



Institut de chimie du Canada | ***Pour notre avenir***
Chemical Institute of Canada | ***For Our Future***

Manuel d'information sur la compétition nationale de croissance de cristaux 2023

Ce manuel comprend:

- des informations sur la compétition
- un guide de croissance de cristaux

Special thanks to our sponsors :

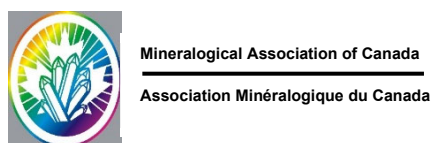


Table des matières

UN MOT À PROPOS DE NOS COMMANDITAIRES	2
INFORMATIONS SUR LA COMPÉTITION NATIONALE DE CRISTAUX DE L'INSTITUT DE CHIMIE DU CANADA	4
Qu'est-ce que l'Institut de chimie du Canada (ICC)?.....	4
Comment cette compétition se déroule-t-elle?.....	4
Calendrier de la compétition	4
Quels sont les prix?.....	4
Qui peut participer?.....	4
Contre qui vais-je compétitionner?.....	5
Comment s'inscrire à la compétition?.....	5
Contacts importants.....	5
Comment se procurer la substance chimique?.....	6
Déroulement de la compétition	6
Comment et quand sont jugés les cristaux?.....	7
Critères d'évaluation.....	7
GUIDE DE CROISSANCE DE CRISTAUX	8
Qu'est-ce qu'un cristal?.....	8
Quelles substances utiliser?.....	8
Précautions à prendre en manipulant la substance chimique.....	9
Comment procéder?.....	10
Ce que vous devez savoir avant de commencer	10
Première étape: obtenir un cristal d'ensemencement	10
Deuxième étape : préparation d'une solution sursaturée	11
Troisième étape: Croissance d'un gros monocristal	13

Un mot à propos de nos commanditaires

Ces compagnies scientifiques et cette association ont généreusement accepté de commanditer la compétition. Sans leur participation, rien ne serait possible! Ils partagent tous une passion commune pour la science et, dans la plupart des cas, pour les cristaux. Voici, en leurs propres mots, un aperçu de leurs champs d'intérêt. Peut-être, un jour, certains de nos participants feront-ils ou elles partie de ces organisations?

 <p>The logo for Solid State Pharma features a stylized blue 'S' symbol on the left, followed by the text 'SolidStatePharma' in a blue sans-serif font with a registered trademark symbol.</p>	<p>Solid State Pharma est une compagnie de recherche pharmaceutique basée à Halifax, se spécialisant dans l'ingénierie de la cristallisation et dans la science de l'état solide. En tant que partenaire de compagnies pharmaceutiques mondiales, SSPI combine une approche expérimentale rigoureuse à de l'analyse judicieuse, dans le but de générer, non seulement des données, mais bien des connaissances.</p>
 <p>The logo for PROTO X-RAY DIFFRACTION consists of the word 'PROTO' in large, white, bold, sans-serif capital letters on a black rectangular background. Below it, 'X-RAY DIFFRACTION' is written in smaller, white, sans-serif capital letters.</p>	<p>Proto est l'un des principaux fournisseurs de systèmes de caractérisation des matériaux, portatifs et de laboratoire, par diffraction des rayons X. La gamme de produits de Proto inclut des diffractomètres de poudre, des systèmes de mesure de tension résiduelle et de quantité d'austénite des appareils de mesure d'orientation de monocristaux par la méthode de Laue, des tubes à rayons X et des systèmes de diffraction des rayons X adaptés aux besoins spécifiques de certains clients. De plus, il nous fait plaisir d'offrir des services de mesure à partir de nos laboratoires américains et canadiens, qui sont accrédités ISO/IEC 17025:2017.</p>
 <p>The Bruker logo features a blue stylized atomic symbol with three elliptical orbits and three dots representing electrons. Below the symbol, the word 'BRUKER' is written in bold, black, sans-serif capital letters.</p>	<p>Les informations éclairant les relations entre la structure, les fonctions et la réactivité sont essentielles à la réussite de la science moderne. La diffraction des rayons X (XRD) de monocristaux est l'une des plus puissantes méthodes pour obtenir ces informations cruciales, et est devenue un outil essentiel pour de nouvelles découvertes. Bruker est fier de développer, pour la communauté scientifique, des appareils à la fine pointe de la technologie.</p>



Mineralogical Association of Canada
Association Minéralogique du Canada

L'association **minéralogique du Canada (AMC)**, une organisation scientifique sans but lucratif, a été fondée en 1955 afin de promouvoir et de faire avancer les connaissances en minéralogie et dans les disciplines connexes de cristallographie, pétrologie, géochimie et gisements minéraux. L'AMC est engagée dans la promotion des sciences minérales auprès du grand public, et est fière de participer au financement du Concours national de croissance de cristaux.



Le Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC) est constitué de leaders mondiaux des données de chimie structurale, et se spécialise dans les logiciels et les connaissances essentielles à la recherche et au développement en sciences de la vie et des matériaux.



Depuis plus de 55 ans, Boreal Science est fière de fournir aux éducateurs de tout le Canada les meilleures fournitures et services scientifiques. Boreal Science offre de l'équipement de haute qualité pour l'enseignement des sciences en classe et au laboratoire, notre gamme couvrant aussi bien les microscopes et les modèles que les capteurs interfacés et les montages de physique. Notre réputation de fiabilité et nos efforts pour répondre aux besoins spécifiques des Canadiens a permis à Boreal Science d'être, dans le domaine de l'éducation des sciences, le fournisseur se méritant le plus la confiance des Canadiens. S'efforçant de toujours vous fournir la meilleure qualité, Boreal Science vous offre une grande gamme de produits de toute sorte à valeur ajoutée.

Informations sur la compétition nationale de cristaux de l'Institut de chimie du Canada

Qu'est-ce que l'Institut de chimie du Canada (ICC)?

C'est une association canadienne, sans but lucratif, de professionnels et professionnelles du domaine de la chimie, du génie chimique et de la technologie chimique. L'ICC organise plusieurs activités de promotion de la chimie pour les étudiants et le grand public, dont la compétition de croissance de cristaux. Cette activité existe depuis plus de 30 ans!

Comment cette compétition se déroule-t-elle?

La compétition consiste à faire pousser le plus beau et le plus gros cristal possible. Elle se déroule dans les écoles secondaires canadiennes, en automne. Les cristaux sélectionnés pour représenter l'école sont envoyés pour évaluation, d'abord à des coordonnateurs et coordonnatrices régionaux, puis les cristaux gagnants de chaque région seront ensuite envoyés pour être jugés au niveau canadien.

Calendrier de la compétition

Vous trouverez ci-dessous le calendrier de la compétition pour 2023. En cas de retard inhabituel de la poste ou de livraison de la substance à cristalliser, veuillez aviser votre coordonnateur ou coordonnatrice, qui modifiera l'échéancier dans la mesure du possible.

Du 28 août au 1er septembre	Annonce de la compétition auprès des écoles secondaires
Du 1er septembre au 2 octobre	Inscription à la compétition auprès des coordonnateurs régionaux
Du 1er septembre au 2 octobre	Commande (achat) du produit
Du 10 octobre au 13 novembre	Période de croissance des cristaux
Du 13 au 20 novembre	Choix, dans les écoles, des cristaux les représentant
Le 20 novembre	Date limite d'envoi des cristaux au coordonnateur régional
Le 4 décembre	Date limite d'envoi des cristaux gagnants à la coordonnatrice nationale
Début janvier	Évaluation nationale et envoi des résultats aux coordonnateurs

Quels sont les prix?

Les élèves ainsi que leurs enseignants ou enseignantes peuvent remporter des prix en argent pour leur école et recevront un certificat à leur nom s'ils remportent un prix national. Les prix nationaux seront affichés sous peu sur le site web de la compétition.

Qui peut participer?

Tous les étudiants et étudiantes du niveau secondaire au Canada (incluant ceux et celles qui sont scolarisés à la maison) ayant entre 13 et 18 ans, inclusivement, sont admissibles. Les étudiants et étudiantes peuvent participer individuellement ou en équipe. Aucune limite n'est fixée quant au nombre de participants ou d'équipes par école.

Un volet distinct de la compétition s'adresse aux enseignants, enseignantes et techniciens, techniciennes de laboratoire des écoles secondaires et des polyvalentes.

Contre qui vais-je compétitionner?

Les participations sont classées selon les quatre divisions suivantes:

Division 1. Élèves d'une école secondaire ou d'une polyvalente située dans une région qui compte un coordonnateur régional ou une coordonnatrice régionale: les cristaux sont envoyés à cette personne pour être jugés à l'échelon régional.

Division 2. Élèves d'une école secondaire ou d'une polyvalente située en dehors d'une région qui compte un coordonnateur régional ou une coordonnatrice régionale: les cristaux sont soumis à la coordonnatrice nationale, qui agira comme « juge régionale » pour cette division.

Division 3. Élèves scolarisés à la maison : Voir la liste de coordonnateurs sur le site web de la compétition.

Division 4. Enseignants, enseignantes, techniciens, techniciennes d'une école secondaire ou d'une polyvalente: les cristaux sont jugés (taille et qualité) uniquement à l'échelon national. L'évaluation est effectuée indépendamment de celle des cristaux des élèves. Les cristaux sont soumis directement à la coordonnatrice nationale pour être jugés.

Les cristaux gagnants régionaux de la division 1, ainsi que les cristaux gagnants des divisions 2 et 3, seront ensuite réunis pour le jugement national final.

Comment s'inscrire à la compétition?

Veillez contacter votre coordonnateur/coordonnatrice régional/e pour vous inscrire. L'enseignant/enseignante doit fournir le nombre approximatif de participants et participantes, ainsi que ses coordonnées (adresse de l'école, courriel et numéro de téléphone). Cette étape est importante, car elle permet d'assurer un suivi de la réception des cristaux.

Les parents d'élèves scolarisés à la maison doivent les inscrire directement auprès de la coordonnatrice nationale, Josée Brisson, à josee.brisson@chm.ulaval.ca. Si vous ne trouvez pas le coordonnateur ou la coordonnatrice pour votre région dans la liste sur le site web, veuillez communiquer avec Josée Brisson, coordonnatrice nationale.

Contacts importants

Coordonnatrice nationale

Josée Brisson, MCIC
Département de chimie
Université Laval
1045 avenue de la Médecine
Québec (Québec) G1V 0A6
Tél. : 418-656-2131, poste 403536
josee.brisson@chm.ulaval.ca

Bureau de l'ICC

Philip Glowacki
Coordonnateur à la participation des membres
Institut de chimie du Canada
Ottawa (Ontario) K1P 5V9
Tél.: 613-232-6252 poste 234
pglowacki@cheminst.ca

Comment se procurer la substance chimique?

En 2023, le cristal sera fait d'alun ou aluminum potassium sulfate 12-hydrate.

- **Communiquez avec Boreal Science par téléphone** au 1-800-387-9393, par fax au 1-800-668-9106 ou par courriel à scied_boreal_main@avantorsciences.com, **du 1er septembre au 2 octobre**.

Lors de la commande, utilisez le numéro de soumission 8602779435 – **produit numéro 470300-154**, aluminum potassium sulfate 12-hydrate. La compagnie pourra expédier une bouteille de 500g directement à votre école, au prix spécial de \$15.18, plus frais d'envoi de matière dangereuse de \$17.50, frais de livraison variables selon votre localité, et plus taxes. (les écoles ayant une entente en cours avec Boréal se feront évidemment facturer le prix le plus bas). Le paiement se fait normalement par carte de crédit (une carte de crédit personnelle peut être utilisée sur demande), et **l'adresse d'envoi doit être celle de votre école**. La livraison devrait prendre entre 7 et 10 jours ouvrables, une fois la commande enregistrée dans le système de commande. Il est donc important de commander tôt.

- Si vous avez besoin d'une plus grande quantité de produit, vous pourrez commander une seconde bouteille au même moment. Les quantités sont limitées par les stocks existants. Bien entendu, vous pouvez vous procurer une quantité supplémentaire de substance chimique auprès de vos propres fournisseurs.
- Les parents d'enfants scolarisés à la maison devront contacter l'enseignant d'une école pour effectuer la commande, puisque la livraison ne peut être faite qu'à une adresse d'école. Ils peuvent aussi se procurer de l'alun auprès d'un marchand (Amazon, par exemple), bien que la pureté puisse alors être inférieure, et les cristaux seront alors plus difficiles à obtenir.

Déroulement de la compétition

La croissance des cristaux doit avoir lieu entre le 10 octobre et le 13 novembre et respecter deux grandes règles:

- **RÈGLE 1:** Les cristaux soumis doivent peser entre 0,5 et 100 g inclusivement. Ce poids correspond à l'utilisation d'une quantité maximale de la substance de départ de 100 g par élève ou par équipe.
- **RÈGLE 2:** Pour que tous les élèves aient le même temps de préparation, la croissance du cristal doit prendre fin cinq semaines après la réception de la substance de départ.

Dès que la période de croissance est terminée, les enseignants et enseignantes doivent sélectionner les deux cristaux qui représenteront l'école à l'échelon régional et les envoyer au coordonnateur régional ou à la coordonnatrice régionale. Ils doivent choisir:

- 1) le plus beau cristal sans égard à la taille (bien que la masse minimale doit atteindre 0,5 g) et
- 2) le meilleur cristal, c'est-à-dire le plus gros cristal qui soit de belle qualité (cristal unique, bien formé, doté d'arêtes nettes et de faces unies, ayant une bonne clarté, etc.), sans que sa masse ne dépasse 100 g.

Chacun de ces deux cristaux doit être bien asséché et placé dans un **sac de plastique (de type Ziploc) étiqueté au nom du ou des élèves qui l'ont fait croître, avec le nom de l'école et le courriel de l'enseignant ou enseignante**.

Nous savons pertinemment que plusieurs cristaux peuvent avoir une qualité presque équivalente dans une même école, ce qui rend la tâche des enseignants et enseignantes difficile. Dans ces cas, il pourrait falloir soumettre plusieurs cristaux. Cependant, deux seuls par école pourront être considérés comme « officiels » pour l'attribution de prix.

Comment et quand sont jugés les cristaux?

Les plus beaux cristaux sélectionnés dans chaque région seront envoyés à l'échelon national pour être jugés. Des prix seront attribués aux élèves ayant les plus beaux cristaux. Les résultats seront annoncés en janvier.

Critères d'évaluation

Un des cristaux soumis sera jugé seulement pour sa qualité, selon les critères indiqués plus loin. L'autre cristal sera jugé en fonction de sa masse et de sa qualité, comme il est expliqué dans la suite de cette section.

Des experts évalueront les cristaux suivant une échelle de 1 à 10, la note de 10 étant attribuée à un cristal de qualité parfaite, unique (isolé, pas d'amas ou de macle) et qui respecte la forme cristalline de la substance utilisée.

Tous les cristaux seront pesés et leur masse M_0 sera notée. **Les cristaux doivent peser entre 0,5000 et 100,0 g.**

Les critères suivants seront utilisés pour l'évaluation de la qualité :

- **bon ou mauvais type de cristal (sur 2)**
- **présence ou absence d'inclusions (sur 2)**
- **arêtes nettes et bien définies, continues ou arrondies, intactes ou brisées (sur 2)**
- **faces lisses ou irrégulières (sur 2)**
- **clarté ou opacité (sur 2)**

$$\text{Qualité totale } Q_0 = (a + b + c + d + e) \text{ sur } 10$$

La **note totale** est calculée comme suit:

$$\text{Note totale} = [\log (M_0+1)] \times Q_0$$

Le logarithme de la masse est utilisé pour qu'un gros cristal de faible qualité ne pénalise pas indûment les petits cristaux de belle qualité. Une unité est additionnée à la masse pour empêcher qu'un cristal de moins de 1,0000 g obtienne une valeur négative.

Un cristal obtenu avec un rendement parfait à partir de 100 g de produit (M_{MAX}), et ayant une qualité parfaite de 10 (Q_{MAX}), obtiendrait une note maximale de

$$[\log (100+1)] \times 10 = 20,01$$

Le pointage attribué à un cristal est exprimé en pourcentage de cette valeur maximale. Le cristal avec le résultat le plus élevé est déclaré gagnant.

$$100 \times \{[\log (M_0+1)] \times Q_0\} / \{[\log (M_{MAX}+1)] \times Q_{MAX}\} = \text{Score global } \%$$

Le cristal parfait de 100 g se verrait alors donner la note de 100%.

Exemple de calcul: Le meilleur cristal de la compétition de 2001, fabriqué à partir de 150 g de substance de départ ($M_{MAX}= 150\text{g}$), avait une masse finale de 46,53 g et la note obtenue pour la qualité était de 8,65/10. La note globale obtenue était donc de :

$$100 \times \{[\log (46,53+1)] \times 8,65\} / \{[\log (150 + 1)] \times 10\} = 66,6 \%$$

Guide de croissance de cristaux

Qu'est-ce qu'un cristal?

Un cristal est un solide constitué d'atomes, d'ions ou de molécules placés selon un patron régulier et répétitif. Ainsi, la substance a une forme et une couleur spécifiques, de même que d'autres propriétés caractéristiques. Le diamant (utilisé en joaillerie et pour les outils de coupe) en est un exemple; il est constitué uniquement d'atomes de carbone. Le graphite (utilisé dans les crayons et les lubrifiants) est aussi un cristal composé d'atomes de carbone. Le sel et le sucre sont d'autres substances pouvant former des cristaux.

Le **procédé de recristallisation** est utilisé pour purifier un cristal en dissolvant le solide (appelé soluté) dans un liquide approprié (appelé solvant) pour le récupérer de nouveau sous forme cristalline. Selon les conditions, un amas de plusieurs petits cristaux ou un seul gros cristal se formera.

Pour plus d'informations, ou des méthodes alternatives de croissance, consultez les sites suivants:

Vidéos de l'université de Buffalo utilisés pour le concours américain de croissance de cristaux :

<https://www.youtube.com/watch?v=gsC039jpOT0>

<https://www.youtube.com/watch?v=0F0I3XKiOY>

Université de Otago, NZ : <https://www.otago.ac.nz/chemistry/outreach/crystals/growing/index.html>

Site web de l'Union internationale de cristallographie, concours de 2014:

<https://www.iycr2014.org/participate/crystal-growing-competition-2014/info-for-newcomers/how-to-grow>

Instructable workshop: <https://www.instructables.com/How-to-grow-great-crystals/>

Quelles substances utiliser?

Plusieurs substances peuvent se cristalliser. À la maison, le sel de table (chlorure de sodium) sert souvent à faire croître des cristaux. Pour la Compétition nationale de croissance de cristaux, la substance chimique à employer change chaque année. Jusqu'à maintenant, trois substances différentes ont été utilisées:

- **Le sulfate de cuivre (II) pentahydraté (ou « pierre bleue »), qui a été utilisé en 2022**
- **Le sulfate d'aluminium et de potassium (ou alun), qui a été utilisé en 2021 et le sera aussi en 2023**
- **Le tartrate de sodium et de potassium (aussi appelé sel de Rochelle)**

Ces substances ont été choisies parce qu'elles présentent une faible toxicité et peu de dangers, qu'elles sont aisément accessibles et qu'elles cristallisent facilement. Elles sont en vente chez la plupart des fournisseurs de produits chimiques de laboratoire. La deuxième et la troisième peuvent s'acheter en épicerie ou sur le web, mais attention, dans le cas de la troisième, de choisir de la vraie crème de tartre. Dans certains cas, il s'agit d'une autre substance chimique, ou de mélanges.

D'autres substances sont aussi connues pour donner de bons cristaux, entre autres :

- Le ferricyanure de potassium
- L'acétate de cuivre monohydraté
- L'acétate de calcium et de cuivre hexahydraté.

Précautions à prendre en manipulant la substance chimique

Bien que les produits choisis présentent peu de dangers, certaines précautions doivent tout de même être prises. À l'école, l'expérience se fera probablement au laboratoire, et le port de lunettes de sécurité et d'un sarrau est alors exigé. Les mains devront être lavées au sortir du laboratoire.

Si vous faites la croissance à la maison, le port de lunettes de sécurité, facilement disponibles en quincaillerie, est très fortement conseillé. Vous devriez toujours vous laver les mains après avoir manipulé des produits chimiques.

Dans tous les cas, si vous recevez du solide ou de la solution dans les yeux, rincez à l'eau du robinet, à température de la pièce, de 5 à 15 minutes. Si une irritation demeure, consultez votre médecin ou rendez-vous à l'urgence de l'hôpital, avec en main, si possible, la fiche de données de sécurité qui vous a été envoyée par Boréal avec le produit.

Les produits les plus souvent utilisés pour le concours sont classifiés dans le Système d'information sur les substances utilisées au travail SIMDUT-1985. Selon le Répertoire toxicologique de la CNESST, y sont associées les informations de sécurité du tableau 1. (<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>).

Tableau 1 : Informations sur la sécurité lors de la manipulation des principaux produits chimiques utilisés

Substance chimique	Pictogramme	Classes et catégories de danger	Mention d'avertissement	Mentions de danger	Conseils de prudence
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toxicité aiguë - orale – Cat. 4 ▪ Lésions oculaires graves/irritation oculaire - Catégorie 2 	Attention	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nocif en cas d'ingestion ▪ Provoque une sévère irritation des yeux 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se laver les mains soigneusement après manipulation ▪ Ne pas manger, boire ou fumer en manipulant ce produit. ▪ EN CAS D'INGESTION: Appeler un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin en cas de malaise ▪ Rincer la bouche. ▪ Éliminer le contenu/récipient conformément à la réglementation locale ▪ Porter un équipement de protection des yeux ▪ 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. ▪ Si l'irritation des yeux persiste : Consulter un médecin
Alun		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lésions oculaires graves/irritation oculaire - Catégorie 2 	Attention	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Provoque une sévère irritation des yeux 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se laver les mains soigneusement après manipulation ▪ Porter un équipement de protection des yeux ▪ 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. ▪ Si l'irritation des yeux persiste : Consulter un médecin

Comment procéder?

Pour obtenir un gros cristal, trois étapes principales sont généralement nécessaires:

- l'obtention d'un petit cristal d'ensemencement
- la préparation d'une solution sursaturée
- la suspension du cristal d'ensemencement dans une solution sursaturée pour le faire croître (explications à venir).

Il est assez facile d'obtenir de beaux petits cristaux. Par contre, l'obtention d'un gros cristal presque parfait relève de l'art et d'une attention constante à divers détails. La suite du guide explique les rudiments de cet art.

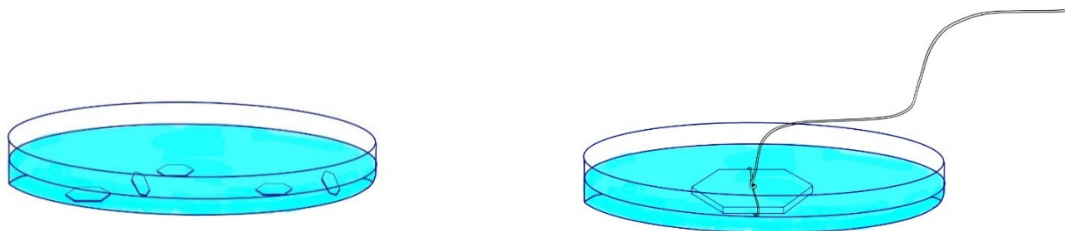
Ce que vous devez savoir avant de commencer

Il faut connaître la solubilité de la substance dans l'eau à la température de la pièce. Cette information se trouvera dans un ouvrage de référence de chimie.

Il serait aussi utile de connaître la solubilité de la substance à des températures légèrement élevées. Cette information peut aussi se trouver dans un ouvrage de référence comme le *Handbook of Chemistry and Physics*, à la section *Aqueous Solubility of Inorganic Compounds in Mass % as a Function of Temperature*.

Première étape: obtenir un cristal d'ensemencement

Le but de la compétition est d'obtenir un « monocristal », ou cristal unique, et non un agglomérat de petits cristaux imbriqués les uns dans les autres, même s'ils peuvent être jolis. Pour y arriver, il faut obtenir en premier un petit cristal, le plus parfait possible, qui servira de cristal d'ensemencement. Il faut ensuite faire croître ce cristal lentement, une croissance rapide risquant plus d'engendrer la formation de cristaux multiples que d'un monocristal.



Ce dont vous aurez besoin

- Substance à cristalliser
- Eau distillée ou déminéralisée
- Contenant large et bas (vase de Pétri, par exemple)
- Bêcher ou autre petit contenant de 100 à 250 mL
- Plaque chauffante (ou autre mode de chauffage)
- Fil ou ligne à pêche (de 1 à 2 kg de résistance)
- Bâtonnet de bois (bâton de « Popsicle » par exemple)
- Balance
- Optionnel: loupe

Ce que vous devez faire

- Chauffez environ 50 mL (1/4 de tasse) d'eau dans un contenant en verre (bécher).
- Dissolvez assez de la substance pour obtenir une solution saturée à cette température.
- Transvasez la solution dans le vase de Pétri, ou dans un autre contenant large et peu profond.
- Laissez la solution refroidir à la température de la pièce. Après un ou deux jours, parfois moins, des petits cristaux devraient se former.
- Récoltez quelques cristaux (les plus beaux).
- À l'aide d'une loupe, sélectionnez un petit cristal transparent, isolé des autres et de forme régulière. Évitez les amas de cristaux.
- Attachez ce cristal d'ensemencement avec le fil (ligne à pêche) en faisant un simple nœud. Assurez-vous que le fil soit assez long (environ la moitié de la hauteur du bécher qui sera utilisé dans l'étape 3).
- Suspendez ce cristal d'ensemencement à 1 ou 2 mm de profondeur dans un faible volume de solution saturée (quelques millilitres, voir section suivante pour la préparation) placée dans un contenant peu profond ou une boîte de Pétri (durée : un ou deux jours)
- Vérifiez que le cristal s'agrippe bien à la ligne à pêche et grandisse autour de celle-ci. Cette étape est très importante : plusieurs jours de croissance peuvent être gaspillés si la croissance n'est pas régulière au départ, ou ne suit pas la forme du cristal de départ. Il vaut mieux bien vérifier avant de passer à l'étape suivante.

Deuxième étape : préparation d'une solution sursaturée

Pour faire croître un gros cristal, vous devez le suspendre dans une solution sursaturée. Cette solution ne sert pas à l'équilibre; en fait, la concentration du soluté doit excéder la solubilité de la solution. Pour arriver à faire cela, il faut d'abord préparer une solution saturée. Celle-ci est à l'équilibre. Ensuite, on amène cette solution dans des conditions où la substance dissoute (le soluté) n'est plus à l'équilibre et va recristalliser. Tant que la cristallisation n'est pas amorcée, vous avez une solution sursaturée!

Plusieurs méthodes existent pour obtenir une solution sursaturée. Nous vous en proposons ici trois.

Note : Les quantités de substance et d'eau à utiliser dépendent de la solubilité de cette substance dans l'eau à la température de la pièce, et à une température légèrement supérieure. Les données de solubilité dans les ouvrages de référence peuvent vous guider, mais vous aurez probablement à procéder par quelques essais et erreurs pour trouver les bonnes proportions, comme tous les scientifiques le font au début d'une nouvelle expérience.

Ce dont vous aurez besoin

- Substance à cristalliser
- Eau distillée ou déminéralisée
- Thermomètre
- Balance
- Plaque chauffante ou autre dispositif de chauffage
- Contenant de verre résistant à la chaleur (de type Pyrex) ou d'acier inoxydable (1 L ou plus)

Première méthode

- Dans le contenant résistant à la chaleur, versez un certain volume d'eau tempérée. Ajoutez environ le double de la quantité de substance qui s'y dissoudrait normalement (c'est-à-dire le double de la solubilité).
- Par exemple, si 30 g d'une substance se dissolvent dans 100 ml d'eau à la température de la pièce, mettez 60 g de cette substance dans 100 ml d'eau. Ajustez les proportions selon la quantité de substance dont vous disposez.
- Agitez le mélange jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de mise en solution possible.
- Faites chauffer légèrement la solution en l'agitant doucement.
- Une fois que toute la substance est dissoute, retirez le contenant de la source de chaleur.
- Laissez la solution revenir à la température de la pièce. Vous avez maintenant une solution sursaturée.

Note: Cette méthode, ainsi que la suivante, ne fonctionne que si la solubilité du soluté est supérieure dans un solvant à chaud qu'à froid. C'est généralement le cas, à quelques exceptions près. Par exemple, la solubilité du sel de table (chlorure de sodium) ne varie presque pas avec la température. Certaines substances sont même plus solubles à froid qu'à chaud.

Deuxième méthode

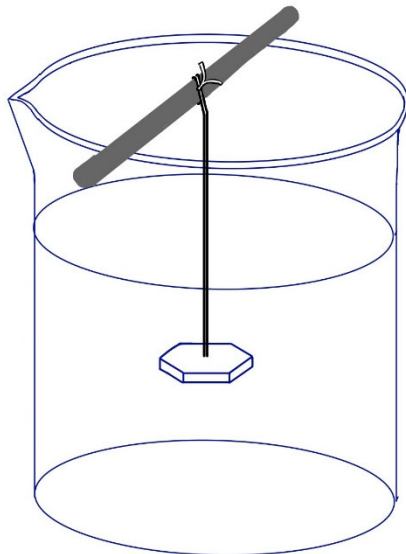
- Choisissez un volume d'eau approprié.
- Amenez cette eau, en la chauffant, à une température de 15 à 20°C supérieure à celle de la pièce.
- Ajoutez-y une certaine quantité de votre substance et agitez jusqu'à dissolution complète.
- Continuez à ajouter de votre substance et à agiter jusqu'à ce qu'il reste un tout petit peu de substance qui ne se dissolve pas (la solution est légèrement embrouillée).
- Chauffez encore légèrement pour dissoudre complètement votre substance. La solution doit être entièrement limpide, avec absence totale de trouble.
- Lorsque la dissolution est complète, retirez votre contenant de la source de chaleur.
- Laissez la solution se refroidir à la température de la pièce. Vous avez maintenant une solution sursaturée, qui doit être bien limpide. Si ce n'est pas le cas, rajoutez un peu d'eau, chauffez de nouveau, et laissez de nouveau refroidir.

Troisième méthode

- Préparez une solution saturée en utilisant les valeurs de solubilité (masse du produit/volume d'eau) tirées d'un ouvrage de référence.
- Laissez l'eau s'évaporer un certain temps (cela prend parfois plusieurs heures, ou même quelques jours, selon la saturation initiale de la solution).

Ce procédé est plus simple, mais plus lent, et fonctionne aussi pour les substances plus solubles à basse température, contrairement aux deux précédentes.

Troisième étape: Croissance d'un gros monocristal



Vous avez maintenant tout ce qu'il faut pour faire croître un gros cristal. Pour y parvenir, suspendez votre cristal d'ensemencement dans la solution sursaturée préparée à la deuxième étape. Cette solution contient plus que la quantité normalement maximale (donc plus que la solubilité) de votre substance chimique en solution. Elle n'est pas à l'équilibre, et le produit va vouloir « sortir » de solution. Il va cristalliser sur tout ce qu'il va trouver, que ce soit le cristal d'ensemencement (c'est le résultat espéré) ou des poussières (ce qui donne une croissance mal contrôlée, et des formes de cristaux souvent irrégulières, et que vous voulez éviter).

La vitesse à laquelle la cristallisation se produira va influencer grandement la qualité du cristal obtenu. Plus la solution est sursaturée (plus il y a un excès de produit chimique en solution par rapport à la valeur maximum d'équilibre), plus la croissance sera rapide. Par contre, les cristaux de meilleure qualité s'obtiennent toujours par une croissance lente.

Un avertissement s'impose : puisque la solubilité d'une substance varie selon la température, il est très important de bien contrôler celle-ci. De plus, pour permettre la croissance de votre cristal, il est absolument nécessaire que votre solution soit toujours saturée à la température choisie pour la croissance (souvent la température de la pièce), sinon le cristal peut se dissoudre partiellement ou entièrement.

Un cristal plus symétrique peut être obtenu en faisant lentement tourner le cristal dans le contenant de solution saturée. Si vous avez un dispositif vous permettant de le faire, cela pourra améliorer vos résultats, mais ce n'est pas essentiel.

Malheureusement, plusieurs participants ont eu, dans le passé, la mauvaise expérience d'admirer un magnifique cristal en croissance le vendredi, et de revenir le lundi suivant pour trouver un fil à pêche désespérément vide. Que s'est-il passé? Une augmentation de température durant la fin de semaine, ce qui a causé la dissolution complète du cristal. Ceci se produit souvent vers le mois d'octobre, lorsque les écoles démarrent le système de chauffage de l'édifice. Il est donc recommandé, si vous en avez la possibilité, de placer votre solution dans un bain thermostaté à une température de quelques degrés au-dessus de celle de la pièce. À défaut, placez votre solution dans une glacière, ce qui limitera les variations de température et pourrait sauver la « vie » de votre cristal.

Ce dont vous aurez besoin

- Solution sursaturée de la substance à cristalliser
- Un cristal d'ensemencement de la substance à cristalliser, attaché à une ligne à pêche (voir étape 1)
- Un bâton de bois (bâton à « Popsicle »)
- Eau distillée ou déminéralisée
- Thermomètre
- Balance
- Plaque chauffante ou autre dispositif de chauffage
- Bêcher ou contenant de plastique en hauteur, qui servira de contenant de croissance (un contenant de 250 à 400 mL est souvent utilisé)
- Glacière en styromousse ou autre (optionnel):
- Loupe ou microscope (optionnel)
- Bain thermostaté (optionnel)
- Moteur à révolution très lente (1 à 4 tours/jour) (optionnel).

Ce que vous devez faire

1. Prenez le fil à pêche sur lequel le cristal est attaché et fixez-le à un bâtonnet de bois (bâton de Popsicle) de telle sorte que le cristal sera immergé au milieu du contenant dans lequel vous mettrez votre solution saturée, et qui vous servira de contenant de croissance pour votre cristal.
2. Insérez et suspendez délicatement votre cristal d'ensemencement dans la solution sursaturée, en prenant bien soin de ne pas toucher le fond ou les côtés du contenant.
3. Couvrez le contenant de croissance pour :
 - Éliminer les poussières
 - Réduire les fluctuations de température.

Vous pouvez utiliser une pellicule plastique ou du papier d'aluminium. Si vous voulez que le solvant (généralement de l'eau) s'évapore (voir le point 4 ci-dessous), utilisez une feuille de papier poreux (papier filtre, filtre à café).

4. Observez la croissance de votre cristal. Selon la nature de votre substance, le degré de sursaturation et la température, plusieurs jours peuvent s'écouler avant que la croissance ralentisse et s'arrête vraiment.
 - **POURQUOI LA CROISSANCE DU CRISTAL S'ARRÊTE-T-ELLE?** Un cristal croîtra seulement si la solution dans laquelle il baigne est sursaturée. Quand la solution devient seulement saturée, la croissance du cristal ne peut plus continuer (en fait, une petite quantité à la surface va se dissoudre pendant qu'une même quantité va se cristalliser à un autre endroit, ce qui s'appelle une situation d'équilibre).
 - **POURQUOI MON CRISTAL A-T-IL RAPETISSÉ OU DISPARU?** Si votre cristal a diminué ou disparu, c'est parce que la solution qui l'entoure est devenue non saturée et le cristal s'est dissous dans celle-ci. La non-saturation peut se produire lorsque la température d'une solution augmente, même de seulement quelques degrés, selon les conditions. Voilà pourquoi la régulation de la température est si importante.
 - **COMMENT RELANCER LA CROISSANCE DE MON CRISTAL?** Il faut rendre la solution à nouveau sursaturée. L'étape 5 explique comment faire.

5. Lorsque nécessaire, sursaturez à nouveau votre solution. Vous pourriez devoir le faire tous les jours, surtout quand le cristal commence à être gros. Commencez par retirer le cristal de la solution. Une façon de sursaturer à nouveau la solution consiste à diminuer la quantité de solvant. Il faut alors chauffer la solution pendant un certain temps, puis la laisser revenir à la température initiale (de la pièce). Vous pouvez aussi laisser s'évaporer lentement le solvant (processus plus long, mais qui permet souvent d'obtenir un cristal de meilleure qualité). Vous pouvez aussi sursaturer la solution en la chauffant un peu, puis en ajoutant et en dissolvant plus de soluté avant de laisser tempérer.

Chaque fois que la solution est sursaturée à nouveau, il convient de « nettoyer » la surface du cristal:

- En s'assurant que le cristal est sec
 - En ne touchant pas le cristal avec ses doigts (manipulez-le avec le fil)
 - En enlevant toutes les irrégularités des surfaces (souvent des excroissances)
 - En enlevant tous les autres petits cristaux qui ont pu se former sur le fil.
6. Suspendez de nouveau le cristal dans la solution nouvellement sursaturée.
 7. Répétez les étapes 5 et 6 au besoin.
 8. Pour vous assurer d'une bonne symétrie et pour favoriser une croissance égale, surtout si le cristal devient très gros, vous obtiendrez de meilleurs résultats si vous tournez très lentement votre monocristal en croissance (1 à 4 rotations par jour) quand il baigne dans la solution sursaturée. Un moteur électrique tournant de 1 à 4 rotations par jour peut être difficile à trouver (nous suggérons un ancien moteur d'enregistreur sur cylindre d'humidité/température).
 9. Lorsque la période de croissance est terminée, retirez votre cristal, et essuyez-le bien avec un papier absorbant, en évitant de le toucher avec vos doigts! Une fois que le cristal est bien sec, déposez-le dans un petit sac de plastique hermétique (un sac de type Ziploc par exemple) que vous fermerez et sur lequel vous collerez une étiquette avec votre nom et celui de votre école. Remettez le tout au responsable de l'activité à l'école, qui choisira les deux meilleurs cristaux et les enverra à l'échelon régional. Avant d'envoyer les cristaux, il est important de vérifier si leur masse se situe dans les limites requises par la compétition, soit entre 0,5 et 100 g, sinon le cristal sera automatiquement disqualifié.

Le ou la responsable de l'activité est invité à se reporter aux sections « Déroulement de la compétition » et « Critères d'évaluation » pour tout savoir sur la façon d'évaluer les cristaux et sur la façon et le moment de les envoyer au coordonnateur régional ou à la coordonnatrice régionale.

Certaines personnes appliquent un vernis sur leur cristal. Cette opération augmente la durabilité du cristal en évitant qu'il ne perde ou n'absorbe de l'eau. Cette procédure masque certains défauts sur les faces du cristal, mais par contre elle arrondit les arêtes et les rend moins bien définies. Bien qu'il ait été décidé de ne pas disqualifier les cristaux vernis, ceux-ci perdront invariablement beaucoup de points en raison de la perte de définition des arêtes et, par conséquent, ils reculeront au classement. Il n'est donc pas recommandé de vernir les cristaux soumis pour la compétition.

10. Finalement, il est essentiel de toujours bien se laver les mains au savon et à l'eau après avoir manipulé tout produit chimique.

Une fois que vous maîtriserez la croissance des cristaux, vous souhaiterez peut-être en faire croître en présence de « contaminants » volontaires qui donneront des couleurs ou des formes différentes aux cristaux. Ceux-ci ne seront cependant pas admissibles à la compétition.

Document mis à jour le 15 juin 2023.