



Des cristaux à croquer

Cette séquence a pour objectifs de réaliser des cristaux de sucre et de suivre leur croissance sur plusieurs jours afin d'introduire le sous-thème « des édifices ordonnés : les cristaux ».

L'enseignement de la cristallographie est souvent ressenti par les élèves comme calculatoire et très éloigné du quotidien. La réalisation de cristaux hors la classe peut aider les élèves à s'approprier le phénomène en le contextualisant de façon ludique et permet de disposer d'un temps suffisant pour visualiser la formation de cristaux de taille satisfaisante.

Prérequis

Les notions d'atome, de molécule, d'ion et de solution saturée vues en classe de seconde sont remobilisées.

Références au programme

Objectifs généraux de formation de l'enseignement scientifique de première

- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques : observer, décrire, mesurer, quantifier
- Contribuer au développement des compétences langagières orales

Objectifs thématiques de l'enseignement scientifique de première

Thème 1 : Une longue histoire de la matière

1.2 - Des édifices ordonnés : les cristaux

Savoirs

- Le chlorure de sodium solide (présent dans les roches, ou issu de l'évaporation de l'eau de mer) est constitué d'un empilement régulier d'ions : c'est l'état cristallin.
- Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures qui ont des propriétés macroscopiques différentes. Dans le cas des solides amorphes, l'empilement d'entités se fait sans ordre géométrique. C'est le cas du verre.

Savoir-faire

- Relier l'organisation de la maille au niveau microscopique à la structure du cristal au niveau macroscopique.

Compétences et capacités associées travaillées dans le cadre de la démarche scientifique

Réaliser

Effectuer des procédures courantes (calculs, collectes de données, etc.)

Suivre et/ou proposer un protocole expérimental dans le respect des conditions de sécurité

Valider

Exploiter des observations, confirmer ou infirmer une hypothèse.

Identifier par comparaison à un modèle

Communiquer

Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.

Compétences numériques (CRCN¹)

Domaine 5 du référentiel PIX² : Environnement numérique - Évoluer dans un environnement numérique (connexion à un ENT, utiliser / retrouver des ressources).

Modalité de travail

Distanciel asynchrone suivi d'un présentiel

Séquence de travail proposée

Description de la séquence



Étape 1 : La fabrication de cristaux

Distanciel avec accompagnement asynchrone

Durée : 3 à 5 jours

L'élève doit :

- réaliser une solution saturée en saccharose ;
- suivre la cristallisation (photos) ;
- déterminer la taille d'un cristal qu'il a obtenu ;
- identifier un facteur influençant la cristallisation.

Problématique : Comment obtient-on des cristaux de sucre ?

Documents élèves : voir l'annexe A - La fabrication de cristaux de sucre



Étape 2 : De l'ordre dans la matière

Présentiel

Durée : 1 heure

Chaque élève présente ses résultats pendant 2 minutes environ (*Environ 30 min pour le groupe*)

À l'aide de documents et d'une vidéo, le professeur amène les élèves à :

- faire la différence entre solide cristallin et solide amorphe ;
- comprendre qu'une même espèce chimique peut conduire à la formation de 2 solides aux propriétés macroscopiques différentes.

(*Environ 30 min*)

Problématique : Pourquoi étudier la structure microscopique d'un cristal ?

Documents élèves : voir l'annexe B : De l'ordre dans la matière

¹ CRCN : Cadre de référence des compétences numériques : <https://eduscol.education.fr/721/cadre-de-reference-des-competences-numeriques>

² PIX a pour objectif « d'amener chacun d'entre nous à cultiver ses compétences numériques et à valoriser ses acquis, et ce tout au long de sa vie. » : <https://pix.fr/>

Séances



Séance 1 : La fabrication de cristaux

Description de la séance 1

Chaque élève reçoit un kit contenant :

- une pince à linge ;
- une dosette de sérum physiologique ;
- un pic en bois ;
- une carte mentionnant l'adresse du mur numérique pour déposer les photos ;
- le cahier de laboratoire ;
- un document décrivant le protocole de réalisation des cristaux et la méthode de mesure de leur taille (Annexe A : La fabrication de cristaux de sucre).

Les élèves sont invités à réaliser, sur une durée de 3 jours selon un protocole détaillé, des cristaux de sucre puis à observer leur croissance en déposant sur un mur numérique une photo par jour.

Parallèlement, ils doivent compléter un cahier de laboratoire (Annexe A : La fabrication de cristaux de sucre) afin de noter leurs observations et leurs remarques.

La mesure de la taille des cristaux obtenus se fait à la fin de la période des 3 jours. Pour réaliser cette mesure, les élèves sont invités à transformer leur smartphone en microscope en déposant une goutte de sérum physiologique de la dosette fournie, sur la vitre de l'appareil photo du téléphone. La goutte est en effet utilisée comme lentille secondaire grossissante, comme le précise Ulysse Delabre dans Smartphonique³.

Enfin il est demandé à chaque élève :

- d'identifier un des facteurs influençant la cristallisation ;
- de réfléchir à la manière dont il pourrait le modifier afin d'étudier son impact sur la cristallisation.

Quelques cristaux obtenus



Sur un effectif de 28 élèves, 22 ont obtenu des cristaux et ramené en classe leur production.

³ Smartphonique-Expériences de physique avec un smartphone-Edition DUNOD p137

Vidéo « Transformer son smartphone en microscope » du même auteur : <https://smartphonique.fr/?p=142>

Exemples de cahier de laboratoire d'élèves

Élève ayant détaillé la progression de la cristallisation

Dates de prise des photos



Date	Fichier	Remarques
27/11/20		AUCUN cristaux
28/11/20		toujours aucun cristaux
29/11/20		petit cristaux à peine visible
30/11/20		cristaux se forment à la surface de la solution
01/11/20		les cristaux grossissent
02/11/20		des cristaux se sont formés à la surface de la solution mais pas autour du bâton.

Observations



C'est au bout de 2 jours que des tout petits cristaux se sont formés, ils se sont formés sur les parois du verre et un peu dans le fond du verre. Quand j'ai retiré les cristaux du verre la plupart se sont cassés mais les plus gros sont restés intacts.

Élève n'ayant pas respecté la durée d'ébullition du protocole (il faut lire « chauffer l'eau avec le sucre »)

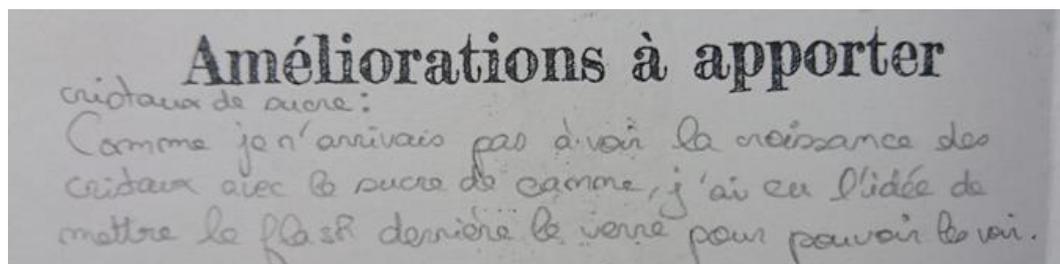
Protocole

50 ml d'eau
pot en verre
sucre
chauffer l'eau avec le sucre
verser dans le pot en verre
poser dans un élevé adéquat

Observations

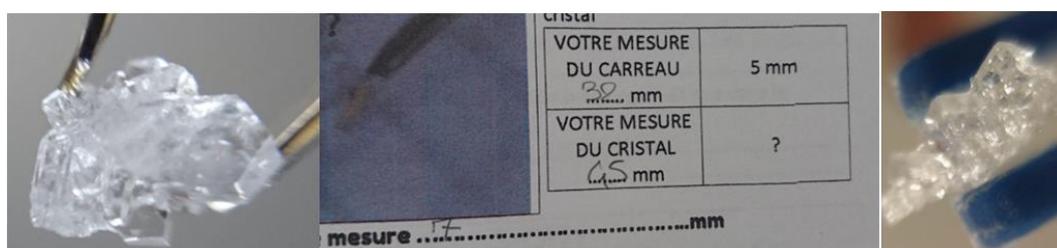
Mon observation est que je n'ai pas assez laissé chauffer l'eau et le sucre et que le sirop n'a pas pris

Élève ayant apporté des améliorations au protocole



Extraits de travaux d'élèves

Détermination de la taille d'un cristal



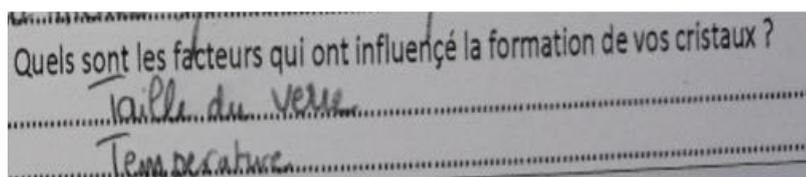
La mesure de la taille a nécessité une aide du professeur :

- au niveau expérimental, pour trouver la distance à laquelle placer le cristal pour avoir un grossissement suffisant et une image nette ;
- au niveau pédagogique pour comprendre le changement d'échelle de longueur.

La création d'une fiche d'aide détaillant comment utiliser le smartphone peut être envisagée afin de faciliter cette activité.

Facteur pouvant influencer la cristallisation

La majorité des élèves a cité la température comme facteur influençant la cristallisation et proposé des choix judicieux pour tester ce facteur.



Séance 2 : De l'ordre dans la matière [Laboratoire de chimie en demi-groupe]

Description de la séance 2

La séance 2 débute par une trentaine de minutes consacrée à la présentation des résultats obtenus au cours de la séance 1.

Les cristaux de l'élève étant disposés devant une webcam reliée au vidéoprojecteur, chaque élève est invité, en deux minutes, à décrire son protocole (sucre raffiné ou non, colorant...), puis à présenter le résultat de la mesure de la taille de son cristal et préciser un facteur ayant influencé la cristallisation.

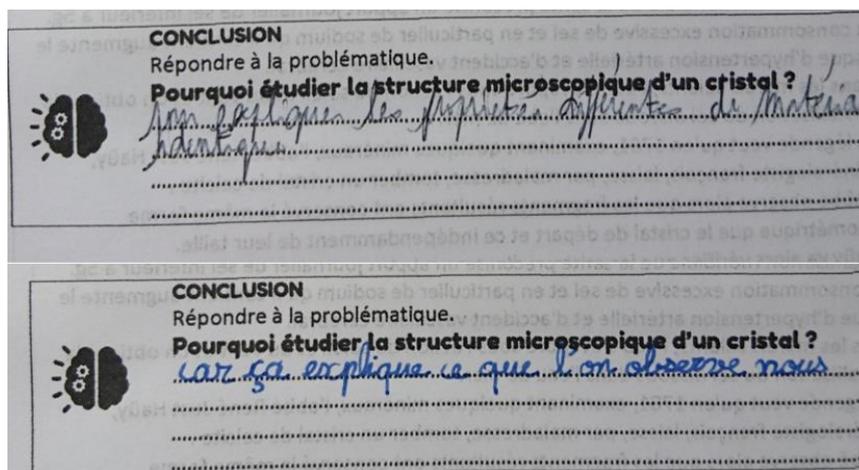
Sur le temps restant de la séance, à l'aide de documents (Annexe B : De l'ordre dans la matière), les élèves apprennent à distinguer la maille du réseau cristallin puis, sur l'exemple du sel, à relier l'organisation de la maille, échelle microscopique, à la structure du cristal, échelle macroscopique.

En comparant l'organisation des entités dans le sel et le verre ils formulent la différence entre un solide amorphe et un solide cristallin.

Enfin, à l'aide de la vidéo⁴, dans laquelle Raphaël Haumont, enseignant-chercheur à l'université Paris-Sud, explique la différence entre le graphite et le diamant, les élèves sont amenés à conclure qu'une espèce chimique de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structure qui ont des propriétés macroscopiques différentes.

Extraits de travaux d'élèves

Aucune difficulté particulière n'a été remarquée chez les élèves sur le contenu des réponses aux questions posées mais la formulation manque, dans la majorité des cas, de précision. On note, dans la plupart des copies, l'absence de référence aux échelles macroscopique et microscopique.



Analyse de l'articulation distanciel/présentiel

Cette articulation donne l'opportunité pour les élèves d'avoir une durée suffisante pour réaliser des cristaux et les observer quotidiennement.

La réalisation hors la classe incite les élèves à personnaliser les étapes du protocole et cette liberté améliore leur approche de la démarche scientifique.

L'accompagnement asynchrone de cette phase à distance est réalisé de façon individuelle par le suivi quotidien de la publication des photos sur le mur numérique (dont l'adresse est contenue dans le kit distribué).

À chaque dépôt de photo, un commentaire est laissé à l'élève, l'invitant à poursuivre son observation ou à modifier un paramètre voire à recommencer l'expérience.

La publication des photos sur le mur numérique crée une émulation au sein du groupe classe.

⁴ Visionner de 2min44 à 4min39 : https://www.canal-u.tv/video/scavo/du_cristal_aux_applications.16492

Le retour en classe est nécessaire pour valider les observations et permet de présenter, avec fierté pour la majorité des élèves, leurs productions devant leurs pairs.

Le climat de classe obtenu à l'issue de la mesure des cristaux contribue à la structuration des savoirs à acquérir au cours de la séance 2.

Proposition d'une évaluation de la séance 1

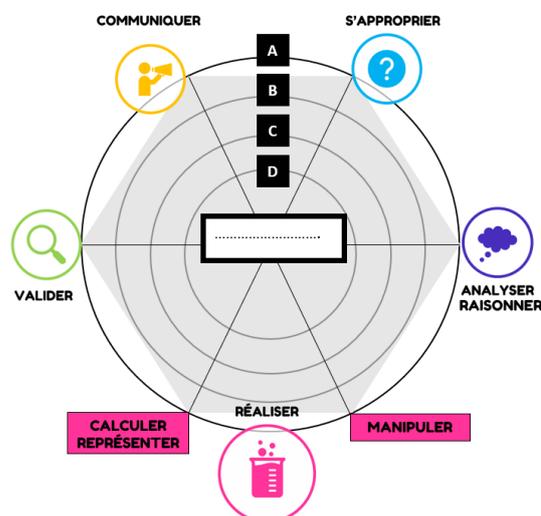
L'objectif de cette évaluation n'est pas d'être sommative : pour la classe testée, l'évaluation n'a pas donné lieu à une note mais à un bilan de compétences présenté sous forme de « radar de compétences », diagramme en forme de toile d'araignée qui facilite la comparaison des niveaux acquis par l'élève dans chaque compétence, les compétences retenues étant celles travaillées dans le cadre de la démarche scientifique.

Exemples d'indicateurs de réussite

Compétences	Exemples d'indicateurs de réussite	A	B	C	D
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser le sirop de sucre et le montage permettant le suivi de la cristallisation. - Obtenir des photos exploitables et les publier sur le mur numérique. - Compléter de façon régulière le cahier de laboratoire. - Évaluer la taille du cristal. 				
Valider	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier le modèle dont se rapproche le plus la forme du cristal. - Exploiter des observations ; confirmer ou infirmer une hypothèse. 				
Communiquer	Rendre compte, à l'oral, du protocole choisi et du résultat de l'expérience.				

Présentation du radar de compétences

Le radar de compétences permet à l'élève de voir rapidement ses points forts et ce qu'il faut améliorer. Chaque axe du graphique représente une des compétences. Plus un point est éloigné du centre, plus la compétence est acquise. Les compétences sont reliées entre elles afin de former un polygone qui doit être le plus large possible.

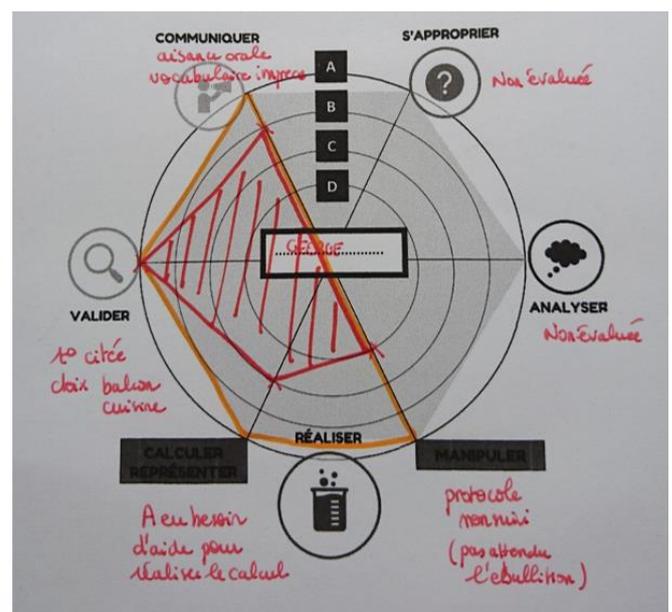
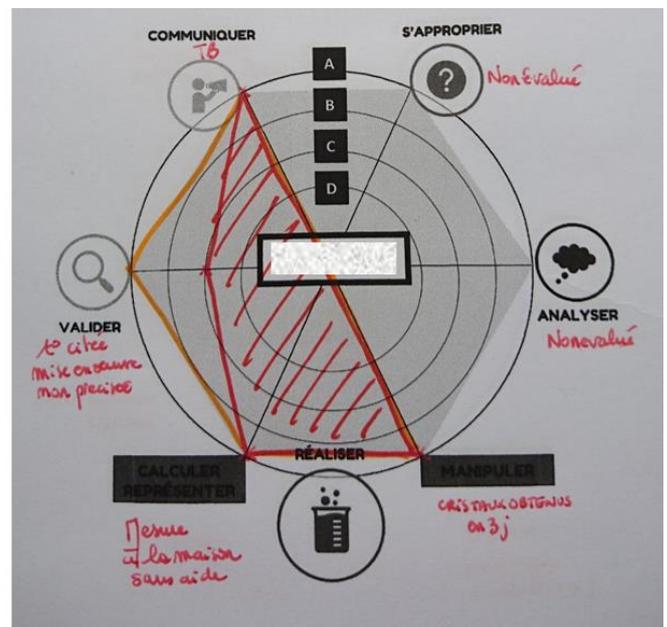


Organisation de l'évaluation

La publication quotidienne de photographies sur le mur collaboratif, la tenue du cahier de laboratoire, la détermination du modèle (cubique, quadratique, orthorhombique ou monoclinique) selon lequel le sucre cristallise ainsi que l'identification d'un des facteurs expérimentaux influençant la cristallisation sont évalués par le professeur en dehors du temps de classe après que chaque élève ait réalisé une autoévaluation.

Exemples de radars de compétences obtenus

À gauche auto-évaluation de l'élève réalisée avant l'évaluation du professeur à droite

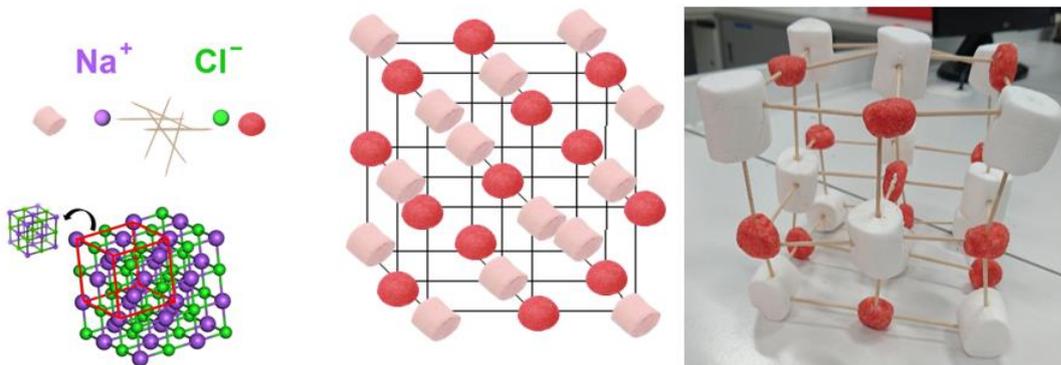


Prolongements possibles

Introduction à l'étude de la maille de chlorure de sodium

La séquence des cristaux à croquer peut-être suivie d'une activité sur l'étude de la maille cubique à face centrée du chlorure de sodium.

Afin de poursuivre une dynamique rendant attractif le thème de la cristallographie, le calcul de compacité pourra être abordé en invitant les élèves à réaliser, chez eux (distanciel), une structure en 3D de la maille de NaCl avec des bonbons en suivant le protocole de la vidéo. « [Réalisation de la structure 2x2 en 3D de NaCl avec des bonbons](#) »



Cristallisation rapide de l'acétate de sodium

Afin de conclure cette séquence ayant nécessité 3 jours pour obtenir des cristaux, on peut réaliser, en présentiel, la cristallisation instantanée de l'acétate de sodium.

Après la lecture d'un texte historique⁵, on réalise la formation de cristaux dans une solution sursaturée ou la formation d'une « stalagmite ».



Voir la vidéo [Cristallisation rapide de l'acétate de sodium](#).

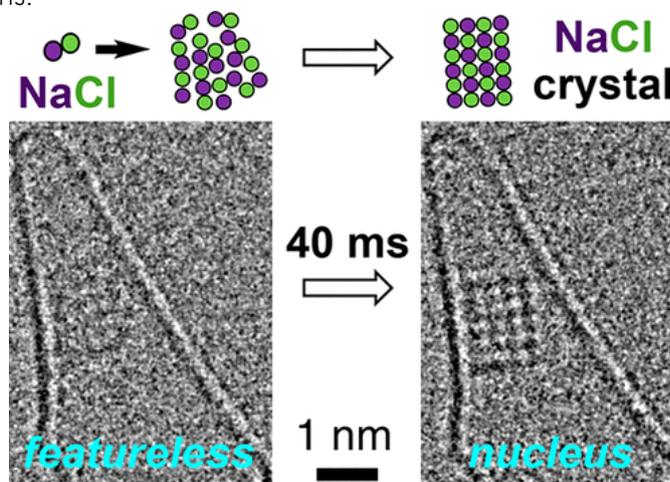
Remarque

La préparation de la solution sursaturée (Annexe C : cristallisation rapide de l'acétate de sodium) peut se faire en laboratoire très facilement mais il faut compter plus d'une heure de refroidissement.

⁵ extrait de la revue « La nature » 1875 : <http://sites.ensfea.fr/physique-chimie/wp-content/uploads/sites/10/2016/10/Exp%C3%A9riences-de-cristallisation-instantan%C3%A9e.pdf>

Formation d'un nanocristal de chlorure de sodium

Afin de sensibiliser les élèves aux progrès effectués dans le domaine de la vision du monde microscopique, on peut leur montrer la formation in situ d'un nanocristal de NaCl, sous forme de vidéo enregistrée à l'intérieur d'un nanotube de carbone conique vibrant à 20-40 ms.



Copyright © 2021 American Chemical Society CC-BY-NC-ND

Vidéo accompagnant l'article « Capturing the Moment of Emergence of Crystal Nucleus from Disorder » du JACS (Journal of the American Chemical Society) du 21 janvier 2021⁶

Sitographie et bibliographie

- fiche microscope : <https://opentp.fr/smart/>
- <https://www.reseau-canope.fr/docsciences/La-face-cachee-du-carbone.html>
- <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/html/minusc/cristaux/>
- <http://sites.ensfea.fr/physique-chimie/wp-content/uploads/sites/10/2016/10/Exp%C3%A9riences-de-cristallisation-instantan%C3%A9e.pdf>
- https://www.mediachimie.org/sites/default/files/Fiche_cristallo-intro.pdf
- https://phychim.ac-versailles.fr/IMG/pdf/les_cristaux-carnet_de_voyage_final2.pdf
- Un chimiste en cuisine- Raphaël Haumont- DUNOD 2018
- Smartphonique : Expériences de physique avec un smatphone Ulysse Delabre - DUNOD

Annexes

Annexe A : « La fabrication de cristaux de sucre » - Protocole du TP à la maison + Cahier de laboratoire

Annexe B : « De l'ordre dans la matière » - Activité documentaire sur l'intérêt d'étudier la structure microscopique d'un cristal

Annexe C : « Cristallisation rapide de l'acétate de sodium » - Protocole pour réaliser la cristallisation de l'acétate de sodium.

⁶ <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.0c12100>

Dans la rubrique : Supporting Information

Choisir : Movie S2 : Nine times crystallization of NaCl in a conical CNT at 298 K (0–44.40 s) ([MOV](#))



Annexe A : La fabrication de cristaux de sucre

Le sucre couramment utilisé en cuisine est extrait de certaines plantes, principalement de la canne à sucre et de la betterave sucrière. Son nom scientifique est le saccharose, sa formule brute est $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Mission 1 : Réaliser des cristaux de sucre

Vous aurez besoin :

- de 250 g de sucre en poudre à mesurer avec un verre ou une balance de cuisine ;
- d'un pic en bois et d'une pince à linge ;
- de film alimentaire ;
- d'un verre ;
- d'une casserole ;
- (facultatif) de colorant alimentaire.

Ce que vous allez voir

Tout le sucre ne pourra pas se dissoudre dans l'eau du sirop. Le sucre aura alors tendance à se recristalliser... si nous fournissons un point d'accroche : le pic en bois jouera parfaitement ce rôle.

Protocole

1. Porter à ébullition 10 cL d'eau minérale et 250 g de sucre en poudre.
2. Laisser bouillir 4 minutes.
3. Ajouter éventuellement quelques gouttes de colorant alimentaire de votre choix. Mélanger.
4. Verser le sirop de sucre dans le verre prévu à cet effet. Laissez le **complètement refroidir** en évitant de le remuer et de toucher au récipient.
5. Disposer un film de protection sur le verre pour éviter les poussières. Piquer le film pour plonger le pic en bois dans le sirop en le maintenant à l'aide de la pince à linge.
6. Laisser le récipient à température constante sans y toucher pendant 3 jours.



Petit-à-petit des cristaux de sucre apparaissent sur le pic. Plus le temps passe et plus les cristaux sont gros.

Astuce

Pour faciliter la formation des cristaux vous pouvez préalablement humidifier le pic et le parsemer d'un peu de sucre en poudre. Tapoter pour enlever l'excédent avant de plonger le pic dans le sirop de sucre.



Prendre 3 photos des cristaux : une par jour et les déposer sur le mur collaboratif.

Utiliser le cahier de laboratoire pour noter des observations journalières.



Au bout de 3 jours, sortir délicatement le pic, l'égoutter pour ôter l'excédent de sirop et laisser sécher. Lorsque les cristaux sont secs, les mettre dans le sac de congélation et les ramener au lycée.

Mission 2 : Observer la forme d'un cristal et le mesurer

Vous aurez besoin :

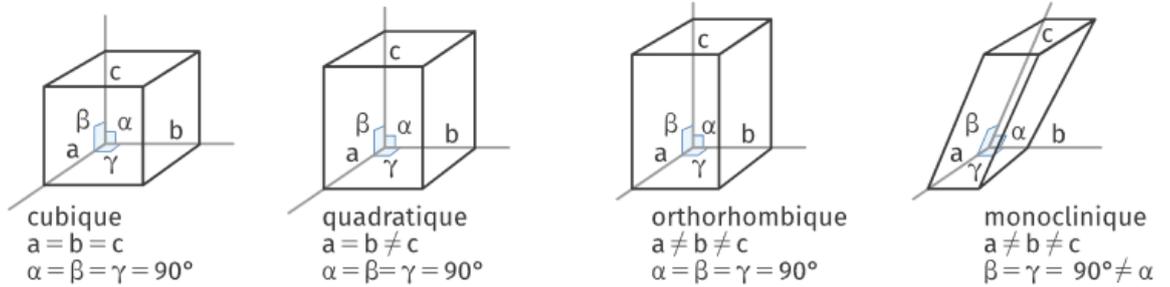
- d'une pince ;
- d'une dosette de sérum physiologique ;
- d'un smartphone ;
- d'une feuille à petits carreaux.



Protocole

1. À l'aide de la dosette de sérum physiologique, déposer une toute petite goutte sur l'objectif de la face avant de l'appareil photo d'un smartphone (celui utilisé pour les selfies).
2. Utiliser la pince pour détacher un cristal du pic en bois et le poser sur la feuille à carreaux. Prendre une photo et calculer la taille du cristal.

3. Identifier parmi les modèles proposés ci-dessous, celui dont la forme se rapproche le plus de celle de votre cristal.



Le cristal de saccharose cristallise selon un modèle

Pour aller plus loin

La cristallisation dépend de facteurs comme la concentration de la solution, l'interface air/solution, la présence d'impuretés.

- 4. Indiquer un autre facteur qui a pu influencer la cristallisation.
- 5. Décrire un protocole qui permettrait de mettre en évidence l'effet de ce facteur que vous avez identifié sur la cristallisation.

.....

.....

.....

Éléments de correction de l'annexe A

Le cristal de saccharose cristallise selon « un modèle » monoclinique

On calcule la taille du cristal en comparaison avec la taille d'un carreau sur la photo, par exemple avec un tableau de proportionnalité :

Mesure sur l'écran du carreau 12 mm	Mesure réelle du carreau 5 mm
Mesure sur l'écran du cristal 2 cm ou 20 mm	Mesure réelle du cristal ?

Facteur influençant la cristallisation : la température.

Mise en évidence de l'influence de la température : on peut observer la croissance des cristaux dans 2 verres semblables remplis avec le même sirop de sucre, placés dans deux lieux ayant des températures différentes (chambre ou cuisine et réfrigérateur ou rebord d'une fenêtre).



Annexe B : De l'ordre dans la matière

Un solide est constitué d'entités chimiques (atomes, ions ou molécules) qui, liées entre elles, lui donnent une forme propre.

Le sel, le saccharose, le graphite, le diamant et le verre sont tous des solides.

L'étude de leur structure microscopique révèle des différences.

Quel est l'intérêt d'étudier les solides à l'échelle microscopique ?

Mission 1 : Comment distinguer une structure amorphe d'une structure cristalline ?

Document 1 : Le sel

L'organisation mondiale de la santé préconise un apport journalier de sel inférieur à 5 g.

La consommation excessive de sel, en particulier le sodium qu'il contient, augmente le risque d'hypertension artérielle et d'accident vasculaire cérébral.

Dans les marais salants, l'eau s'évapore sous l'action du soleil et du vent et on obtient la cristallisation du sel dissous dans l'eau de mer.

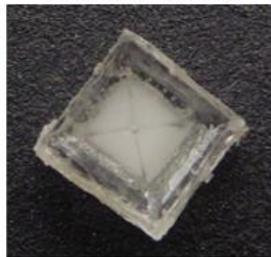
La légende veut qu'en 1781, examinant quelques minéraux, l'abbé René-Just Haüy, minéralogiste français, laisse, par maladresse, tomber un cristal de calcite.

L'abbé observe alors que les fragments résultants ont conservé la même forme géométrique que le cristal de départ et ce indépendamment de leur taille.

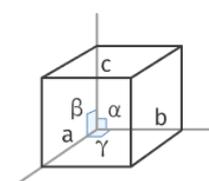
Haüy va alors vérifier que les cristaux d'autres substances suivent le même comportement et identifier des modèles de base. Pour le sel c'est un cube et pour le saccharose c'est un prisme monoclinique : un prisme incliné à base rectangulaire.

Les faces des minéraux ne sont que de petits escaliers qui se construisent au fur et à mesure de la croissance des cristaux à partir d'un même modèle de base.

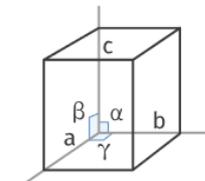
Cristaux de sel



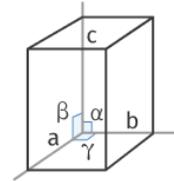
Cristaux de sucre



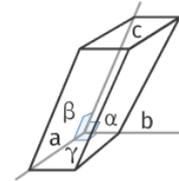
cubique
 $a = b = c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



quadratique
 $a = b \neq c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

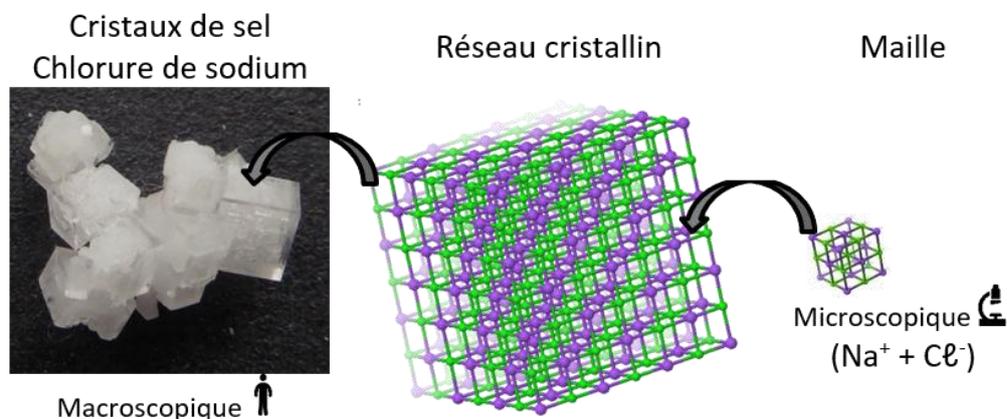


orthorhombique
 $a \neq b \neq c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



monoclinique
 $a \neq b \neq c$
 $\beta = \gamma = 90^\circ \neq \alpha$

Il émet ainsi l'hypothèse de l'existence de « blocs » qui, empilés les uns sur les autres, génèrent le cristal.

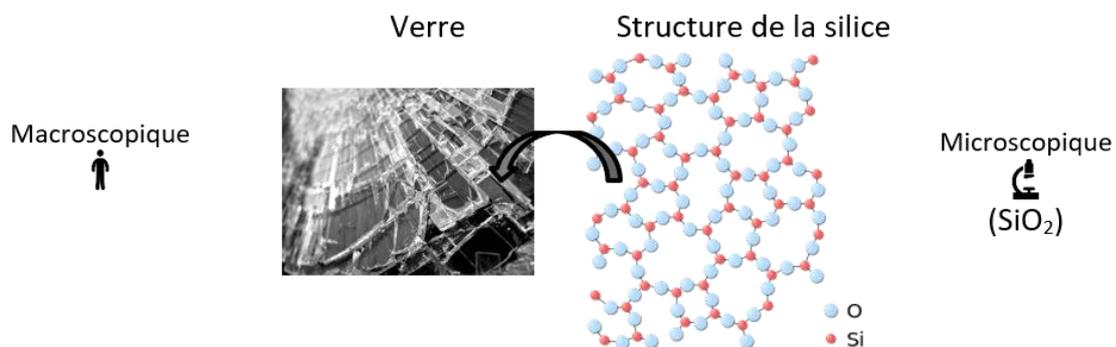


Document 2 : Le verre

Les premiers objets en verre datent d'environ 2500 ans avant Jésus-Christ et ont été retrouvés en Égypte et au Proche Orient. Pour donner sa forme au verre on utilise de la pâte de verre en fusion à environ 1300 degrés Celsius.

Les diatomées sont des organismes unicellulaires aquatiques constitués d'une boîte de silice poreuse à l'intérieur de laquelle vit une cellule. Cet organisme a la faculté de fabriquer sa coque de silice à basse température en utilisant la silice dissoute dans l'eau.

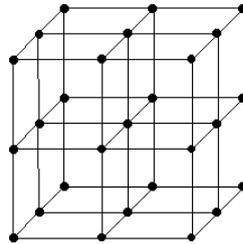
La description microscopique de la silice, principal constituant du verre, montre que les atomes de silicium et d'oxygène ne suivent pas un arrangement ordonné.



Document 3 : Les conditions de cristallisation

Suivant les conditions de température et de pression, l'agencement des entités chimiques au sein d'un solide peut varier. Lors d'un refroidissement trop rapide, les entités chimiques n'ont pas le temps de s'ordonner. Plus la solidification d'un solide sera réalisée lentement, plus la proportion des cristaux dans ce solide sera importante. Par exemple le refroidissement rapide de la lave entraîne une cristallisation non uniforme du magma. Les parties du magma non cristallisées sont appelées « verre ».

Q1 : Une maille élémentaire est le motif géométrique le plus simple qui en se répétant indéfiniment constitue le réseau cristallin. La représentation ci-dessous est-elle celle d'une maille ou celle d'un réseau cristallin ?



Q2 : Décrire comment obtenir le cristal, échelle macroscopique, à partir d'une maille, échelle microscopique ? Aidez-vous de l'illustration du document 1 pour le sel.

.....
.....

Q3 : Expliquer la différence entre un solide cristallin et un solide amorphe.

Remarque : Amorphe vient du grec « morphos » (qui signifie forme) associé au préfixe privatif « a » pour signifier sans forme.

.....
.....
.....

Mission 2 : Des propriétés différentes pour 1 même formule

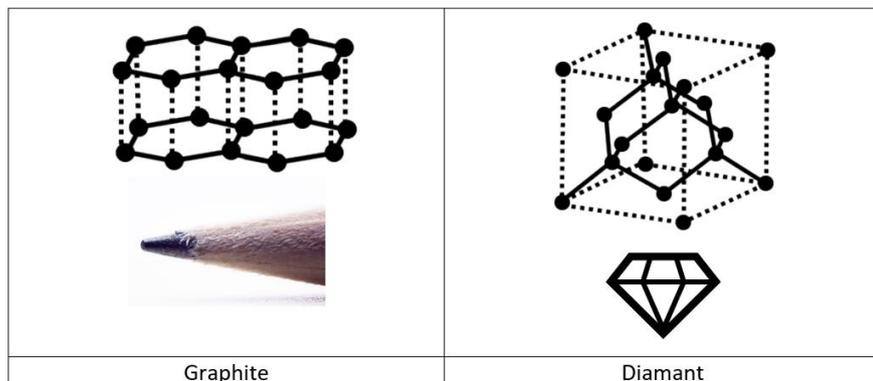
Document 4 : Le graphite et le diamant

Le diamant et le graphite sont tous les deux constitués de carbone mais leurs propriétés et leur aspect sont différents !

Regarder la vidéo à partir 2 min 44 pendant environ 2 min :

https://www.canal-u.tv/video/scavo/du_cristal_aux_applications.16492

Raphaël Haumont, enseignant-chercheur à l'université Paris-Sud, explique la différence entre le graphite et le diamant.



Diamant	dur	transparent	non conducteur	tranchant
Graphite	mou	opaque	conducteur	lubrifiant

Q4 : Indiquer le système cristallin (hexagonal ou cubique) correspondant au diamant ?

.....

On donne la description suivante d'un des deux solides cristallins :

« Cette structure forme des feuillets parallèles d'atomes de carbone. Au sein d'un même feuillet, chaque atome de carbone est lié à trois autres par des liaisons covalentes fortes. Les électrons qui ne sont pas mobilisés par ces liaisons (un par atome de carbone) sont engagés dans des liaisons bien plus faibles qui lient les feuillets entre eux. De ce fait, les feuillets ne sont pas aussi bien « attachés » que les atomes, si bien qu'ils peuvent glisser les uns par rapport aux autres. »

Q5 : Identifier s'il s'agit du diamant ou du graphite.

.....

Conclusion

Répondre à la problématique. Indiquer l'intérêt d'étudier la structure microscopique d'un cristal.

.....

Éléments de correction de l'annexe B

Q1 : La représentation est celle d'un réseau cristallin car on voit une répétition d'un empilement régulier d'entités chimiques. On peut découper ce réseau cristallin pour obtenir une maille élémentaire cubique dont les sommets sont occupés par une entité chimique.

Q2 : La maille élémentaire du cristal de chlorure de sodium, en se répétant dans les 3 directions de l'espace, permet de former le cristal macroscopique.

Q3 : Un solide cristallin comme le sel (chlorure de sodium) est constitué d'un agencement ordonné des entités chimiques (Na^+ et Cl^-) qui constituent le solide alors qu'un solide amorphe comme le verre ne présente aucune organisation particulière de ses entités chimiques.

Q4 : Le diamant correspond au système cubique ; le graphite correspond au système hexagonal.

Q5 : La description du solide cristallin correspond au graphite.

Conclusion : Les propriétés physiques d'un matériau solide à l'échelle macroscopique sont liées à la nature des entités chimiques qui le composent et à leur arrangement à l'échelle microscopique au sein du solide.

Annexe C : cristallisation rapide de l'acétate de sodium

Matériel

- 1 carré 10 cm × 10 cm de papier aluminium
- 1 spatule
- 1 flacon contenant 65 g d'acétate de sodium
- 1 éprouvette graduée de 50 mL
- 1 balance au 1/10^e g
- 1 thermomètre digital
- 1 agitateur magnétique et chauffant + 1 turbulent (barreau magnétique)
- 1 bécher en pyrex de 250 mL
- 1 bécher en pyrex de 150 mL
- 1 pot en verre (pot à yaourt par exemple)

Protocole

1. Verser un volume de 50 mL d'eau (mesuré grâce à l'éprouvette) dans le bécher en pyrex de 150 mL.
2. Porter à ébullition l'eau. Vérifier la température : elle doit atteindre 100 °C.
3. Mesurer dans le pot 60 g d'acétate de sodium.
4. Verser dans l'eau bouillante. Agiter jusqu'à dissolution totale.
5. Laisser refroidir. Couvrir le bécher avec le carré d'aluminium.
6. Placer au réfrigérateur.
7. Lorsque la température est inférieure à 18 °C, parsemer la surface de la solution de quelques grains d'acétate de sodium.

