

CRISTAUX D'HIER / CRISTAUX D'AUJOURD'HUI

Rapport d'activité



Entreprise partenaire innovante
74160 Archamps proche de Genève

Situation, présentation du projet :

Les cristaux que nous avons vu dans la salle de classe en sciences nous intriguent et fascinent. Suite à nos recherches en équipe nous avons choisi de nous retrouver pour expérimenter autour de « quelles sont les conditions pour faire le plus beau, le plus gros cristal ? À quoi peut bien servir les cristaux en dehors d'être beaux à regarder ? ». Nos essais de chaque semaine, nos protocoles testés ont souvent abouti à des petits cristaux ou bien des polycristaux sans donner de « pousse » d'un cristal de façon harmonieuse.

Nos problématiques sont de trois niveaux :

Où trouver les cristaux, comment en faire des beaux et aujourd'hui un cristal à quoi cela sert-il ? Nous avons choisi de répondre principalement à « comment faire des beaux cristaux ? »

En effet, en suivant nos hypothèses nous pensions (et pensons toujours) que pour faire ce type de cristal, les conditions de température ont leurs importances ; de même que le type de « sel » dissout dans le solvant.

Après discussion avec notre professeur, nous pensons aussi que la pression atmosphérique peut faire varier la taille du cristal obtenu.

Pour mener à bien nos essais, nos protocoles ont été très différents (selon 4 démarches testées) :

1) Pour étudier l'influence de la température sur la « pousse » du cristal, nous avons fait des recherches sur internet de différentes informations sur la solubilité de soluté dans le solvant sous différentes températures.

2) Pour tester l'influence de la pression, il faudrait mettre les béchers (où nous faisons pousser les cristaux) dans une boîte étanche où nous pourrions faire varier la pression (comme une cloche à vide vue en classe malheureusement elle s'est cassée en cours d'atelier).

3) Différents groupes vont tester différents types de « sels » à dissoudre dans l'eau déminéralisée, afin de tester l'influence de la nature du cristal. Nous nous attachons les cheveux, nous mettons une blouse et des lunettes pour pouvoir manipuler les substances sans danger.

Nous avons utilisé comme matériel :

- une substance à cristalliser (« sels » de seignette appelée aussi tartrate de potassium, « sels » d'alun, sulfate de cuivre) pour les solutés et de l'eau distillée ou déminéralisée pour le solvant,
- un contenant large et bas (type cristalliseur) pour permettre la croissance du cristal, des béchers,
- une éprouvette graduée pour mesurer le volume d'eau distillée,
- une spatule et un agitateur en verre,
- une plaque chauffante et un thermomètre pour contrôler le chauffage,
- un fil de pêche et un crayon pour suspendre les petits cristaux à faire croître.

Nous préparons une solution à base de sel et d'eau distillée.

Nous dissolvons le sel de façon à ce que la solution soit sursaturée c'est à dire qu'il n'y ait plus de soluté qui puissent se dissoudre dans le volume d'eau choisi.

Pour cela nous utilisons les informations trouvées dans les documents scientifiques expliquant la masse de sel à dissoudre dans un volume d'eau distillée à une température précise.

Les équipes étaient réparties selon :

Equipe :	A) Emilien, Mathys, Maxime, Pierre,	B) Quentin, Océane	C) Charlotte, Cléa, Eden	D) Lucile, Nais, Audrey	E) Judilan, Lucien, Louis
Sel dissout Formule chimique masse utilisée Volume de solvant (eau déminéralisé e)	Sel d'alun $KAl(SO_4)$ $m_{alun}=30\text{ g}$ $V=40\text{ ml}$	Sulfate de cuivre $CuSO_4$ $m_{sulfate\ de\ cuivre}=25\text{ g}$ $V=50\text{ ml}$	Sel d'alun $m_{alun}=30\text{ g}$ $V=40\text{ ml}$	Sel d'alun $m_{alun}=28,2\text{ g}$ $V=100\text{ ml}$	Sel de seignette $m_{sel}=20\text{ g}$ $V=100\text{ ml}$
Température de dissolution	40 °C	40°C	40°C	40°C	37 °C

Pour cela, nous plaçons le bécher sur la plaque chauffante et nous amenons la température de l'eau distillée à la température repérée grâce à nos recherches bibliographiques, soit à environ 40°C. Nous versons petit à petit du sel jusqu'à ce qu'il reste quelques cristaux non dissout au fond du bécher malgré agitation, cela permet de s'assurer d'avoir la sursaturation.

Après cette manipulation, nous attendons plusieurs jours et revenons tous les jours pour vérifier que de beaux petits cristaux se forment (le plus réguliers possibles).



Photos prises pendant les essais du mois de décembre 2019 des différents groupes.

Une fois que de beaux cristaux se sont formés, nous les retirons de la solution, nous en accrochons un à un à un fil de pêche pour pouvoir le suspendre dans une deuxième solution sursaturée (refaite à l'identique). Nous avons choisi un bécher plus étroit mais plus haut afin d'avoir une hauteur de solution plus importante pour permettre aux cristaux de bien « grandir ».

Pendant plusieurs jours de suite nous nous sommes relayés pour passer mesurer la taille (en longueur et largeur) des cristaux sélectionnés pour être capable de faire un graphique de son évolution.

4) Déçus de nos résultats, nous avons continué d'approfondir nos recherches et avons trouvé un protocole intéressant sur le site internet d'un concours appelé « cultivons nos cristaux ». Nous avons alors contacté les organisateurs de ce concours (qui sont l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie, l'Association Bordelaise de Cristallographie et le rectorat de bordeaux) pour savoir si nous pouvions essayer grâce à leurs conseils de faire pousser un beau cristal, celui du tartrate de sodium $C_4H_5O_6Na$.

Nous avons reçu leur protocole, mais il fallu l'adapter.

Avec l'aide de notre professeur, nous nous sommes organisés pour nous répartir les actions du protocole, pour en faire un protocole collectif.

Pour reproduire plusieurs fois les solutions et faire croître ces derniers tests de cristaux nous avons choisi de diviser les quantités par 2 du protocole transmis.

Dans ce protocole, il y a une réaction chimique avec l'utilisation d'ammoniac, substance très corrosive dégageant des vapeurs très irritantes.

Heureusement, nous avons pu utiliser une hotte aspirante filtrante appelée « une sorbonne » pour nous protéger.

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ

Ammonium hydroxide, 25-30% solution in water

Date de révision 21-juil.-2016



Mention d'avertissement

Danger

Mentions de danger

- H314 - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H335 - Peut irriter les voies respiratoires
- H400 - Très toxique pour les organismes aquatiques

Conseils de prudence

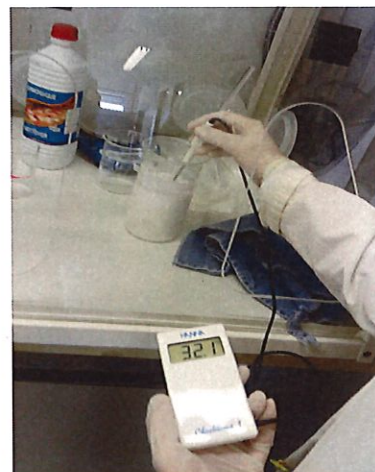
- P280 - Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage
- P301 + P330 + P331 - EN CAS D'INGESTION: rincer la bouche. NE PAS faire vomir
- P303 + P361 + P353 - EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (ou les cheveux): enlever immédiatement les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau/ se doucher
- P304 + P340 - EN CAS D'INHALATION: transporter la victime à l'extérieur et la maintenir au repos dans une position où elle peut confortablement respirer
- P305 + P351 + P338 - EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer
- P310 - Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin

Le protocole collectif que nous avons adapté :

Dans deux béchers, nous avons mis 37,5 g d'acide tartrique, dans l'un nous avons fait la solution avec 150 ml d'eau distillée.

Nous avons versé dans ce premier bécher de solution d'acide tartrique 26,5 g de carbonate de sodium qui créer une forte effervescence par dégagement de dioxyde de carbone. Puis petit à petit nous avons ajouté les derniers 37,5 g d'acide tartrique en agitant doucement car il faut faire attention que rien ne déborde (c'est pour cela que l'ajout d'acide tartrique s'ajoute en 2 étapes). La réaction chimique terminée aboutit au produit nommé bitartrate de sodium très pâteux.

Une deuxième réaction chimique a lieu en ajoutant avec deux éprouvettes graduées (50ml + 15,5 ml) 65,5 ml d'ammoniac (avec grande précaution, nous étions stressés, c'est Maxime qui a fait l'ajout) avec la pâte de bitartrate de sodium, cela dégage de la chaleur !



Photos de nos essais collectifs de janvier
l'augmentation de la température produite par la réaction nous a surpris, + 12,1°C au cours de l'expérience (de 20,0°C à 32,1°C) on dit une réaction exothermique !

Ensuite nous avons laissé reposer et sommes partis dans nos cours respectifs.
Curieux, nous nous sommes relayés pour venir voir à la récréation de 15h30, puis les jours suivants sur les récréations, et ainsi observer les cristaux qui apparaissent.

Observations, résultats :

Nous avons fait plusieurs essais individuels pas toujours réussis.
Certaines solutions donnaient un amas de petits cristaux inexploitable appelé des polycristaux.
Il a fallu faire face à des difficultés telles qu'un bécher qui casse, en nous faisant perdre toute notre solution, mais aussi dans la rapidité d'action nous avons placé trop tôt notre cristal de départ dans la deuxième solution saturée encore chaude et notre cristal au lieu de croître s'est dissout (la température ayant augmentée la dissolution du sel, ou bien notre solution n'étant peut être pas bien saturée).

Après plusieurs essais infructueux nous avons finalement réussi à faire croître un cristal grâce au protocole collectif (comme quoi nous sommes plus « forts » à plusieurs) transmis par le concours « cultivons nos cristaux ».

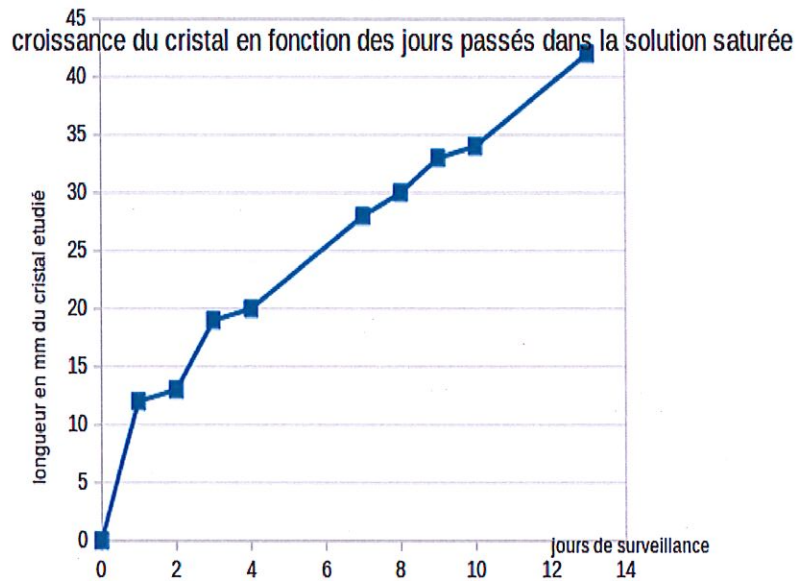
acide tartrique + carbonate de sodium → bitartrate de sodium + dioxyde de carbone
bitartrate de sodium → tartrate de sodium (sous l'effet de l'ammoniac qui sépare le bitartrate puis qui s'évapore sous hotte)

Nous pensons que la réaction chimique qui dégage de la chaleur permet de maintenir une température qui décroît progressivement et ainsi favorise la croissance d'un cristal. Aucun de nos autres tests n'utilisait ce procédé.

Pour éviter le refroidissement trop rapide de la solution, nous avons même modifié nos protocoles individuels (ceux du protocole 3) pour faire une sorte de couverture (en feutrine épaisse) enveloppant le bécher contenant la solution sursaturée tiède. Cela afin d'abaisser plus progressivement la température et permettre une cristallisation de meilleure qualité.

Pour présenter nos relevés de la croissance de notre plus beau cristal, nous avons utilisé le tableau graphique (comme en mathématiques) :

durée de croissance temps(en jour)	taille(longueur) en mm du cristal étudié
0	0
1	12
2	13
3	19
4	20
5	
6	
7	28
8	30
9	33
10	34
11	
12	
13	42



Conclusion

Il nous a fallu plusieurs essais et beaucoup de patience pour arriver à un résultat pas vraiment satisfaisant. Une hypothèse non formulée pour faire un beau cristal serait aussi de faire preuve de précision et de disposer de temps de surveillance et de contrôle assez long (ce dont nous ne disposons pas lorsque 13h25 sonnait!).

La condition particulière de température est qu'elle ne doit pas varier brutalement : pour obtenir une bonne cristallisation, il faut que la température diminue très lentement au moment de la sursaturation et vers la température ambiante de la salle.

Nous avons tout de même fait croître un beau cristal.

Il n'est pas parfait, il présente certaines irrégularités, mais c'est le plus beaux que nous ayons réussi à faire et nous sommes tout de même contents du résultat imparfait après tous les échecs rencontrés.

En cherchant des informations sur l'acide tartrique nous avons beaucoup appris sur les cristaux d'hier étudiés par Louis Pasteur. Ses travaux nous ont montré ses démarches pour étudier la conservation du vin. Nous avons aussi appris que ses études de cristaux ont fait découvrir que des molécules présentent dans un cristal peuvent s'organiser selon une géométrie spéciale sans symétrie (appelée chiralité).

En recherchant l'utilité (autre qu'esthétique) de faire « pousser » des cristaux, nous avons rencontré des informations sur l'innovation technologique. En passant par des panneaux photovoltaïques ou bien les wafer nous avons vu le lien avec les cristaux d'aujourd'hui de silicium.

Nous souhaitons contacter une entreprise de fabrication de panneaux photovoltaïque mais nous n'avons pas réussi. Notre professeur nous a aidé pour discuter avec une entreprise qui utilise des cristaux de silicium et qui a accepté de nous en envoyer pour nous rendre compte : Merci à l'entreprise SILtronix pour sa participation à notre projet.

