuf dans leur saladier. Les jaunes sont mis dans le saladier commun.

Le geste est généralement connu des enfants, mais il n'a pas été souvent pratiqué en autonomie. On pourra faire l'expérience qui consiste à essayer de casser un œuf entre les deux mains, en pressant le petit bout vers le gros bout ; l'échec pourra conduire à des expériences de résistance des matériaux (voir « Prolongements possibles »). En revanche, tapoter le centre de l'œuf contre le rebord du saladier conduit à le casser. En effet, la force agit sur une épaisseur limitée à celle de la coquille.

Expliquer qu'il faut ensuite retourner l'œuf (au-dessus du saladier) pour mettre la cassure vers le haut, placer les deux pouces dans la cassure et ouvrir, en conservant le jaune dans une des demi-coquilles. Puis transvaser le jaune d'une demi-coquille à l'autre, en faisant couler le blanc dans le saladier.

On fera remarquer aux enfants qu'ils doivent récupérer le plus de blanc possible s'ils veulent obtenir un volume de mousse maximal. Pour leur faire comprendre ce point, il est souvent utile de leur rappeler que l'on obtient, en cuisine, plus de mousse avec deux blancs d'œuf qu'avec un seul.

On fera remarquer que « bien casser un œuf » consiste à bien séparer le jaune et le blanc. De ce fait, quand on fait passer l'œuf d'une demi-coquille dans l'autre, on doit prendre garde à ne pas casser le jaune, sous peine qu'il se mélange au blanc sans qu'on puisse ensuite l'en séparer.

À noter que, pour des raisons d'organisation, il est préférable de faire casser les œufs successivement quand on fait l'expérience avec plusieurs enfants (chacun cassant un œuf, apprenant à le faire) ; lors de cette séquence, il est bon que l'ensemble des participants commente le geste effectué par chaque enfant qui manipule. Cette procédure donne également l'occasion de verbaliser le geste, ce qui conduit souvent à une amélioration progressive. La succession des observations permet enfin la constitution d'une expérience collective. Les jaunes et les coquilles peuvent être utilisés pour d'autres expériences.

2. Observation du blanc d'œuf, considérations sur l'œuf (structure, production...).

On commencera par observer le blanc d'œuf : ce dernier n'est pas blanc, mais transparent, et un peu jaune, tirant vers le vert. Discussion sur la dénomination « blanc d'œuf » : les enfants constateront la couleur blanche du blanc d'œuf cuit et comprendront, de ce fait, pourquoi le blanc d'œuf est ainsi nommé. On fera remarquer que ce phénomène (familier) est pourtant tout à fait extraordinaire et l'on pourra diriger une discussion : les enfants connaissent-ils d'autres exemples de produits qui durcissent en chauffant ?

Commentaires sur la couleur : pour poursuivre, on pourra éclairer le blanc d'œuf cuit par de la lumière colorée (si possible dans le noir, avec une lampe de bureau ou une lampe de poche masquée par un intercalaire de plastique coloré) et observer que le blanc n'est alors plus blanc mais coloré selon la lumière qu'il reçoit. Possibilités de commentaire sur l'absorption, l'émission.

Discussion sur la structure de l'œuf : le jaune, le blanc. Observation de zones différentes dans le blanc (en posant un blanc dans un récipient plat, de type poêle, on voit des zones d'épaisseurs différentes, en marge du jaune).

Discussion sur la production de l'œuf : présentation de documents montrant les étapes successives de la constitution d'un œuf dans la poule, présentation de documents sur la production industrielle des œufs (figure 1).

3. On demande aux enfants de fouetter un peu le blanc afin d'obtenir quelques bulles. Observation du geste : on se demande quel est l'objectif de l'opération, et comment, connaissant cet objectif, on peut le réaliser. On observe et on décrit les bulles (couleur, forme, position...).

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 un blanc d'œuf 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 si la vitesse est suffisante. On en déduit que pour faire une mousse, composée de bulles d'air dans le liquide que constitue le blanc d'œuf, 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 ; rapprochement avec la crampe de l'écrivain.

On fera des commentaires sur le geste de fouetter des blancs en neige : si l'épaule et le bras sont contractés, l'enfant se fatiguera rapidement, d'où la nécessité de ne fouetter qu'avec le poignet.



Figure 1 - Échographie d'un jaune d'œuf : on aperçoit les couches de « jaune clair » et de « jaune profond », correspondant à la production du jaune dans l'alternance jour/nuit.

Les bulles seront observées individuellement. On fera dire progressivement aux enfants qu'elles sont transparentes (elles sont en effet composées d'air, figure 2) et qu'on voit des reflets sur leur partie supérieure. 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 souvent blancs. Puis on éclairera les bulles par de la lumière colorée (voir ci-avant), et on observera que des reflets de couleur apparaissent.

On pourra aussi observer que les bulles formées sont à la surface du liquide. Considérations de densité (air moins dense que l'eau). Chaque bulle est couverte d'une mince pellicule de liquide ; on essaiera de les percer à l'aide d'une pointe de crayon. On observera des groupements éventuels de bulles ; à l'aide d'un crayon, on essaiera de les dégroupier, de les déplacer.

On conclura cette partie en se demandant pourquoi les bulles sont (relativement) stables dans les blancs d'œufs et pas dans l'eau. D'où des considérations sur la constitution de l'eau et du blanc d'œuf. À noter que ces études seraient plus difficiles avec des bulles de savon car elles sont plus fragiles.

L'eau : sans s'appesantir sur ce thème, on demandera aux enfants s'ils savent ce qu'est l'eau (observation d'un verre d'eau). Ils répondent généralement que c'est un liquide transparent. De quoi est-il fait et pourquoi l'eau est-elle liquide ? Pour introduire à la constitution de l'eau en molécules (on fera écrire le mot, étymologie, histoire), on prendra de petites billes que l'on mettra dans un verre, puis que l'on versera dans un saladier. On expliquera que les molécules sont comme des billes invisibles (on pourra faire l'expérience, plusieurs fois de suite, avec des billes de plus en plus petites, transparentes si

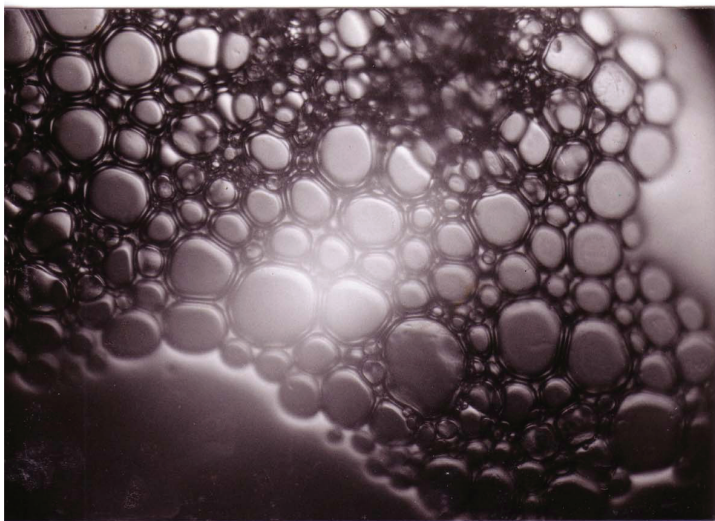
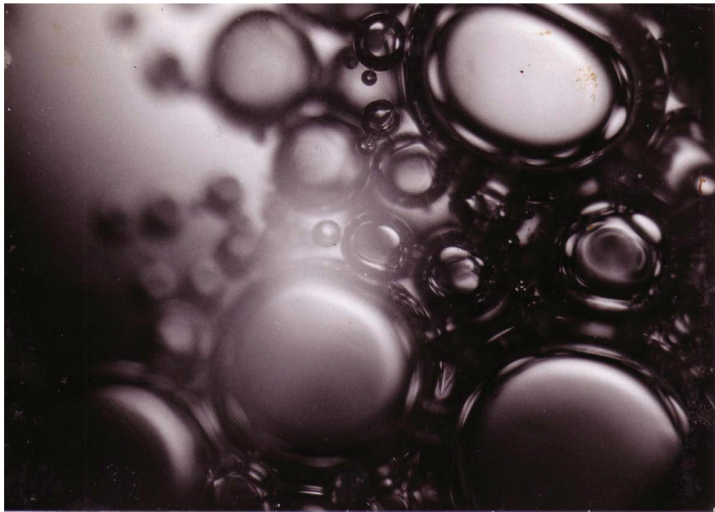


Figure 2 - Blanc d'œuf battu en neige en début de battage (en haut, grosses bulles) et en fin de battage (en bas, petites bulles tassées les unes contre les autres). Sur ces images, la largeur du champ est de 2 mm. On observe que chaque bulle d'air est transparente. Le système physico-chimique formé est nommé « mousse ».

possible). Toutefois, la différence entre des billes et des molécules tient à leur mouvement : les molécules sont en mouvement permanent même quand l'eau est immobile, alors que les billes ne bougent pas si le verre est immobile. À noter que des enfants même très jeunes comprennent parfaitement cette idée ; ceux qui ont le plus de mal parviennent à imaginer les molécules quand on leur demande de fermer les yeux.

On examinera ensuite le blanc d'œuf afin de chercher les différences moléculaires qui expliquent les différences de moussabilité entre le blanc d'œuf et l'eau pure.

Par exemple, on pourra chauffer doucement un blanc d'œuf dans une poêle, et observer un dégagement de fumée blanche ; on pourra expliquer la différence entre vapeur (invisible) et fumée (visible parce que composée de gouttelettes condensées, si petites qu'elles sont individuellement invisibles). Puis on condensera la fumée sur une surface transparente froide (saladier ou bol, par exemple). À l'aide d'un couvercle posé ensuite sur la poêle, on pourra récupérer assez d'eau sur le couvercle pour la goûter et conclure que le blanc d'œuf contient de l'eau. En fin d'opération, il ne reste dans la poêle qu'une mince feuille transparente, jaune-brun, qui ressemble à une feuille de gélatine. On expliquera qu'elle est composée de molécules qui, dans un blanc d'œuf battu en

neige, enrobent les bulles d'air et les stabilisent dans l'eau. Ces molécules se nomment « protéines ».

4. Comparaison avec de l'eau pure que l'on fouetterait.

Cette fois, on observe la formation de bulles, mais elles ne sont pas stables. On conclut que les bulles ne sont pas stabilisées, de sorte qu'elles explosent à l'air. On corrobore l'explication précédente.

5. On reprend le battage jusqu'à ce qu'il y ait plusieurs couches de bulles assez grosses dans le blanc. Observation des bulles, de la couleur générale.

On observera que les bulles deviennent de plus en plus nombreuses et de plus en plus petites. On fera discuter les enfants pour qu'ils disent que le fouet divise répétitivement les bulles déjà formées, tandis qu'il en introduit de nouvelles. Constitution de plusieurs couches de bulles.

Puis on s'interrogera sur la couleur blanche qui apparaît progressivement (à partir de trois couches de bulles environ : on pourra manipuler les bulles à l'aide d'un crayon afin de voir à partir de quelle quantité de couches la couleur blanche apparaît). On observera chaque bulle, à la recherche des reflets lumineux déjà observés. On conclura que chaque bulle porte encore des reflets, que les bulles deviennent presque imperceptibles à l'œil nu, mais que l'on continue de voir des reflets, de plus en plus nombreux. Finalement, on ne voit que les reflets et plus les bulles. Les reflets étant blancs, le blanc d'œuf fouetté apparaît blanc.

On observera alors la mousse en formation à l'aide de la lumière colorée, et l'on verra qu'elle est de la couleur de la lumière. Interprétation en termes de reflets. Discussion sur la dénomination du nom « blanc en neige » en relation avec la couleur. Éventuellement, comparaison avec la neige (composition, structure, formation).

6. On poursuit le battage. Observation des mousses obtenues.

On cherchera quand des blancs en neige sont suffisamment battus. Qu'est-ce qu'un blanc ferme ? Généralement, les enfants pensent que les blancs en neige sont fermes quand ils ne coulent pas si l'on renverse le saladier. On signalera que les professionnels battent jusqu'à ce que les blancs en neige supportent un œuf entier, dans sa coquille, sans que ce dernier s'enfonce (ce qui est contestable d'un point de vue microbiologique, sauf à considérer que le lysozyme, une protéine du blanc d'œuf, a une action antibactérienne suffisante pour éviter tout désagrément).

Observation de la mousse à ce stade : les bulles ne sont plus visibles à l'œil nu, mais une loupe (ou mieux, un microscope) permet encore de les voir.

Couleur : on poursuivra les observations de (5) en regardant les bulles à la loupe, et en voyant les reflets. On conclura que les blancs en neige sont blancs parce que les bulles, devenues invisibles à l'œil nu, réfléchissent la lumière blanche. D'où la question que l'on introduira : si la lumière est réfléchiée par les bulles, elle n'entre pas dans les blancs ; de ce fait, quelle est la couleur à l'intérieur d'un blanc en neige ? Discussion à organiser pour faire conclure qu'il fait sans doute noir (pas de lumière). Pour le vérifier, on posera une plaque transparente en biais dans un saladier, et on regardera une lumière à travers des couches d'épaisseur croissante de blanc en neige. On verra qu'à partir d'une quinzaine de centimètres, la lumière ne parvient plus à l'œil. En revanche, si l'on se place du côté de la lumière, on verra que la couleur blanche se constitue

progressivement, des zones les plus minces (très peu de reflets) aux zones les plus épaisses (réflexion quasi totale). On conclura qu'il fait noir dans un blanc en neige de plus de 15 cm de rayon.

Fermeté des mousses formées : on se demandera pourquoi le blanc battu en neige est ferme alors qu'il est composé de blanc d'œuf, qui est liquide, et d'air, qui est gazeux. Pour l'expliquer, on reprendra l'observation précédente, où les bulles peu nombreuses pouvaient bouger. Dans le blanc bien battu, les bulles sont tassées les unes contre les autres, et elles ne bougent pas facilement, individuellement. Si aucune ne peut bouger, l'ensemble ne bouge pas facilement, et il ne s'écoule pas, notamment. On pourra prononcer le nom de « mousse », qui est celui par lequel les physiciens décrivent un tel système.

7. Comparaison des mousses obtenues.

À noter que l'on juge principalement le volume. Difficulté d'évaluation. Les blancs en neige peuvent être dispersés dans le saladier. Peut-on les réunir en une masse afin de juger plus facilement ? (réponse : oui). En bougeant les blancs, ne risquent-on pas de les faire retomber ? (réponse : oui, mais peu).

Cette évaluation doit montrer qu'à part des cas pathologiques (présence de jaunes, perte de blanc qui aurait débordé en cours de battage...), tous les blancs ont un volume du même ordre de grandeur. Discussion des façons de mieux juger, mise au point (en discussion) de méthodes de comparaison ou de mesure.

8. Réflexion sur la méthode utilisée pour fouetter des blancs en neige. Examen des limitations.

Il s'agit de se demander pourquoi le volume de blanc en neige est limité à celui qui est finalement observé. En changeant la méthode, obtiendrait-on plus de volume ? Ici, on a fouetté, mais on pourrait aussi faire venir des bulles par le fond, tout comme des bulles se forment quand on souffle à l'aide d'une paille dans un verre. Quel volume obtiendrait-on alors ? Que serait la taille des bulles ? On pourra faire l'expérience.

Pourquoi le volume est-il limité ? On conduira l'analyse de cette question en faisant dire aux enfants les composants du système : essentiellement de l'eau, des protéines, de l'air. On enchainera en leur faisant dire que l'on obtient plus de blanc en neige quand on utilise plus de blanc d'œuf. Pour une quantité de blanc d'œuf limitée à un blanc, on leur fera comprendre que l'on manque soit d'eau, soit de protéines, soit d'air. Puis on leur fera dire que l'air ne manque pas. On manque donc soit d'eau, soit de protéines. Comment savoir lequel des deux est l'élément limitant ? On dressera une liste des conjectures fournies par les enfants. Puis on dira qu'on peut faire des expériences pour le savoir : ajouter de l'eau, ou bien ajouter des protéines. On demandera aux enfants quelle est, selon eux, l'expérience la plus simple, et on conclura qu'il faut ajouter de l'eau.

9. Ajouter de l'eau dans les mousses et battage.

On cherche ainsi quel volume maximal de mousse on peut atteindre.

On fera l'expérience suivante : dans un premier saladier contenant un blanc battu en neige, on ajoutera une cuillerée d'eau et l'on battra ; puis, quand on aura récupéré une mousse ferme, on ajoutera une deuxième cuillerée, etc. On observera que le volume obtenu augmente avec la quantité d'eau ajoutée (pour les fortes quantités d'eau ajoutées, on ajoutera

l'eau très progressivement). On déduira de cette expérience que l'eau manquait pour obtenir un volume supérieur de mousse. On observera que la mousse est toutefois plus fragile qu'avec le blanc d'œuf pur.

D'où la question : quel volume maximal peut-on atteindre ? Si l'on se contente d'ajouter de l'eau, ce volume sera finalement limité par la quantité de protéines (environ dix pour cent d'un blanc d'œuf, en masse). On montrera en schéma un blanc en neige, avec une ou deux couches de protéines autour de chaque bulle, et on donnera la méthode de détermination du volume maximal du blanc en neige : ajouter progressivement de l'eau en fouettant. À noter que l'expérience montre que l'on obtient facilement plusieurs litres de blanc en neige à partir d'un seul blanc d'œuf.

Conclusion sur la méthode expérimentale.

On fera remarquer la méthode qui a été utilisée. On est parti d'une observation et on a cherché à comprendre, en faisant l'hypothèse de l'existence des protéines, molécules aux propriétés tensioactives (c'est-à-dire ici « moussantes »). Puis on a analysé la formation des blancs en neige, et on a prévu que l'eau manquait. Une expérience en a donné une confirmation.

Prolongements possibles

Pour poursuivre l'expérience sur la résistance de la coquille d'œuf, on pourra faire l'expérience qui consiste à poser une plaque de bois sur des rouleaux de papier toilette et à monter à plusieurs sur la plaque, sans que les rouleaux s'écrasent. L'expérience montre que les matériaux de type plaque résistent généralement bien en compression.

Une autre expérience peut être utilement faite avec les coquilles : elle consiste à couvrir des coquilles de vinaigre d'alcool blanc (encore nommé vinaigre cristal). Des bulles apparaissent immédiatement. On pourra alors explorer cette réaction (fiche ultérieure).

Avec les jaunes, on pourra notamment tester la présence d'eau dans les jaunes en les chauffant doucement, puis en examinant la condensation de la vapeur sur un verre placé au-dessus de la poêle.

On pourra poursuivre l'étude des couleurs des matériaux en éclairant divers objets colorés par diverses couleurs, toujours à l'aide du système d'intercalaires colorés, ou bien à l'aide de toupies faites d'un disque de carton fixé sur un crayon et colorié de diverses façons.

Avec les enfants les plus disciplinés, on pourra « jouer aux molécules » : quelques enfants devront avoir un déplacement rectiligne, avec des réflexions sur les obstacles (éventuellement des camarades) de type spéculaire (angle d'incidence égal à l'angle de réflexion). On reproduira trois situations : liquide à température ambiante (les enfants auront des vitesses constantes, notables, et différentes) ; solide (ils se tiendront par la main, en vibrant sur place, comme les molécules d'eau dans de la glace) ; vapeur (ils se déplaceront à grande vitesse, en occupant tout l'espace disponible).

Présentation des protéines : on expliquera que ce sont des molécules. On en présentera un modèle simple : les protéines



© Can Stock Photo/Magone.

sont comme des colliers de perles tassés sur eux-mêmes et composés de perles de vingt sortes. On pourra réaliser un tel collier, avec des perles dans les tons bleus et des perles dans les tons rouges, et expliquer que certaines perles (les rouges) sont hydrophobes (comme l'huile, elles ne se mélangent pas bien à l'eau : faire l'expérience de verser de l'huile sur de l'eau et de fouetter, puis d'observer les phénomènes), tandis que d'autres perles (les bleues) sont hydrophiles (comme de l'alcool à 90°, elles se mélangent parfaitement à l'eau). Pour affiner le modèle de protéines, on mettra le collier dans une configuration où les perles rouges seront au cœur et les perles bleues à l'extérieur de l'amas.

Pour les enfants qui le demanderaient, on pourrait expliquer pourquoi les protéines du blanc d'œuf stabilisent les bulles d'air : le fouet les déroule, de sorte qu'elles viennent spontanément placer leur partie hydrophobe contre les bulles d'air, également hydrophobes. Les bulles d'air ainsi recouvertes de protéines déroulées sont stabilisées dans l'eau.

On pourra explorer la cuisson de l'œuf dur : recueil des recettes, analyse expérimentale des procédures, méthodes rationnelles pour obtenir un jaune bien centré dans le blanc, conservation, reconnaissance d'un œuf frais et d'un œuf dur, flottabilité...

Étude de la coquille d'œuf : observation de la membrane (« chorion »), étude de la résistance du chorion (on le fait sécher), mesure de la masse de la coquille de plusieurs œufs (pesée), et comparaison des masses des diverses parties des œufs (jaune, blanc, coquille).

On pourra prolonger cette étude par des comparaisons de blancs d'œufs battus en neige avec un peu de sel ou avec un peu de jus de citron. On comparera aussi avec des blancs où l'on a mis une goutte d'huile et des blancs où l'on a mis du jaune d'œuf.

Tracé géométrique de l'œuf. On travaille sur une planche de bois sur laquelle on fixe une feuille, maintenue par des punaises. On attache une extrémité de la ficelle sur une punaise et on plante deux autres punaises sur la planche. On attache l'extrémité libre de la ficelle à un crayon, puis on tend la ficelle et on trace la courbe qui s'établit quand on fait tourner la ficelle autour de son axe. On obtient des résultats différents selon la position relative des trois punaises. Quand les trois punaises sont alignées, on obtient un tracé courbe bien symétrique : celui de l'œuf. L'écart entre les deux punaises libres fait varier le contraste entre les deux sommets de l'œuf. Quand les trois punaises ne sont pas alignées, on obtient un œuf asymétrique.

Référence et bibliographie

- [1] www2.agroparistech.fr/Les-Ateliers-experimentaux-du-gout.html
- H. This, *La casserole des enfants*, Éditions Belin, 1997 : un livre qui s'adresse aux enfants, mais que les professeurs d'école et parents pourront également lire. Il comporte notamment d'autres « fiches expérimentales » en annexe
- *Les petits débrouillards*, Éditions Belin, 1995.
- Association Les petits débrouillards : www.lespetitsdebrouillards-idf.org
- Mouvement La main à la pâte : www.fondation-lamap.org
- Dossier Inra « L'œuf au trésor », 2013, <http://inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/231010-b6620-resource--l-oeuf-aux-tresors-.html>
- H. This, *Les secrets de la casserole*, Éditions Belin, 1995.
- H. This, *Révélation gastronomiques*, Éditions Belin, 1993.
- Dossier hors-série « Science et gastronomie », *Pour la Science*, 1995.

Hervé THIS,

Physico-chimiste Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR 0782 SayFood, et Group of Molecular Gastronomy, INRAE-AgroParisTech International Centre for Molecular Gastronomy, Paris, membre de l'Académie d'agriculture de France.

*herve.this@agroparistech.fr