

Pourquoi fait-on le pain avec de la farine de blé ?

En raison de sa longueur, le travail sur la pizza peut se faire en trois séances.

Objectif pédagogique :

Explorer la farine

Appréhender la puissance de la méthode de l'analyse chimique

Notion principale abordée :

La composition de la farine de blé

Analyse chimique

Durée :

2 heures

Autonomie :

L'ensemble des manipulations ne présente aucun danger. Les enfants peuvent manipuler seuls.

Fiche expérimentale :

Matériel pour une classe de 30 enfants :

- 15 saladiers (un enfant sur deux en apporte un, incassable si possible)
- 15 cruches (un enfant sur deux en apporte une, incassable si possible)
- 15 petites cuillers
- 3 kilogrammes de farine de type 55
- Une balance
- Un verre doseur
- Une mesure exacte de un décilitre
- De la teinture d'iode

Protocole :

On explorera la farine de blé. On constatera, dans un premier temps, que les mesures de volume et de masse ne sont pas équivalentes dans le cas de la farine. Puis on séparera les différents composants de la farine et on tentera de comprendre les propriétés de chacun.

1. L'enseignant montre à quoi correspondent 100 grammes d'eau, d'huile, de lait, de beurre, de carottes, de pomme, de café, de pomme de terre... Puis il propose de mesurer 100 grammes de farine. Peut-on utiliser un verre doseur de cuisine? Il propose à un enfant de remplir, devant la classe, le verre doseur jusqu'à la graduation 100 grammes. Puis il demande à un autre enfant de peser cette masse de farine. D'où la question : à quel instrument se fier?
2. Pour montrer que la mesure d'un volume de farine ne donne pas une bonne indication de la masse, le professeur demande à un enfant de verser dans le verre doseur de la farine jusqu'à la graduation « 100 grammes ». Puis un autre enfant vient donner de petits coups répétés sur le flanc du verre doseur. La classe observe que le niveau de la farine baisse. L'enfant qui verse

la farine ajoute alors de quoi atteindre le repère « 100 grammes ». On pèse à nouveau la masse de farine et on discute l'intérêt du verre doseur pour mesurer des masses de farine.

3. On répète l'expérience en remplaçant la farine par de l'eau : on remplit jusqu'à la graduation « 100 grammes », puis on pèse. Comme les verres doseurs sont souvent faux, on pourra chercher qui, du verre doseur ou de la balance, donne l'indication la plus précise de 100 grammes d'eau. A cette fin, on devra soit utiliser un décilitre étalonné, soit une balance munie de poids étalonnés, soit enfin construire un récipient parallélépipédique de papier, dont la base carrée aura 5 centimètres de côté et dont la hauteur sera égale à 4 centimètres ; on remplira le parallélépipède d'eau, que l'on pèsera. Puis on versera cette eau dans le verre doseur, pour voir quel volume ce dernier indique.

4. Dans chaque binôme, l'enfant qui a apporté le saladier y reçoit 100 grammes de farine (pesée). Son camarade qui apporté la cruche verse une cuillerée à café d'eau dans le saladier. L'enfant qui a apporté le saladier triture alors la farine et l'eau, tandis que l'eau est ajoutée cuillerée par cuillerée jusqu'à ce qu'une boule de pâte qui ne colle pas aux mains ni au saladier soit obtenue. L'enfant qui a le saladier pétrit alors longuement la boule de pâte, qui doit devenir très ferme.

5. Les enfants conservent la boule de pâte. Tous vont se laver les mains et laver les saladiers.

6. L'enfant qui a apporté le saladier reprend sa boule de pâte, et il la triture délicatement, tandis que son camarade verse très doucement de l'eau dessus. Les enfants observent.

7. Quand le pâton ne laisse plus partir de poudre blanche, les enfants ont entre les mains une petite masse élastique : le gluten.

8. Quand l'amidon a sédimenté, l'enfant qui versait l'eau décante l'eau du saladier, et on conserve l'amidon, qu'on laisse sécher dans le saladier. Une fois sec, on pèse, et on additionne la masse d'amidon et la masse de gluten. On compare avec la masse initiale de farine (100 grammes), et l'on s'interroge sur les différences éventuelles.

9. On utilise une goutte de teinture d'iode que l'on dépose sur le gluten, une goutte de teinture d'iode que l'on met sur l'amidon, et une goutte de teinture d'iode que l'on met sur un pâton fait de farine et d'eau. On observe le changement éventuel de couleur en comparant à une goutte de teinture d'iode posée sur une rondelle de carotte.

Commentaires pédagogiques :

1. L'enseignant montre à quoi correspondent 100 grammes d'eau, d'huile, de lait, de beurre, de carottes, de pomme, de café, de pomme de terre... Puis il propose de mesurer 100 grammes de farine. Peut-on utiliser un verre doseur de cuisine? Il propose à un enfant de remplir, devant la classe, le verre doseur jusqu'à la graduation 100 grammes. Puis il demande à un autre enfant de peser cette masse de farine. D'où la question : à quel instrument se fier?

Il s'agit là d'une découverte des ordres de grandeur courants. On veut notamment initier les enfants à des quantités perceptibles.

D'autre part, cette étape veut montrer aux enfants l'intérêt de la mesure, et les précautions qui doivent être prises pour effectuer convenablement cette mesure. La première chose que montre l'expérience est une différence de volume de la même masse pour des produits différents.

Si l'on dispose de beaucoup de matériel, on peut évidemment faire faire l'expérience à tous les enfants. Sinon, deux élèves seulement feront l'expérience devant le reste de la classe. On leur demandera de décrire les gestes qu'ils font, et on demandera à la classe de commenter les gestes et les commentaires des élèves expérimentateurs.

L'expérience montrera une différence (parfois considérable : jusqu'à 30 pour cent !) entre l'indication du verre doseur et l'indication de la balance.

2. Pour montrer que la mesure d'un volume de farine ne donne pas une bonne indication de la masse, le professeur demande à un enfant de verser dans le verre doseur de la farine jusqu'à la graduation « 100 grammes ». Puis un autre enfant vient donner de petits coups répétés sur le flanc du verre doseur. La classe observe que le niveau de la farine baisse. L'enfant qui verse la farine ajoute alors de quoi atteindre le repère « 100 grammes ». On pèse à nouveau la masse de farine et on discute l'intérêt du verre doseur pour mesurer des masses de farine.

On veut montrer que les produits composés de poudre peuvent se tasser. La mesure de volumes donne donc de très mauvais résultats pour de tels produits.

La pesée donne généralement un résultat différent de 100 grammes. Ce résultat ne sera pas celui qui avait été obtenu précédemment (on expliquera que la farine s'est tassée), ni celui du verre doseur. On conclura que le verre doseur est un mauvais instrument pour la mesure des masses de poudres telles que la farine.

Pour interpréter le phénomène, on pourra utiliser des cubes en vrac dans un sac, et les comparer à des cubes parfaitement empilés, qui prennent moins de place. On peut notamment faire une estimation de l'effet, en mesurant le volume.

On pourra aussi utiliser une loupe ou un microscope pour observer que la farine est faite de petits grains aux formes irrégulières. Les enfants comprennent facilement que les petits grains peuvent occuper les interstices entre les gros grains.

3. *On répète l'expérience en remplaçant la farine par de l'eau : on remplit jusqu'à la graduation « 100 grammes », puis on pèse. Comme les verres doseurs sont souvent faux, on pourra chercher qui, du verre doseur ou de la balance, donne l'indication la plus précise de 100 grammes d'eau. A cette fin, on devra soit utiliser un décilitre étalonné, soit une balance munie de poids étalonnés, soit enfin construire un récipient parallélépipédique de papier, dont la base carrée aura 5 centimètres de côté et dont la hauteur sera égale à 4 centimètres ; on remplira le parallélépipède d'eau, que l'on pèsera. Puis on versera cette eau dans le verre doseur, pour voir quel volume ce dernier indique.*

On observe cette fois, en remplissant le verre une fois jusqu'au repère « 100 grammes », puis une autre fois en tapotant le bord du verre, que les indications de la balance sont constantes. On conclut que l'eau ne se tasse pas comme la farine.

L'expérience du tassement de la farine semble montrer que la mesure à l'aide du verre doseur est fautive, mais elle ne démontre pas que la mesure à la balance soit juste. Pour approfondir cette notion de la difficulté des mesures, on pourra comparer la masse d'eau dans un décilitre étalonné, pesée sur la balance, et comparer plusieurs balances.

Partant de l'idée que la masse d'un litre d'eau (un décimètre cube) est égale à un kilogramme, on pourra construire un récipient en papier de un dixième de décimètre cube, remplir ce récipient et peser le volume d'eau.

4. *Dans chaque binôme, l'enfant qui a apporté le saladier y reçoit 100 grammes de farine (pesée). Son camarade qui apporté la cruche verse une cuillerée à café d'eau dans le saladier. L'enfant qui a apporté le saladier triture alors la farine et l'eau, tandis que l'eau est ajoutée cuillerée par cuillerée jusqu'à ce qu'une boule de pâte qui ne colle pas aux mains ni au saladier soit obtenue. L'enfant qui a le saladier pétrit alors longuement la boule de pâte, qui doit devenir très ferme.*

Lors de cette opération, les enfants observeront que les grains de farine s'attachent les uns aux autres. Toutefois cette masse est différente de celle que l'on obtient quand on mouille du sable et que l'on pétrit la pâte formée. Notamment, on leur fera observer la présence de zones analogues à des fils épais, quand on étire la pâte. A noter que cette cohésion particulière des grains d'amidon résulte de l'ajout de l'eau, qui contribue à des liaisons entre les molécules du gluten, présentées ci-dessous.

5. *Les enfants conservent la boule de pâte. Tous vont se laver les mains et laver les saladiers.*

Cette opération est indispensable pour préparer la suivante. Notamment les saladiers ne doivent plus contenir de trace de farine, sans quoi les enfants ne pourront observer le dépôt de l'amidon.

6. *L'enfant qui a apporté le saladier reprend sa boule de pâte, et il la triture délicatement, tandis que son camarade verse très doucement de l'eau dessus. Les enfants observent.* Lors de l'opération, une poudre blanche est éliminée de la boule de pâte et passe, avec l'eau, dans le saladier. Cette poudre blanche qui s'accumule au fond des saladiers est ce que l'on nomme l'amidon. En fin d'opération, on pourra la récupérer en décantant l'eau et en laissant les saladiers sécher (par exemple, au-dessus d'un radiateur). On pourra peser l'amidon pour montrer un ordre de grandeur de sa proportion.

7. *Quand le pâton ne laisse plus partir de poudre blanche, les enfants ont entre les mains une petite masse élastique : le gluten.*

Le gluten est composé de molécules qui se lient en présence d'eau, formant une masse élastique. Ces molécules sont des protéines.

L'expérience qui consiste à séparer le gluten de l'amidon a été attribuée au chimiste italien Jacopo Beccari, mais Denis Diderot, dans ses *Éléments de physiologie* donne des sources différentes : « En Italie, M. Beccari, et à Strasbourg MM. Kessel et Mayer voulurent connaître les parties constituantes de la farine ; ils la lavèrent à plusieurs eaux ; ils en séparèrent l'amidon ; ils en tirèrent une substance qui ressemble beaucoup à une substance animale : aussitôt M. Rouelle à Paris, M. Macquer et les plus habiles de nos chimistes reprirent ces expériences et les poussèrent aussi loin qu'elles purent aller ; ils trouvèrent que l'amidon ne contenait, pour bien dire, que les parties végétales de la farine ; qu'en enlevant l'amidon, il restait un gluten qu'ils appelèrent végéto-animal : toutes ses parties sont si rapprochées et si liées entre elles, qu'on ne peut les séparer : quand on le tire, il s'étend dans tous les sens ; et quand on l'abandonne, il se replie sur lui-même et reprend sa première forme, comme le fait le tissu de la peau qui tour à tour s'étend et se resserre ».

A noter que le principe de l'expérience est très général en analyse chimique : on sépare des fractions, répétitivement, jusqu'à ce que les fractions obtenues ne soient plus composées que d'un seul type de molécules.

Les enfants comprendront, en manipulant le gluten, que sa formation dans la pâte (voir la fiche Pain III) maintient la boule de pâte qui, sans le gluten, s'étalerait à mesure que le gaz libéré par les levures (le dioxyde de carbone) s'accumule dans la pâte et la fait gonfler.



Figure 1. Le gluten extrait d'un pâton fait de farine et d'eau.

8. *Quand l'amidon a sédimenté, l'enfant qui versait l'eau décante l'eau du saladier, et on conserve l'amidon, qu'on laisse sécher dans le saladier. Une fois sec, on pèse, et on additionne la masse d'amidon et la masse de gluten. On compare avec la masse initiale de farine (100 grammes), et l'on s'interroge sur les différences éventuelles.*

La décantation est une opération courante de chimie. Les enfants devront prendre garde à ne pas agiter le saladier, sous peine de remettre l'amidon en suspension. C'est surtout en fin d'opération qu'ils devront prendre garde à verser lentement l'eau.

Le séchage peut durer un jour ou deux, selon la quantité d'eau qui est restée dans le saladier et selon la température d'évaporation.

Les enfants ne peuvent deviner, avec cette expérience, qu'une petite partie de la farine est soluble, de sorte que la somme de la masse de l'amidon et de la masse du gluten est inférieure à la masse initiale de farine. Toutefois cette partie soluble est faible, et elle sera sans doute imperceptible dans les conditions où sera faite l'expérience. Ils pourront remarquer, en revanche, qu'une partie de l'amidon est resté collée aux parois des récipients, d'où des pertes. Ce qui importe, ici, c'est que les enfants retrouvent une valeur proche de 100 grammes.

Dans l'interprétation de la différence, on pourra mettre les enfants sur la piste de cette partie soluble en leur montrant, dans l'eau décantée, qu'il reste des particules d'amidon en suspension. Ce sont les plus petites, et l'on pourrait les recueillir en attendant davantage entre le moment de la séparation du gluten et de l'amidon, d'une part, et la décantation, d'autre part. Une partie de l'amidon peut également être perdue lors de la décantation, parce que la fin de l'opération est mal maîtrisée, mais on fera conclure aux enfants qu'ils auraient pu décanter moins d'eau, et se contenter de la laisser sécher. Enfin, la farine qui colle aux doigts est une cause supplémentaire de perte.

9. *On utilise une goutte de teinture d'iode que l'on dépose sur le gluten, une goutte de teinture d'iode que l'on met sur l'amidon, et une goutte de teinture d'iode que l'on met sur un pâton fait de farine et d'eau. On observe le changement éventuel de couleur en comparant à une goutte de teinture d'iode posée sur une rondelle de carotte.*

Si la séparation du gluten et de l'amidon a été bien conduite, c'est-à-dire si aucune poudre blanche ne sort plus du gluten quand on verse de l'eau dessus, en triturant, la réaction à l'iode (apparition d'une couleur bleue sombre) que provoque la teinture d'iode ne doit avoir lieu que pour l'amidon, et non pour le gluten. Cette observation montre la nature chimique différente des deux corps.

Prolongements :

On pourra s'interroger sur les propriétés collantes de la pâte, et on pourra faire le rapport avec la « colle de farine », que l'on obtient en chauffant de la farine et de l'eau (colle utilisée pour des travaux manuels).

L'explication du collant est la suivante : la farine est composée de « macromolécules », c'est-à-dire de molécules très longues, formées par enchaînement de sous-unités nommées monomères (comme des chaînes composées d'anneaux enchaînés). Ces molécules peuvent s'immiscer dans les anfractuosités des surfaces, car, à l'échelle des molécules, les surfaces sont très rarement lisses. Autrement dit, poser de la colle sur une surface, c'est un peu comme poser un plat de spaghetti collants et entremêlés sur une passoire que certains spaghettis

pourraient traverser : un ancrage de la masse de spaghetti s'établit. Puis l'évaporation du solvant (l'eau, dans la « colle à la farine ») donne de la cohésion à la masse.

On pourra extraire le gluten en plusieurs fois, de la même farine, et voir si l'extraction manuelle est reproductible (même masse extraite, pour chaque opération, d'une même masse de farine). Si les enfants parviennent à un résultat reproductible, on pourra tester différentes farines et observer qu'elles contiennent des quantités différentes de gluten (on comparera notamment de la farine de type 45 et de la farine de 55, de la farine de blé à de la farine de châtaigne, à de la féculé de pomme de terre, à de la féculé de riz. On pourra inviter le boulanger à parler de son métier et de la farine qu'il utilise.

Références :

- Devenir boulanger, manuel de boulangerie de l'Institut national de la Boulangerie-Pâtisserie, Éditions Sotal.
- Documents CNDP
- H. This, La casserole des enfants, Éditions Belin.