

Séquence de classe :

Les flacons mystérieux

2. Analyse de différentes poudres blanches

Introduction

Thématiques traitées	Mélanges et solutions, transformations de la matière, tests d'identification
Résumé et objectifs	Les élèves ont pour but d'établir des tests permettant de déterminer les caractéristiques de poudres blanches. Pour cela, ils découvrent et manipulent différents échantillons de poudres dont on connaît le nom afin d'en déterminer les caractéristiques. À partir de ces résultats, les élèves identifient la nature de la poudre inconnue.
Disciplines engagées	Sciences et technologie, physique-chimie

Prise en main de cette séquence

La séquence se compose de trois activités. N'hésitez pas à consulter la vidéo « Billes de sciences » #41 - « [Les flacons mystérieux](#) » pour découvrir ces activités.

Les séances permettent de faire travailler aux élèves la compétence « Multiplier les expérimentations ». Ces derniers mettent en œuvre des protocoles expérimentaux qui analysent différentes poudres, en utilisant le matériel mis à leur disposition. Au début de chaque séance, l'enseignant affiche au tableau la grande version de la carte (voir fiche 1 de l'activité 1). Il met l'accent sur cette compétence de manière explicite auprès de ses élèves.



Prolongement possible

Il est possible de fabriquer un fard ancien pour conclure cette séquence. Pour mener cette activité, l'enseignant peut s'appuyer sur le parcours de formation « Du colorant au pigment », à retrouver à l'adresse suivante : <https://elearning-lamap.org/>.

Activité 2 : Analyse de différentes poudres blanches

Résumé	
Disciplines	Sciences et technologie, physique-chimie
Déroulé et modalités	La classe réalise des tests sur des poudres blanches dont on connaît le nom pour en déterminer les caractéristiques.
Durée	1 h 10
Matériel	<p>Pour la classe :</p> <ul style="list-style-type: none">• un rouleau d'essuie-tout. <p>Pour chaque élève :</p> <ul style="list-style-type: none">• un exemplaire du tableau à remplir (voir fiche 1). <p>Par binôme d'élèves :</p> <ul style="list-style-type: none">• une loupe ;• un échantillon de deux poudres contenues dans des flacons étiquetés à la main (voir l'éclairage expérimental) ;• de l'huile, du vinaigre et de l'eau ;• du gel hydroalcoolique ;• quatre béchers ou autres récipients pour recueillir les liquides à tester ;• quatre pipettes compte-gouttes en plastique ;• trois ou quatre éprouvettes graduées ou verres gradués ;• des spatules pour mélanger ;• des balances ;• huit béchers ou autres petits récipients transparents et incolores, avec un marqueur. <p>Pour la classe :</p> <ul style="list-style-type: none">• la carte « Répéter les expérimentations » au format A4, à afficher (voir fiche 1 de l'activité 1).
Message à emporter	
<p>Lorsque l'on analyse qualitativement des substances, il est suffisant de travailler avec des petites quantités.</p> <p>Il est important de ne faire varier qu'un seul paramètre entre chaque dispositif de l'expérience.</p> <p>Plus on multiplie les expérimentations, plus les résultats obtenus sont fiables.</p>	

Éclairage expérimental

Pour rappel, l'argile blanche est disponible en magasin de cosmétiques biologiques, le blanc de Meudon en magasin de bricolage et en grande surface. La fécule de maïs s'achète en grande surface.

- Les neuf poudres analysables sont les suivantes :
 - sel ;
 - sucre ;
 - farine ;
 - bicarbonate de sodium ;
 - blanc de Meudon ;
 - argile blanche ;
 - sucre glace ;
 - fécule de maïs ;
 - poudre de lait.
- Il n'est pas nécessaire de travailler avec les neuf poudres lors de cette activité, mais il est conseillé d'en choisir au moins six. Il est important d'introduire les deux poudres mystérieuses dans ces échantillons connus. Enfin, il est essentiel de sélectionner au moins deux poudres sous forme cristalline (sel et bicarbonate de sodium, par exemple) afin d'identifier la poudre mystérieuse cristalline en effectuant des tests de dissolution.
- La fiche 1 présente les caractéristiques de chacune de ces poudres selon l'expérience réalisée. Des photographies des résultats d'expériences sont données à titre d'exemple (voir fiche 3 en fin de document). La correction du tableau a été rédigée pour une masse de poudre de 0,5 g (fiche 2). Après introduction du volume de liquide indiqué dans le flacon contenant une poudre, l'agitation a été réalisée à l'aide d'une spatule pendant environ 15 secondes (il n'est pas nécessaire de chronométrer).
- Il est nécessaire d'introduire des tests avec du gel hydroalcoolique si le sel et le sucre doivent être analysés par les élèves. Le gel hydroalcoolique permet également de bien distinguer la fécule de maïs du sucre glace.
- Si vous travaillez avec six poudres, il est conseillé de sélectionner le sel ou le sucre, le bicarbonate de sodium, la farine, la fécule de maïs, le blanc de Meudon et l'argile blanche. L'utilisation du gel hydroalcoolique n'est pas nécessaire pour les six poudres recommandées.

Déroulé possible

Phase 1 : Mise en contexte (10 min)

L'enseignant demande aux élèves de lui rappeler ce qui a été travaillé à la séance précédente. S'ils ne l'abordent pas, le professeur introduit de nouveau la compétence scientifique centrale dans les activités sur les poudres mystérieuses : « Répéter les expérimentations ». L'enseignant annonce ensuite aux élèves que la fouille du site progresse et que les experts ont trouvé une réserve contenant une multitude de flacons de poudres de toute nature. Chaque flacon est étiqueté de façon à donner la composition de la poudre qu'il contient. Des échantillons ont été envoyés à la classe dans le but de poursuivre l'analyse. Les poudres mystérieuses proviennent très probablement de cette réserve.



Flacons anciens.

Le professeur demande alors aux élèves comment ces différents échantillons de poudre peuvent les aider dans la détermination de la composition des poudres inconnues. Lors de ce temps d'échange, ils ont l'idée de comparer les poudres en les observant à l'œil nu, avec une loupe, en les touchant, en les mélangeant à l'eau. Ils peuvent proposer de les peser avec des balances, d'observer la manière dont elles s'écoulent... Pour des raisons de sécurité, le professeur peut écarter certaines propositions, comme le fait de toucher ou de sentir les poudres.

Phase 2 : Analyse des poudres connues (30 min)

L'enseignant explique à la classe que tous les élèves ne vont pas travailler sur l'ensemble des poudres, mais que chaque groupe sera responsable de deux poudres pour la classe entière. Il rappelle que bien que ces poudres soient de composition connue, il est important de respecter les consignes de sécurité.

Le professeur distribue les échantillons de poudre dans des flacons étiquetés avec le nom du contenu et le matériel nécessaire à la mise à l'épreuve des hypothèses des élèves. Il est préférable de distribuer au moins deux fois chaque échantillon de poudre afin de pouvoir souligner en fin de séance le fait qu'il est important de « multiplier les expérimentations » et de ne pas se contenter d'un seul essai par test et par poudre. Il sera alors possible de comparer les résultats obtenus par deux groupes sur la même poudre et de s'assurer un peu plus de la fiabilité des expérimentations.

Les élèves mènent les expérimentations proposées par la classe et qui ont été inscrites au sein d'un protocole expérimental ne faisant varier qu'un paramètre à la fois.

Dans un second temps, si les élèves n'y ont pas pensé, l'enseignant peut leur distribuer un tableau pour consigner les résultats des tests (voir fiche 1 en fin de document). Ils pourront également compléter l'analyse des poudres en prenant connaissance d'autres expériences possibles : observation à la loupe et expériences de dissolution avec l'eau, mais aussi avec le vinaigre, l'huile et le gel hydroalcoolique. Les élèves complètent le tableau au fur et à mesure de la réalisation des tests.

Le professeur veille à ce que les dispositifs des expériences soient comparables, en insistant sur la précision à apporter lors des manipulations (pesées et mesures des quantités de liquide ajouté). Pour cela, il est nécessaire de choisir dès le départ la masse de poudre à peser et les volumes de chaque liquide à ajouter. Cette masse et ces volumes doivent être communs à tous les groupes et seront également ceux à mesurer lors de la détermination de la nature des poudres inconnues. Néanmoins, d'un liquide à un autre, il est possible de choisir un volume différent à prélever. Il est conseillé de peser 0,5 g de poudre à analyser et d'introduire 10 mL de liquide à tester à l'aide d'une éprouvette (voir fiches 2 et 3). Seuls 5 mL de gel hydroalcoolique suffisent à l'analyse : il est possible de les prélever directement avec une pipette en plastique. Ces volumes seront notés dans le tableau de la fiche 1 afin d'effectuer des tests rigoureusement identiques lors de l'identification des poudres mystérieuses. Le professeur conseille aux élèves d'utiliser un marqueur pour identifier chaque contenant ou pipette avant toute manipulation.

Les élèves observent leurs expériences de dissolution après avoir mélangé quelques secondes, puis notent dans le tableau la nature du mélange obtenu. Il est intéressant de remarquer la décantation des poudres dans le cas des mélanges hétérogènes. Si les élèves souhaitent prélever un liquide différent avec une éprouvette déjà utilisée, il est essentiel de la laver et de la sécher.

Les groupes les plus rapides peuvent travailler sur un échantillon supplémentaire.



Expériences de dissolution dans l'eau, le vinaigre, l'huile et le gel hydroalcoolique (par lignes).
Poudres : sel, sucre, sucre glace, farine, bicarbonate de sodium, fécule de maïs, blanc de Meudon, argile, poudre de lait.

Notes pédagogiques :

- L'utilisation du gel hydroalcoolique pour des expériences de dissolution donne des résultats très intéressants. En effet, il permet, presque à lui seul, de différencier toutes les poudres, à l'exception du sel et du bicarbonate de sodium. L'enseignant peut éventuellement l'introduire lorsque les élèves remarquent que plusieurs poudres ne peuvent pas être différenciées.
- Puisque le prix du gel hydroalcoolique est plus élevé que celui de l'eau, du vinaigre ou de l'huile, il peut n'être utilisé que pour la caractérisation de quelques poudres.

Phase 3 : Mise en commun (20 min)

Les groupes d'élèves mettent en commun leurs résultats en complétant collectivement un tableau qui est affiché ou projeté (voir fiche 1 en fin de document). Les flacons sont conservés par les élèves durant cette phase. La classe pourra alors les consulter de nouveau en cas de désaccord. La mise en place d'expériences de dissolution avec le gel hydroalcoolique peut être réalisée lors de cette phase. Si tel est le cas, il est conseillé à l'enseignant d'avoir réparti équitablement les poudres à tester avec ce liquide entre les différents groupes.

Il est essentiel de préciser aux élèves que la technique d'observation à la loupe ou à l'œil nu est soumise aux conditions extérieures (humidité, température), ainsi qu'à l'environnement des poudres lors de leur stockage. Par exemple, les échantillons de sucre peuvent contenir de gros agrégats en condition humide, rendant l'écoulement des cristaux plus difficile. L'observation à la loupe ou à l'œil nu permet principalement de distinguer les solides sous forme de cristaux des autres solides.

Conclusion (10 min)

L'analyse des poudres a permis aux élèves d'observer des interactions de nature différente entre une substance solide et une autre qui est liquide. Ces différences permettent bien d'établir des tests, puisqu'il est possible de déterminer la nature de la poudre inconnue selon les résultats observés. Voici un exemple de trace écrite : « Lorsque l'on analyse qualitativement des substances, il est suffisant de travailler avec des petites quantités. Il est important de ne faire varier qu'un seul paramètre entre chaque dispositif de l'expérience. Plus on multiplie les expérimentations, plus les résultats obtenus sont fiables. »

Il est également possible de compléter cette trace écrite en revenant sur les caractéristiques de certaines poudres. Par exemple, « Certaines poudres sont constituées de cristaux (sel, sucre, bicarbonate de sodium). La solubilité d'une poudre dans un liquide dépend de la nature du liquide... »

Éclairage scientifique

Détermination de la masse volumique d'une poudre

Les élèves peuvent avoir l'idée d'essayer de peser un certain volume de poudre dans le but de déterminer une masse volumique, et donc une densité. Cette technique reste difficile à appliquer, car le volume de la poudre qui a été prélevée est complexe à mesurer. En effet, le volume d'une poudre peut dépendre de l'air qui y est emprisonné : par exemple, il est possible de plus ou moins tasser une même masse de farine afin d'en faire varier le volume. Cette manipulation serait donc difficilement reproductible.

Techniques de caractérisation différentes

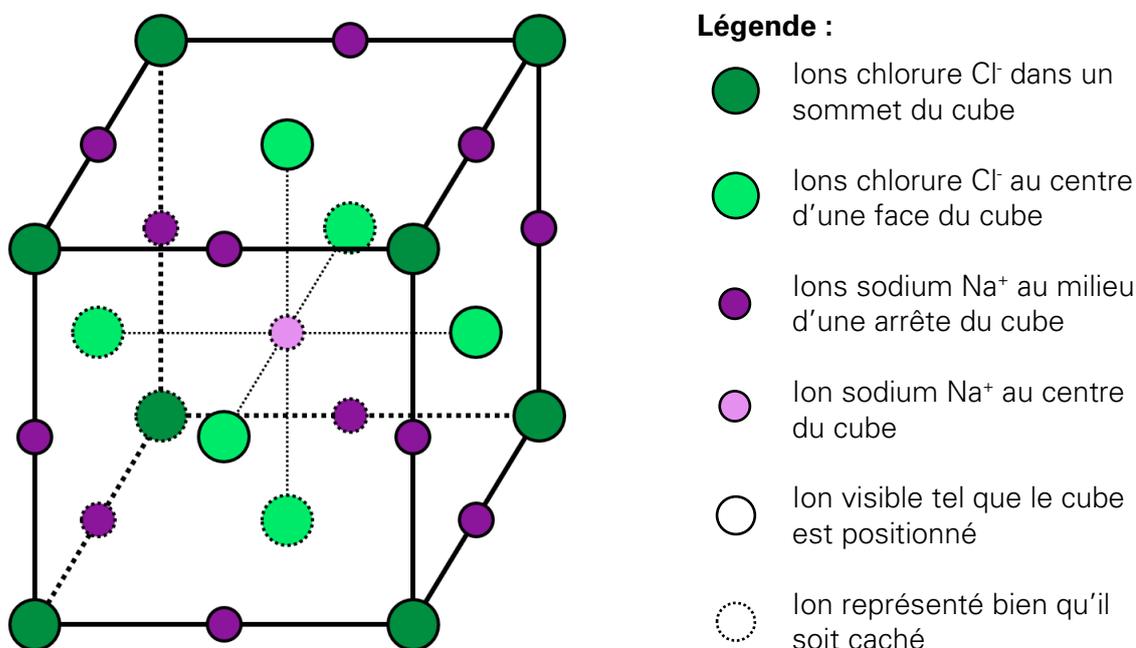
D'autres techniques d'analyse pourraient être utilisées pour caractériser ces poudres. Par exemple, il est possible de déterminer la température de fusion d'un solide, ou directement la nature des éléments ou molécules qui le composent, par des techniques analytiques et spectrométriques poussées.

L'effervescence due à l'ajout du vinaigre

Lorsque l'on mélange du bicarbonate de sodium ou du blanc de Meudon avec du vinaigre, il se produit une transformation chimique, comme en témoigne l'effervescence du mélange. Ces deux poudres contiennent des composés basiques pouvant réagir avec des molécules acides. Cette réaction produit de l'acide carbonique se décomposant spontanément en eau et en dioxyde de carbone qui s'échappe du mélange sous forme gazeuse.

Chimie des systèmes cristallins

Certains solides se présentent sous la forme de cristaux. Ces architectures particulières dépendent de la nature du solide et s'expliquent par une certaine disposition dans l'espace de ses composants (atomes, ions ou molécules). En effet, à l'échelle microscopique, la structure cristalline de certains solides (cristaux) s'explique par la position régulière de ces éléments dans les trois dimensions de l'espace. À titre d'exemple, les cristaux de chlorure de sodium sont formés par la répétition dans les trois dimensions de l'espace de motifs cubiques. Une représentation schématique serait la suivante :



Maille cristalline du sel de table (chlorure de sodium) - Structure cristalline : cubique à faces centrées.

La maille cristalline correspond au plus petit volume de matière nécessaire à la reconstitution intégrale du cristal. Lors de la création d'un cristal de sel, les ions s'arrangent comme le schéma ci-dessus le montre, et le cristal grandit dans les trois dimensions de l'espace par les faces du cube : de nouveaux ions s'ordonnent jusqu'à la formation d'un deuxième cube « collé » au premier, et ainsi de suite.

Fiche 1 : Analyse des poudres connues – tableau à compléter

Test Poudre	Observation à la loupe	Mélange avec __ mL d'eau	Mélange avec __ mL de vinaigre	Mélange avec __ mL d'huile	Mélange avec __ mL de gel hydroalcoolique
Sel					
Sucre					
Farine					
Bicarbonate de sodium					
Blanc de Meudon					
Argile					

Tableau de résultats pour une masse de poudre de __ g.

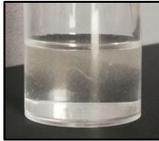
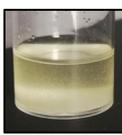
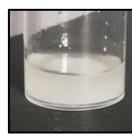
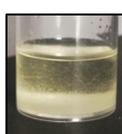
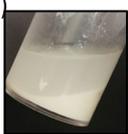
Fiche 2 : Analyse des poudres connues – tableau complété

Test Poudre	Observation à la loupe	Mélange avec 10 mL d'eau	Mélange avec 10 mL de vinaigre	Mélange avec 10 mL d'huile	Mélange avec 5 mL de gel hydroalcoolique
Sel	Cristaux blancs	Soluble, présence de petites particules	<i>Mêmes remarques qu'avec l'eau</i>	Insoluble, suspension et dépôt de particules, mélange transparent	Mélange trouble, dépôt d'agrégats
Sucre	Cristaux blancs	Soluble, aucune particule en solution	<i>Mêmes remarques qu'avec l'eau</i>	Insoluble, suspension et dépôt de particules, mélange transparent	Mélange trouble, suspension de cristaux
Farine	Poudre blanche très fine	± soluble, solution trouble, dépôt au fond	<i>Mêmes remarques qu'avec l'eau</i>	Mélange de couleur jaune, léger dépôt au fond	Insoluble, suspension d'agrégats
Bicarbona te de sodium	Cristaux blancs	Soluble, présence d'un léger dépôt de cristaux	Formation d'un gaz qui s'échappe du mélange	Suspension et dépôt de particules, mélange transparent	Mélange trouble, dépôt d'agrégats
Blanc de Meudon	Poudre blanche formant des agglomérats	± soluble, solution trouble, dépôt au fond	Formation d'un gaz qui s'échappe du mélange	Mélange trouble, agrégats de poudre au fond et à la surface	Mélange blanc, suspension de petites particules
Argile	Poudre grise/blanche	± soluble, solution blanche, dépôt peu cohésif	<i>Mêmes remarques qu'avec l'eau</i>	Mélange jaune et trouble, agrégats de poudre au fond	Suspension de particules grisées
Sucre glace	Poudre blanche très fine	± soluble, solution trouble et blanchâtre, décantation lente	<i>Mêmes remarques qu'avec l'eau</i>	Mélange trouble, léger dépôt au fond	Mélange trouble, suspension de petites particules
Fécule de maïs	Poudre blanche formant des agglomérats	± soluble, mélange blanc et trouble, décantation lente	<i>Mêmes remarques qu'avec l'eau</i>	Mélange trouble, léger dépôt au fond	Mélange blanc laiteux, suspension de fines particules
Poudre de lait	Poudre jaune/blanche	Soluble, mélange blanc laiteux	Mélange blanc, décantation de petites particules	Suspension de particules, mélange jaune, phase liquide supérieure transparente	Suspension de particules jaunes/blanches, phase supérieure trouble

± : Plus ou moins, partiellement.

Tableau de résultats pour une masse de poudre de 0,5 g.

Fiche 3 : Analyse des poudres connues – photographies des résultats

Test Poudre	Mélange avec 10 mL d'eau	Mélange avec 10 mL de vinaigre	Mélange avec 10 mL d'huile	Mélange avec 5 mL de gel hydroalcoolique
Sel			 	 
Sucre			 	 
Farine				 
Bicarbonate de sodium			 	 
Blanc de Meudon				 
Argile	 (*) 			 
Sucre glace				 
Fécule de maïs	 (*) 			
Poudre de lait			 (*) 	 

(*) À gauche : après agitation. À droite : après quelques minutes au repos.

Résultats obtenus pour une masse de poudre de 0,5 g.

L'ensemble des photographies est disponible ici :

<https://view.genial.ly/64aba38e34e1ee00128c7923/interactive-content-v2-eclairage-experimental>.

Coordination

Fatima RAHMOUN pour la Fondation *La main à la pâte*

Contributeurs

David JASMIN, Elsa VAN ELSLANDE, Benjamin ALLIGON, Fatima RAHMOUN

Crédits

Flacons anciens : utilisation gratuite sous la licence Unsplash

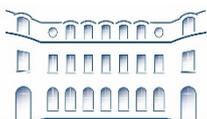
<https://unsplash.com/fr/photos/0tfz7ZoXaWc>

Autres photographies et schéma de la maille cristalline du sel : Benjamin ALLIGON pour la Fondation *La main à la pâte*

Remerciements

Clarisse CHAVANNE, Nathalie PASQUET

Cette ressource a été produite avec le soutien de la Fondation de la Maison de la Chimie



Fondation de la Maison de la Chimie

En partenariat avec Mediachimie



Date de publication

Septembre 2023

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

www.fondation-lamap.org

