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

Manuel de la compétition nationale de croissance de cristaux 2026-2027

Nous remercions chaleureusement pour leur soutien financier:









Chemical Institute of Canada | **Chemical Education Fund**
Institut de chimie du Canada | **Fonds pour l'enseignement de la chimie de l'ICC**

Table of Content

INFORMATIONS SUR LE CONCOURS NATIONAL DE CROISSANCE DE CRISTAUX 2

Qu'est-ce que l'Institut de chimie du Canada? 2
Comment fonctionne ce concours? 2
Que puis-je gagner? 2
Qui peut participer? 2
Contre qui suis-je en compétition? 2
Calendrier des compétitions 3
Comment puis-je m'inscrire? 4

CONTACTS IMPORTANTS POUR LE CONCOURS DE CULTURE DE CRISTAUX 4

Pour commander votre matériel: 5
Comment fonctionne le concours? 5
Comment et quand les cristaux sont-ils jugés ? 6
Critères de jugement nationaux 6

GUIDE DE LA CROISSANCE CRISTALLINE 6

Tout d'abord, qu'est-ce qu'un cristal? 6
Recristallisation 7
Quelles substances cristallisent bien? 8
Comment faire pousser des cristaux 11
Ce que vous devez savoir avant de commencer 12
Première étape: faire pousser un cristal germe 12
Ce dont vous aurez besoin 12
Ce que vous devez faire 13
Deuxième étape: Préparation d'une solution sursaturée 13
Ce dont vous aurez besoin 14
Méthode 1 14
Méthode 2 14
Méthode 3 15
Troisième étape: Croissance d'un grand cristal 15
Ce dont vous aurez besoin 16
Ce que vous devez faire 16

UN MOT SUR NOS SPONSORS 19

Informations sur le concours national de croissance de cristaux

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

L'Institut de chimie du Canada (CIC) est une association canadienne à but non lucratif regroupant des professionnels des domaines de la chimie, du génie chimique et de la technologie chimique. L'association organise des activités de sensibilisation visant à promouvoir la chimie auprès des élèves et du grand public. Le Concours national de croissance de cristaux, qui existe depuis plus de trente ans, en fait partie.

Comment fonctionne ce concours?

Ce concours a pour objectif de faire croître le plus gros cristal possible, tout en assurant la meilleure qualité. Il se déroule dans les écoles canadiennes au cours de l'année scolaire. Les cristaux gagnants de chaque établissement sont envoyés pour évaluation, d'abord à un coordonnateur régional; ces derniers examinent les cristaux reçus et sélectionnent jusqu'à deux échantillons d'élèves ainsi qu'un échantillon d'enseignant ou de technicien pour le jury national. Parmi les deux échantillons d'élèves retenus, l'un est désigné vainqueur régional. À l'échelle nationale, les cristaux provenant de tous les coordonnateurs régionaux sont classés dans trois catégories: le meilleur cristal toutes catégories confondues, le cristal de meilleure qualité et le meilleur échantillon d'enseignant.

Que puis-je gagner?

Les élèves et leurs enseignants peuvent remporter des prix en espèces et recevront des certificats individuels attestant de ces récompenses. Les prix seront annoncés sur le site Web du concours à l'approche de la phase de développement de la compétition; ils seront financés grâce aux généreux dons de nos commanditaires ainsi qu'à des subventions de soutien.

Des efforts sont actuellement déployés pour élargir la portée et l'impact des récompenses dans les années à venir — en allant au-delà des simples prix en espèces et, idéalement, en ne se limitant pas' au seul échelon national. Des discussions sont en cours avec les commanditaires actuels et potentiels à ce sujet.

Qui peut participer?

Tous les élèves du secondaire au Canada ainsi que les jeunes instruits à domicile, âgés de 12 à 18 ans, peuvent participer. Les élèves peuvent concourir individuellement ou en équipes de deux si nécessaire, bien que la participation individuelle soit privilégiée. Il n'y a pas de limite fixe quant au nombre de participants par école, mais il convient de noter que les éventuels prix en argent seront partagés équitablement entre les membres de l'équipe. Le concours est également ouvert aux enseignants et aux techniciens de laboratoire, dans une catégorie distincte.

Contre qui suis-je en compétition?

Les participants sont répartis dans les quatre catégories suivantes:

• Catégorie 1: élèves des écoles des régions dotées d'un coordinateur. Les cristaux sont soumis au coordinateur régional pour évaluation régionale.

• Catégorie 2: élèves des écoles « atypiques » résidant hors des régions dotées d'un coordinateur. Ces cristaux sont soumis au coordinateur national pour évaluation régionale.

• Catégorie 3: élèves scolarisés à domicile. Ces cristaux sont soumis au coordinateur national pour évaluation régionale.

• Catégorie 4: enseignants du secondaire. Les coordinateurs régionaux sélectionnent le meilleur échantillon d'enseignants de leur région et l'envoient à l'échelle nationale pour évaluation, séparément des cristaux des élèves.

Les cristaux gagnants de chaque section régionale des divisions 1, 2 et 3 sont mis en compétition pour l'évaluation nationale finale dans les catégories « Meilleure évaluation globale » ou « Meilleure qualité ».

Calendrier des compétitions

Le calendrier du concours 2026-2027 est présenté ci-dessous.

Sept. - Déc.	Les coordonnateurs régionaux diffusent les annonces de concours et les dossiers d'information aux enseignants, aux écoles secondaires et aux conseils scolaires. Le site web est mis à jour régulièrement.
Sept. - Févr.	Les écoles s'inscrivent auprès de leur coordinateur régional
Sept. - Févr.	Les écoles commandent/achètent leurs produits chimiques
Octobre 19 - Mars. 18	La croissance des cristaux aura lieu. Les enseignants peuvent choisir une période de quatre semaines pendant laquelle eux et leurs élèves cultiveront le cristal, à partir du 11 février au plus tard. La seule raison pour laquelle un enseignant et ses élèves devraient commencer la croissance entre le 11 et le 18 février est un retard imprévu dans la réception du produit chimique à cultiver. Si cela se produit, veuillez prévenir le coordinateur national au plus vite. • La durée de croissance choisie ne doit pas dépasser 4 semaines!
En Mars. 27	Les écoles envoient leurs deux meilleurs cristaux d'élèves (et le cristal des enseignants) au coordinateur régional le plus proche (total 3 échantillons envoyés par enseignant).
En Avr. 24	Les coordonnateurs régionaux évaluent les échantillons reçus avant le 20 avril. Les juges enverront leurs deux cristaux étudiants gagnants (Meilleur cristal global et Meilleure qualité), ainsi que le meilleur cristal enseignant régional, à l'équipe nationale du Centre canadien de rayonnement synchrotron (CCRS) avant le 24 avril. Parmi les deux échantillons étudiants, le coordonnateur régional désignera le meilleur gagnant régional. Toutes les alertes concernant les prix seront envoyées après l'évaluation nationale. **À ce stade, les coordinateurs régionaux doivent alerter les enseignants concernés des échantillons d'élèves envoyés pour le jugement national, en leur demandant de demander le consentement des parents pour partager une adresse e-mail à laquelle l'argent potentiel du prix régional ou national sera versé par virement électronique, ainsi que tous les certificats de récompense finale.**

Mai 1 - 22	L'évaluation nationale a lieu et le coordinateur national informe les enseignants des lauréats dès la première semaine de juin. Les prix seront ensuite envoyés par virement électronique dès réception des courriels.

Comment puis-je m'inscrire?

La première étape clé pour vous inscrire consiste à remplir le formulaire Google suivant:
https://forms.gle/DYMUuJfpQgvXhQMM8

Ensuite, la deuxième étape clé consiste à contacter votre coordinateur régional pour l'informer de votre participation. En cas de doute, veuillez consulter le tableau « Contacts importants pour le concours de croissance de cristaux » ci-dessous pour trouver le coordinateur le plus proche. S'il y a plusieurs coordinateurs dans votre région, recherchez l'établissement d'accueil le plus proche sur Google Maps. Si vous ne le savez toujours pas, contactez le coordinateur national: CrystalGrowingCompetition@gmail.com.

Veuillez ne pas négliger ces deux étapes clés, elles permettent aux coordinateurs régionaux d'organiser et de contacter les participants en cas de besoin.

Contacts importants pour le concours de culture de cristaux

Rôle	Nom	Province ou territoire	Institution	Courriel
Coordonnateur national	Tanner George	Nova Scotia **Les régions comprennent:** PEI, MB, YT, NU, NWT, and home school.	Dalhousie, Saint Mary's University	CrystalGrowingCompetition@Gmail.com
Coordonnateur régional	Ian Phillips	Alberta - Edmonton	Universite de Alberta	driang.phillips@gmail.com
Coordonnateur régional	Mike DiPietro	British Columbia - Vancouver	Southridge School	mdipietro@southridge.bc.ca
Coordonnateur régional	Tasha Jarisz	British Columbia - Vancouver Island	Universite de Victoria	tjarisz@uvic.ca
Coordonnateur régional	Frank Schaper (Hein)	Quebec - Montreal	Universite de Montreal	Frank.Schaper@umontreal.ca
Coordonnateur régional	Nicholas Ryan	Newfoundland	Memorial Universite de Newfoundland	nickryan@mun.ca
Coordonnateur régional	Gayle Hanlon	Ontario - Niagara	AGATE Private School	info@learnfree.ca
Coordonnateur régional	Barbara Blackwell and Indira Thapa	Ontario	Agriculture and Agri-Food Canada	Barbara.Blackwell@agr.gc.ca and Indira.Thapa@agr.gc.ca
Coordonnateur régional	Jordan Bentley	Ontario - Toronto	Universite de Western Ontario	jordan.bentley000@gmail.com
Coordonnateur régional	Abdelaziz Nait Aijou	New Brunswick	Universite de Moncton	Abdelaziz.nait.ajjou@umoncton.ca
Coordonnateur régional	Amitabh Jha	Nova Scotia	Acadia University	Amitabh.jha@acadiau.ca
Coordonnateur régional	Nicholas Vukotic	Ontario - Windsor	Universite de Windsor	nvukotic@uwindsor.ca

Coordonnateur régional	Andrew Chan	Saskatchewan	Universite de Regina	Andrew.Chan@uregina.ca
Coordonnateur régional	Guillaume Bélanger-Chabot et Rafael Pérez	Québec - Québec	Laval Universite	cristaux@chm.ulaval.ca

Pour commander votre matériel:

En 2026-2027, les cristaux seront cultivés à partir de sel d'Epsom ordinaire, ou sulfate de magnésium heptahydraté. Ce matériau a été choisi cette année pour faciliter l'accès aux fournitures (en raison de la grande disponibilité de ce cristal), tout en représentant un défi plus important pour l'obtention de cristaux de qualité que l'alun utilisé les années précédentes.

Comment fonctionne le concours?

La croissance des cristaux doit commencer entre le 19 octobre et le 11 février et durer quatre semaines (28 jours), à la discrétion des enseignants qui accompagnent les élèves participants. Deux règles principales s'appliquent :

• RÈGLE 1: Les cristaux participants doivent peser entre 1 g et 200 g. Cela correspond à l'utilisation d'un maximum de 200 g de produits chimiques par élève ou par binôme.

• RÈGLE 2: Afin que tous les élèves du pays disposent du même temps de préparation, la production de cristaux doit être maintenue uniquement pendant la période de croissance de quatre semaines. Nous espérons que les participants respecteront cette demande et que la flexibilité accrue, nouvelle cette année, permettra une meilleure intégration dans les programmes scolaires uniques du Canada.

• RÈGLE 3: Une fois la période de croissance terminée, les enseignants sont chargés de sélectionner avec soin les cristaux gagnants parmi ceux produits par leurs élèves. Pour environ 30 cristaux obtenus par les élèves (ou les binômes) participants, les enseignants doivent choisir les deux meilleurs — celui qui est le « meilleur dans l'ensemble » et celui présentant la « meilleure qualité » — pour représenter l'école au niveau régional, et les transmettre au coordinateur régional avec leur propre cristal. *Par exemple, un enseignant encadrant 61 à 90 élèves participant individuellement peut soumettre au coordinateur régional: son propre cristal (1) ainsi que 6 des meilleurs échantillons d'élèves, soit (3) dans la catégorie « Meilleur ensemble », soit (3) dans la catégorie « Meilleure qualité ». Si 59 cristaux d'élèves ont été cultivés, seuls 4 échantillons d'élèves peuvent être soumis.*

• *Veuillez noter qu'il n'est pas possible de vous renvoyer les échantillons; par conséquent, s'il existe manifestement un cristal « meilleur » dans chaque catégorie d'étudiant, la soumission d'un seul cristal par catégorie est tout à fait acceptable. La soumission de plus de deux cristaux d'étudiants ne devrait être envisagée que si plusieurs cristaux de qualité équivalente se distinguent dans une même catégorie.*

1) Le cristal de meilleure qualité, quelle que soit sa taille (la masse minimale doit néanmoins être de 1 g).

2) Le cristal de meilleure qualité, alliant une grande taille à une bonne qualité (monocristal, bien formé, arêtes et faces nettes, bonne transparence, etc.), dont la masse ne doit pas dépasser 200 g.

Chacun de ces deux cristaux doit être soigneusement séché (à l'aide d'un essuie-tout ; ne pas utiliser de four ni de source de chaleur) et placé dans un petit sac en plastique (type Ziploc ou équivalent) portant les indications suivantes :

1. Le(s) nom(s) complet(s) de l'élève ou des élèves ayant fait croître le cristal,

2. Le nom de l'école participante,

3. Le nom et l'adresse électronique de l'enseignant à contacter en cas de victoire des élèves,

4. Et surtout, l'adresse électronique de l'élève ou du parent/tuteur auquel le prix sera versé par virement électronique. *C'est l'étape qui cause le plus souvent des retards dans ce concours; en fournissant ces informations dès maintenant, nous pourrons accélérer considérablement la remise des prix!*

Indiquez clairement quels cristaux correspondent à un échantillon de référence de l'enseignant et lesquels sont soumis pour les catégories « Meilleur cristal dans l'ensemble » ou « Cristal de meilleure qualité ».

Comment et quand les cristaux sont-ils jugés ?

Consultez le calendrier des évaluations régionales et nationales. Des prix seront attribués aux élèves ayant soumis les meilleurs cristaux. Les résultats seront annoncés dès que possible, idéalement avant la fin de l'année scolaire en juin.

Critères de jugement nationaux

Par le passé, une formule spécifique était utilisée pour évaluer les échantillons ; toutefois, la responsabilité de l'évaluation ayant été récemment confiée à une nouvelle équipe, on adoptera désormais une nouvelle méthode fondée sur une discussion ouverte et un consensus collectif pour classer les meilleurs échantillons. Si aucun choix ne peut être arrêté entre deux échantillons de cristaux pour un prix donné, le plus lourd des deux sera retenu arbitrairement, ou bien les cristaux seront déclarés ex aequo s'ils présentent une qualité comparable.

Guide de la croissance cristalline

Tout d'abord, qu'est-ce qu'un cristal?

Un cristal est un solide constitué d'atomes, d'ions ou de molécules organisés selon un motif répétitif uniforme. Cette structure confère au matériau une forme, une couleur, une dureté et un éclat spécifiques, ainsi que des propriétés magnétiques, optiques, électroniques ou mécaniques particulières, qui dépendent de la nature et de l'agencement des éléments au sein du cristal. Le diamant (utilisé en joaillerie et dans les outils de coupe) est un exemple de cristal; il est composé de carbone pur. Le graphite (utilisé dans les crayons et les lubrifiants) est également un cristal à base de carbone. Le sel et le sucre sont d'autres exemples de substances pouvant former des cristaux. Dans le domaine médical, il est possible de concevoir des cristaux présentant des formes, des tailles et des compositions spécifiques; cela permet d'améliorer considérablement certaines caractéristiques ou de conférer des propriétés recherchées, telles qu'une solubilité élevée ou faible, de la flexibilité, de la plasticité ou un comportement optique adapté aux besoins. Des paramètres tels que la vitesse de dissolution

contrôlée et les effets synergiques des cocristaux revêtent également une grande importance en médecine. L'étude des cristaux — et le développement des nombreuses disciplines scientifiques qui reposent sur leurs applications — sont rendus possibles grâce à la compréhension de ce qui définit la nature cristalline d'un matériau.

On retrouve également des cristaux dans les technologies, notamment au sein des composants matériels où ils jouent des rôles clés : condensateurs (fluorure de lithium), résistances (céramiques), conducteurs (cristaux d'or en couche mince, fils de cuivre polycristallin), couches photoactives des cellules solaires (silicium, pérovskites à l'iodure de plomb), détecteurs de lumière (tellurure de cadmium pour la détection des rayons X) et matériaux émetteurs de lumière (nitrure de gallium pour la lumière bleue des LED, alliage nickel-chrome pour générer un rayonnement infrarouge, utilisé par exemple dans les grille-pain). Comprendre pourquoi certains éléments spécifiques sont intégrés dans des cristaux — dont la forme et la taille déterminent les propriétés et, par conséquent, la fonction — constitue le cœur du travail des chimistes, physiciens, géologues, biologistes structuraux et bien d'autres scientifiques. L'industrie moderne repose en grande partie sur la compréhension et l'utilisation des cristaux dans tous les secteurs: agriculture (engrais), technologie (la plupart des composants matériels), santé (vitamines et médicaments), art (colorants et pigments) et construction (nombreux matériaux utilisés). Les cristaux constituent ainsi le lien entre une multitude de découvertes scientifiques et d'avancées technologiques qui façonnent notre vie moderne.

Recristallisation

La recristallisation est un procédé utilisé pour purifier un solide en le dissolvant (appelé soluté) dans un liquide approprié (appelé solvant), puis en le faisant ressortir sous forme cristalline. Selon les conditions, on peut obtenir une masse de nombreux petits cristaux ou un seul grand cristal. Cliquez sur ces liens pour plus d'informations:

Vidéos de l'Université de Buffalo utilisées pour le concours américain de croissance de cristaux:

1) https://www.youtube.com/watch?v=gsC039jpOT0

2) https://www.youtube.com/watch?v=_0F0I3XKiOY

Université d'Otago (Nouvelle-Zélande):

https://www.otago.ac.nz/chemistry/outreach/crystals/growing/index.html

Site web du concours de l'Union internationale de cristallographie organisé en 2014:

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

Atelier Instructables:

https://www.instructables.com/How-to-grow-great-crystals/

Chaîne YouTube CrystalVerse proposant des tutoriels de croissance de haute qualité:

https://www.youtube.com/channel/UCbLvU2Gj9bNG0kusKw-tbfQ

Site web de CrystalVerse pour des instructions plus détaillées ainsi que des démonstrations et tutoriels: https://crystalverse.com/



Figure 1. Exemple de certains des incroyables tutoriels disponibles sur crystalverse, par Chase Lean. Ces cristaux sont constitués de sel d'Epsom ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) : https://crystalverse.com/epsom-salt-crystals/

Quelles substances cristallisent bien?

De nombreuses substances cristallisent. Chez nous, le sel de table (chlorure de sodium) est souvent utilisé pour la cristallisation. Pour le concours, nous changeons le produit chimique utilisé chaque année. Jusqu'à présent, le Concours national de cristallisation a utilisé trois substances différentes:

• Sulfate cuivrique pentahydraté (sulfate de cuivre (II) pentahydraté, ou « pierre bleue »), utilisé en 2022.

• Sulfate d'aluminium et de potassium dodécahydraté (ou « alun »).

• Tartrate de potassium et de sodium (ou « sel de Rochelle »).

• Chlorure de potassium, cristal formé en 2024-2025.

• Une variété infinie de nouveaux solides cristallins sont fabriqués dans les laboratoires de recherche universitaires en chimie de synthèse (composés organométalliques, nouveaux types de sels et nouveaux composés organiques).

Les deux premiers produits chimiques sont disponibles chez la plupart des fournisseurs de produits chimiques de laboratoire. Le troisième peut être acheté en supermarché, mais veillez à utiliser de la vraie crème de tartre pour vos expériences, car certains vendeurs utilisent un mélange de deux produits chimiques différents. Le chlorure de potassium est également disponible en supermarché sous forme de substitut de sel sans sodium; cependant, il contient des impuretés, telles que des antiagglomérants, qui peuvent nuire à la croissance des cristaux.

D'autres produits chimiques permettant d'obtenir de bons cristaux sont:

- Ferricyanure de potassium,
- Sucre,
- Sulfate de magnésium heptahydraté,
- Acétate de cuivre monohydraté, et
- Acétate de calcium et de cuivre hexahydraté.

Précautions à prendre lors de la manipulation de substances chimiques

Tableau 1. Informations de sécurité concernant les substances de cristallisation récemment utilisées.

Chimique	Pictogramme et mention d'avertissement	Classification	Mentions de danger	Conseils de prudence
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	 alerte	- Toxicité aiguë par voie orale - cat. 4 - Lésions oculaires graves, irritation oculaire cat. 2	- Nocif en cas d'ingestion - Provoque une grave irritation des yeux	□ Se laver soigneusement les mains après manipulation □ Ne pas manger, boire ou fumer en utilisant 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 une protection pour les yeux □ EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Retirer les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer ▪ □ Si l'irritation oculaire persiste: consulter un médecin.
Alum	 alerte	- Lésions oculaires graves, irritation oculaire cat. 2	- Provoque une grave irritation des yeux	□ Se laver soigneusement les mains après manipulation □ Porter une protection pour les yeux □ EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Retirer les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer ▪ □ Si l'irritation oculaire persiste: consulter un médecin.
Chlorure de Potassium	Le chlorure de potassium n'est pas une substance dangereuse. Éviter tout contact avec les yeux et l'ingestion de grandes quantités.			
Sel d'Epsom	Le sulfate de magnésium heptahydraté n'est pas une substance dangereuse. Éviter tout contact avec les yeux ainsi que l'ingestion du produit.			

Les substances choisies pour le concours ne sont pas très dangereuses. Des précautions sont néanmoins nécessaires. Dans les lycées, la croissance des cristaux sera

probablement réalisée en laboratoire, et le port d'une blouse et de lunettes de sécurité sera obligatoire, ainsi que le lavage des mains après manipulation de ces substances.

Si vous faites pousser des cristaux chez vous, il est conseillé de porter une blouse ou un tablier ; le port de lunettes de sécurité — faciles à trouver dans les magasins de bricolage — est quant à lui vivement recommandé. Par ailleurs, veillez à vous laver les mains après avoir manipulé le produit. Même des substances inoffensives peuvent présenter des risques une fois dissoutes dans de l'eau chaude, et tout déversement ou éclaboussure est susceptible de causer des dégâts importants.

Dans tous les cas, en cas de contact avec les yeux, rincez-les abondamment à l'eau du robinet à température ambiante pendant 5 à 15 minutes. Si l'irritation oculaire persiste, consultez immédiatement votre médecin ou un hôpital. Dans ce cas, il est fortement recommandé d'apporter la fiche de données de sécurité fournie par Boreal.

Les produits chimiques utilisés dans le cadre de ce concours sont répertoriés dans le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT-1985). Les renseignements sur leur sécurité sont fournis dans la fiche de données de sécurité (FDS) que le fournisseur du produit chimique joint habituellement au produit. Selon le Répertoire toxicologique de la Commission de la santé et des services sociaux (CNESST) (https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/fr/Pages/aux-utilisateurs.aspx), les renseignements sur leur sécurité sont présentés au tableau 1.

Lors de la manipulation de produits chimiques, il est essentiel de toujours se laver soigneusement les mains à l'eau et au savon. Les principaux dangers liés aux produits chimiques utilisés lors du Concours national de cristallographie sont listés ci-dessous.

Comment faire pousser des cristaux

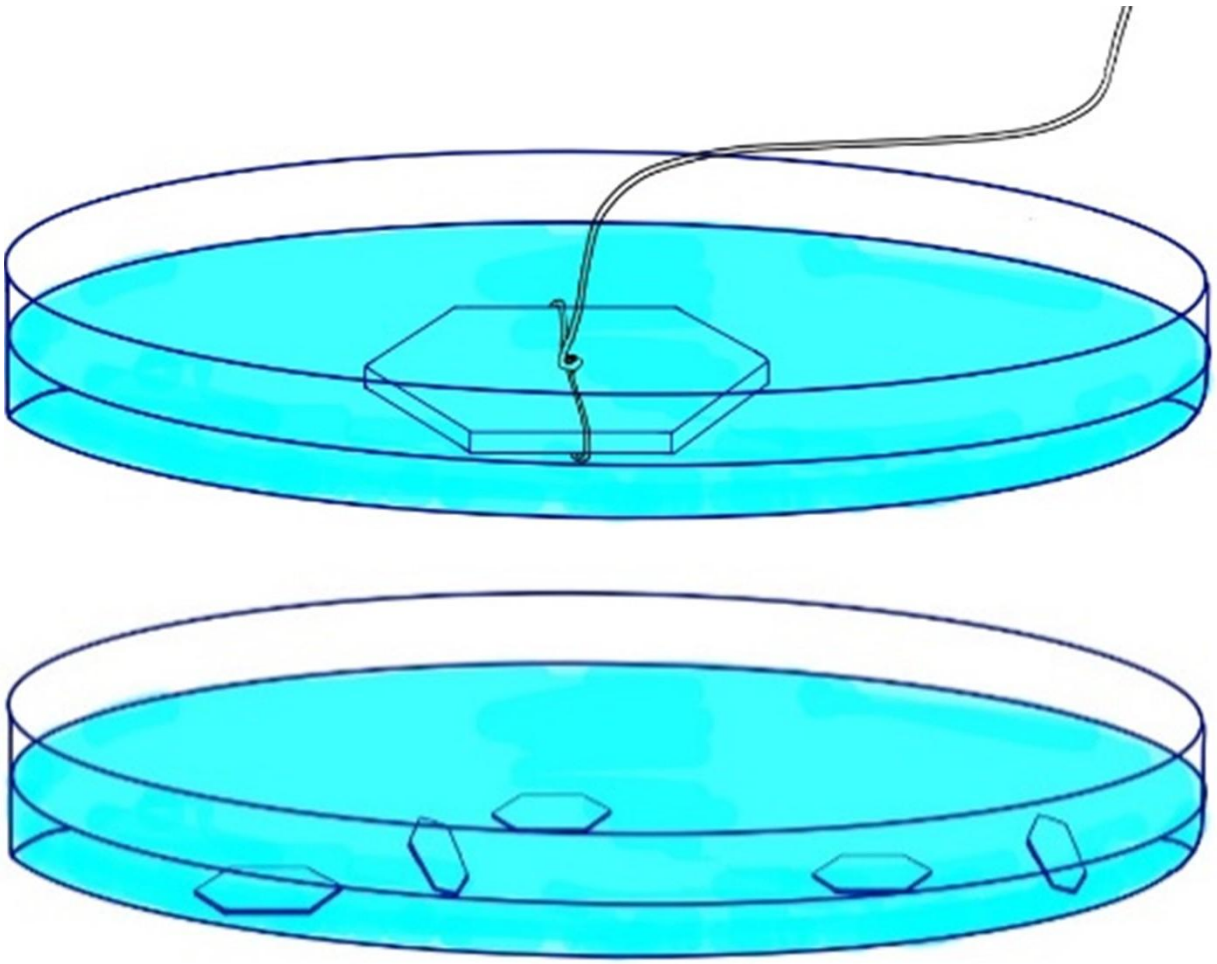
Pour obtenir de grands monocristaux, trois étapes sont généralement suivies:

1) Un petit cristal germe est obtenu

2) Une solution sursaturée est préparée

3) L'augmentation de la taille du cristal germe est réalisée en suspendant ce cristal germe dans la solution sursaturée (plus de détails plus tard).

Il est relativement facile d'obtenir de jolis petits cristaux. Obtenir des cristaux plus gros, presque parfaits, est presque un art, et nécessite une attention constante aux détails. Le reste de ce guide vous apprendra les bases de cet art.



Ce que vous devez savoir avant de commencer

• La solubilité de la substance dans l'eau à température ambiante, que vous pouvez obtenir dans un ouvrage de référence en chimie.

• Il serait également utile de connaître la solubilité de la substance à des températures élevées, information qui peut également être disponible dans un ouvrage de référence tel que le Manuel de chimie et de physique, section « Solubilité aqueuse des composés inorganiques en % massique en fonction de la température ».

Première étape: faire pousser un cristal germe

L'objectif du concours est d'obtenir un cristal unique, et non une multitude de cristaux collés les uns aux autres et imbriqués, aussi beau soit-il. Pour ce faire, il vous faudra un petit cristal bien formé, qui servira de « graine » pour démarrer la croissance cristalline. Vous laisserez ensuite ce petit cristal grandir lentement, car une cristallisation rapide donne souvent naissance à plusieurs cristaux plutôt qu'à un seul cristal bien formé.

Ce dont vous aurez besoin

• Substance à cristalliser;

• Eau distillée ou déminéralisée;

• Un plat peu profond (par exemple, un récipient de Petri);

• Plaque chauffante ou poêle;

• Bécher ou autre petit récipient, d'une capacité de 100 à 250 ml

• Fil de pêche (résistance de 1 à 2 kg);

• Petit bâton (les bâtonnets de glace font très bien l'affaire)

• Une loupe (facultatif).

Ce que vous devez faire
Réchauffez environ 50 ml (1/4 tasse) d'eau dans un récipient en verre.

• Dissolvez suffisamment de substance pour produire une solution saturée à température élevée.

• Versez la solution chaude dans un plat peu profond.

• Laissez la solution refroidir à température ambiante.

• Après un jour ou deux, de petits cristaux devraient commencer à se former.

• Retirez quelques cristaux.

• À l'aide d'une loupe, sélectionnez un petit cristal transparent régulier. Ce sera votre cristal germe.

• Attachez le cristal germe à la ligne de pêche en utilisant un simple nœud plat. Assurez-vous que la ligne est suffisamment longue (environ la moitié de la hauteur du bécher utilisé à l'étape 3).

• Suspendez le cristal germe dans un plat peu profond (1 à 2 mm de profondeur) contenant une petite quantité de solution sursaturée (quelques millilitres, voir la section suivante pour savoir comment préparer la solution) dans un récipient peu profond, par exemple une boîte de Petri pendant un certain temps (1 à 2 jours).

• Vérifiez à la loupe que le cristal de semis est bien attaché à la ligne, et que le cristal pousse au-dessus de la ligne. Cette étape est très importante car on peut perdre plusieurs jours de croissance si la « croissance initiale » n’est pas régulière ou ne suit pas la structure du cristal de semis. Il vaut mieux vérifier correctement avant de poursuivre la croissance régulière du cristal.

Deuxième étape: Préparation d’une solution sursaturée

Pour former un grand cristal, vous devez le suspendre dans une solution sursaturée. Cette solution n'est pas à l'équilibre: elle doit contenir plus de substance cristallisante (le soluté) que la solution normale. Pour ce faire, vous devez d'abord préparer une solution saturée, à l'équilibre, contenant le maximum de substance soluble dans l'eau. Ensuite, vous modifierez les conditions afin que la substance soit trop concentrée par rapport aux conditions d'équilibre et que le soluté cristallise. Cependant, cela prend du temps, et entre-temps, votre solution est

sursaturée! Il existe de nombreuses méthodes pour obtenir une solution sursaturée. Nous en présentons trois ci-dessous.

Remarque: les quantités de substance en croissance et d'eau dépendent de la solubilité à température ambiante et à une température légèrement supérieure. Les données du manuel vous guideront, mais vous devrez peut-être procéder par essais et erreurs pour déterminer les proportions exactes, comme le ferait tout scientifique débutant une nouvelle expérience.

Ce dont vous aurez besoin

- Substance à cristalliser ;
- Eau distillée ou déminéralisée ;
- Thermomètre ;
- Balance ;
- Récipient en verre résistant à la chaleur ou en acier inoxydable (500 ml ou plus);
- Plaque chauffante;

Méthode 1

• Placez environ le double de la quantité de substance qui se dissoudrait normalement dans un certain volume d'eau à température ambiante dans ce volume d'eau. (Par exemple, si 30 g (environ 1 oz) de X se dissolvent dans 100 g (mL) d'eau à température ambiante, placez 60 g de X dans 100 mL d'eau.) Ajustez les proportions en fonction de la quantité de matériau dont vous disposez. Utilisez de la verrerie propre.

• Remuez le mélange jusqu'à ce qu'il ne semble plus y avoir de solution.

• Continuez à remuer doucement le mélange tout en le chauffant lentement.

• Une fois que toute la substance a été incorporée à la solution, retirez le récipient du feu.

• Laissez la solution refroidir à température ambiante.

Vous avez maintenant une solution sursaturée.

Remarque: la méthode de sursaturation, comme la seconde, fonctionne lorsque le soluté est plus soluble dans un solvant chaud que froid. C'est généralement le cas, mais il existe des exceptions. Par exemple, la solubilité du sel de table (chlorure de sodium) est à peu près la même que l'eau soit chaude ou froide. Certaines substances sont même plus solubles à basse température qu'à haute température.

Méthode 2

• Sélectionnez un volume d'eau approprié.

• Réchauffez cette eau à environ 15–20° au-dessus de la température ambiante.

• Ajoutez une partie de votre substance à l'eau chaude et remuez le mélange pour dissoudre complètement.

• Continuez à ajouter la substance et à remuer jusqu'à ce qu'il y ait une légère quantité de matière qui ne se dissout pas (la solution sera légèrement trouble).

• Réchauffez encore un peu le mélange jusqu'à ce que la matière restante se dissolve. La solution doit être entièrement transparente, sans aucun trouble.

• Une fois que toute la substance a pénétré dans la solution, retirez le récipient du feu.

• Laissez la solution refroidir à température ambiante.

• Vous avez maintenant une solution sursaturée, qui doit être claire. Si elle est légèrement trouble, ajoutez un peu d'eau, réchauffez et laissez la solution refroidir à nouveau.

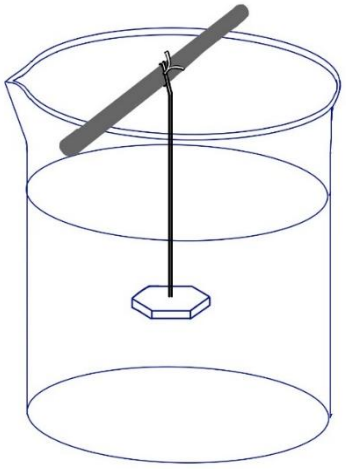
Méthode 3

Préparez une solution saturée en utilisant la valeur de solubilité (masse de substance / volume d'eau) trouvée dans un manuel de chimie.

• Laissez l'eau s'évaporer (cela peut prendre quelques heures à quelques jours, selon le degré de saturation de la solution initiale).

Cette procédure est simple, mais plus lente, et fonctionne également avec des substances qui sont plus solubles à basse température, contrairement aux deux méthodes précédentes.

Troisième étape: Croissance d'un grand cristal



Vous êtes maintenant prêt pour l'étape finale de croissance. Vous allez suspendre votre cristal germe dans la solution sursaturée préparée à l'étape 2. Cette solution contient plus que la solubilité maximale du soluté, elle n'est pas à l'équilibre et le soluté « voudra » sortir de la solution. Il cristallisera sur toute surface pouvant servir de germe, y compris votre cristal germe (et c'est ce que vous voulez) ou toute particule de poussière ou impureté solide présente (ce que vous voulez éviter, car cela donnera des cristaux irréguliers et mal formés).

La vitesse à laquelle se produit la cristallisation influencera grandement la qualité finale du cristal. Plus la solution est sursaturée (plus l'excès de soluté est élevé par rapport aux conditions d'équilibre), plus le cristal grandira rapidement. Cependant, les meilleurs cristaux sont toujours obtenus avec une vitesse de croissance lente.

Un mot d'avertissement: comme la solubilité varie avec la température, il est de la plus haute importance d'éviter les fluctuations de température pendant la croissance du cristal. De plus, votre solution doit toujours rester saturée à la température de croissance choisie (généralement la température ambiante), sinon votre cristal pourrait se dissoudre partiellement ou entièrement.

Un cristal plus symétrique peut être obtenu en faisant tourner lentement le cristal dans la solution sursaturée. Une telle configuration peut améliorer la forme de votre cristal, mais n'est pas essentielle. Malheureusement, de nombreuses écoles ont eu la déception d'admirer un gros cristal un vendredi, pour revenir le lundi avec une ligne de pêche vide. La raison? Une augmentation de la température ambiante dans l'école pendant le week-end, qui a provoqué la dissolution complète du cristal. La pire période pour cela est vers octobre, lorsque les écoles allument les systèmes de chauffage. Pour cette raison, si possible, il est fortement recommandé de faire pousser les cristaux dans un bain thermostaté réglé à quelques degrés au-dessus de la température ambiante. Si vous n'en avez pas, placez le dispositif de croissance

dans une glacière (en polystyrène ou autre) pour limiter les fluctuations de température et peut également sauver la situation.

Ce dont vous aurez besoin
• Substance à cristalliser;

• Cristal de semence de la substance à cristalliser, attaché à une ligne de pêche;

• Petit bâton de bois (par exemple, un bâton de glace);

• Eau distillée ou déminéralisée;

• Thermomètre;

• Balance;

• Plaque chauffante ou autre appareil de chauffage;

• Bécher de 0.5 à 1 litres de volume;

• Glacière en polystyrène (facultatif);

• Loupe ou microscope (facultatif);

• Bain thermostaté (facultatif);

• Moteur à rotation lente (1 à 4 rotations par jour) (facultatif).

Ce que vous devez faire
1. Prenez la ligne de pêche sur laquelle vous avez attaché votre cristal d'ensemencement. Attachez-la à un bâton en bois (bâton de glace) à l'autre extrémité, en vous assurant que le cristal sera immergé approximativement au milieu de votre solution sursaturée dans le récipient de croissance.

2. Suspendez soigneusement votre cristal d'ensemencement au bâton dans la solution sursaturée, en prenant soin de ne pas laisser le cristal toucher le fond du récipient.

3. Couvrez le récipient dans lequel le cristal se développe. Cela permet:

• d'empêcher la poussière d'entrer et

• de réduire les fluctuations de température.

Cela peut être fait en utilisant une pellicule plastique ou du papier d'aluminium. Si vous souhaitez laisser le solvant (généralement de l'eau) s'évaporer (voir l'étape 4 ci-dessous), utilisez du papier poreux (par exemple, du papier filtre).

4. Observez la croissance du cristal. Selon la substance, le degré de sursaturation et la température, il peut falloir plusieurs jours avant que la croissance ralentisse et s'arrête.

- POURQUOI LE CRISTAL CESSERA-T-IL DE GRANDIR?

Un cristal ne se développe que lorsque la solution environnante est sursaturée en soluté. Lorsque la solution est parfaitement saturée, plus aucun dépôt de matière ne se dépose sur le

cristal. (Ceci n'est peut-être pas tout à fait vrai. Une certaine quantité peut se déposer. Cependant, une quantité équivalente quitte la surface du cristal pour retourner dans la solution. On parle alors d'équilibre.)

- POURQUOI MON CRISTAL A-T-IL RÉTRÉCI/DISPARU?

Si votre cristal a rétréci ou disparu, c'est parce que la solution environnante est devenue insaturée et que le cristal y est retourné. L'insaturation peut se produire lorsque la température d'une solution saturée augmente, même de quelques degrés seulement, selon le soluté. (D'où l'importance du contrôle de la température.)

- COMMENT REDÉMARRER LA CROISSANCE DES CRISTAUX?

Vous devez sursaturer votre solution. Consultez les étapes 5 et 6 pour plus de détails.

5. Sursaturez à nouveau la solution. Cette opération peut être nécessaire quotidiennement, surtout lorsque le cristal grossit. Mais avant toute chose, retirez le cristal.

Une façon de sursaturer la solution consiste à réduire la quantité de solvant. Cela peut se faire en chauffant la solution pendant un certain temps, puis en la refroidissant à sa température initiale. Vous pouvez également laisser le solvant s'évaporer (ce processus peut être lent, mais il offre l'avantage d'obtenir des cristaux de meilleure qualité). Vous pouvez également sursaturer la solution en la chauffant légèrement, puis en ajoutant et en dissolvant davantage de soluté, et enfin en la refroidissant.

Retirer le cristal, nettoyer comme indiqué ci-dessous, dissoudre le solide résiduel et filtrer dans un nouveau récipient peut également conduire à une solution sursaturée, mais des pertes de matière peuvent se produire sur l'entonnoir filtrant et le papier. Réduire légèrement le volume par chauffage, filtrer et laver avec trois très petites quantités d'eau peut aider à prévenir les pertes.

À chaque fois que la solution est saturée, il est conseillé de « nettoyer » la surface du monocrystal:

- en s'assurant que le cristal est sec.
- en évitant de toucher le cristal avec les doigts (en le tenant uniquement par la ligne de suspension si possible);
- en supprimant les éventuelles « bosses » à la surface dues à une croissance excessive.
- en retirant les petits cristaux de la ligne.

6. Remettre le cristal en suspension dans la solution sursaturée.

7. Répéter les étapes 5 et 6 si nécessaire.

8. Pour améliorer la symétrie et la taille, surtout si le cristal devient très gros, de meilleurs résultats seront obtenus en faisant tourner lentement le monocristal en croissance (1 à 4 rotations par jour) pendant qu'il est immergé dans la solution sursaturée. Un moteur électrique

avec 1 à 4 rotations par jour peut être difficile à trouver (il est conseillé de réutiliser celui d'un ancien enregistreur d'humidité à tambour ou d'un appareil similaire).

9. Une fois la période de croissance terminée, retirez votre cristal du bain et essuyez-le soigneusement avec du papier absorbant. Ne le touchez pas avec les doigts! Une fois bien sec, placez votre cristal dans un petit sac en plastique (type Ziploc), fermez-le et apposez une étiquette sur le sac indiquant votre nom et celui de votre école. Remettez le cristal à votre professeur ou à votre technicien de laboratoire. Ils choisiront les deux meilleurs cristaux et les enverront au coordinateur régional pour évaluation. Il est important de vérifier, avant d'envoyer tout cristal, si sa masse se situe entre les seuils de 1 à 200 g pour les cristaux acceptables: dans le cas contraire, les cristaux sont automatiquement disqualifiés.

L'enseignant ou le technicien est invité à consulter les sections « Calendrier du concours », « Déroulement du concours » et « Critères d'évaluation » pour plus d'informations sur le mode d'évaluation des cristaux et sur la date et les modalités d'envoi des deux cristaux sélectionnés au coordinateur régional. Avant d'envoyer vos cristaux, assurez-vous qu'ils pèsent entre 1 et 200 g. Les cristaux dont le poids est inférieur à cette fourchette seront automatiquement disqualifiés.

À ce stade, certains vernissent leurs cristaux. Cela permet aux cristaux de ne pas sécher et de conserver leur forme générale plus longtemps. Cela peut masquer certains défauts présents sur les faces des cristaux, mais en revanche, les bords apparaissent plus arrondis et moins nets. Bien que nous ayons décidé de ne pas disqualifier ces cristaux vernis, ceux-ci perdront inévitablement de nombreux points en raison de la perte de perfection des bords et seront systématiquement déclassés. Nous vous déconseillons de vernir les cristaux qui seront soumis au concours.

10. Enfin, lors de la manipulation de produits chimiques, il est essentiel de toujours se laver soigneusement les mains à l'eau et au savon par la suite.

11. Si un cristal remporte le prix, **il est essentiel de s'assurer que le gagnant puisse être contacté et recevoir son prix**. *Les enseignants doivent obtenir l'autorisation du tuteur parental des élèves participants afin de leur permettre de partager leurs coordonnées (adresse courriel) nécessaires à la remise des prix.*

Un mot sur nos sponsors

Ces entreprises et cette association ont généreusement accepté de sponsoriser ce concours. Sans elles, celui-ci ne serait pas possible ! Elles partagent toutes une passion commune pour la science, et plus particulièrement pour les cristaux. Voici leurs principaux centres d'intérêt :

	L'Association minéralogique du Canada (AMC) a été fondée en 1955 en tant qu'organisme scientifique sans but lucratif pour promouvoir et faire progresser les connaissances en minéralogie et dans les disciplines connexes que sont la cristallographie, la pétrologie, la géochimie et les gisements minéraux. L'AMC s'engage à sensibiliser le public aux sciences minérales et est fière de parrainer le NCGC.
	Le Centre de données cristallographiques de Cambridge (CCDC) est un expert mondial de premier plan en données, logiciels et connaissances en chimie structurale pour la recherche et le développement en sciences des matériaux et de la vie. La suite logicielle du CCDC permet de rechercher la structure ou l'arrangement des éléments, et de vérifier rapidement si un cristal présentant cette caractéristique structurale a déjà été soumis.
	Depuis plus de 55 ans, Boreal Science est fière de servir les enseignants de tout le Canada en leur offrant le meilleur en matière de fournitures et de services scientifiques. Des microscopes et maquettes aux sondes et aux instruments de physique, Boreal Science propose du matériel de haute qualité pour l'enseignement des sciences en classe et en laboratoire. Sa réputation de fiabilité et sa volonté de répondre aux besoins uniques des Canadiens lui ont valu le titre de fournisseur de services d'enseignement scientifique le plus fiable au Canada. Soucieux de vous offrir le meilleur en permanence, Boreal Science vous offre une variété de services à valeur ajoutée.
	Solid State Pharma est une société de recherche pharmaceutique basée à Halifax, spécialisée en ingénierie de la cristallisation et en science du solide. Partenaire d'entreprises pharmaceutiques mondiales, SSPI allie expérimentation rigoureuse et analyse approfondie pour générer des connaissances, et non seulement des données.
	Proto est un fournisseur leader de systèmes de diffraction des rayons X (DRX) portables et de laboratoire pour la caractérisation des matériaux. Ses gammes de produits comprennent des diffractomètres de poudre, des systèmes de mesure des contraintes résiduelles et de l'austénite résiduelle, des systèmes d'orientation de monocristaux Laue, des tubes à rayons X et des systèmes de DRX sur mesure. Nous sommes également heureux de proposer des services de mesure via nos laboratoires américains et canadiens, accrédités ISO/IEC 17025:2017.

	Une compréhension détaillée des relations entre structure, fonction et réactivité est essentielle au succès de la science moderne. La diffraction des rayons X sur monocristal est l'une des méthodes les plus performantes pour générer ces informations vitales et est ainsi devenue un outil essentiel pour de nouvelles découvertes. Bruker est fier de fabriquer des instruments de DRX de pointe.