



Chemical Institute of Canada | *For Our Future*

# Manuel de Competition nationale de croissance de cristaux

## Quand la compétition a-t-elle lieu?

Le matériel est habituellement disponible à partir du début septembre. Pour 2017, la période de croissance des cristaux est du 10 octobre au 13 novembre. La date limite pour soumettre votre cristal est le 17 novembre à votre coordonnateur régional (voir la liste des coordonnateurs).

## Prix nationaux

Les étudiants peuvent se mériter des prix en argent pour leur école. Ils recevront également des certificats individuels avec les prix nationaux.

- Meilleur cristal global – 1er prix (300 \$), 2e prix (200\$), 3e prix (100 \$)
- Cristal de plus belle qualité – 1er prix (200 \$)
- Meilleur cristal soumis par un enseignant – 1er prix (200 \$)

## Qui peut participer?

- Tous les étudiants du niveau secondaire au Canada ou faisant l'école à la maison, entre 13 et 18 ans,
- Individuellement ou en équipe de 2 ou 3 étudiants. Aucune limite n'est fixée quant au nombre d'équipes par école.
- Les enseignants en sciences des écoles secondaires.

Au niveau régional, les participants sont classés selon les quatre divisions suivantes:

- **Division 1. = Étudiants d'une école secondaire (ou polyvalente)** établie à l'intérieur d'une section locale (régionale) de l'ICC (voir la liste des coordonnateurs). Leurs cristaux sont soumis à leur coordonnateur régional pour un premier jugement.
- **Division 2. = Étudiants d'une école secondaire (ou polyvalente)** "Hors-section" située en dehors du territoire habituel d'une section locale de l'ICC. Leurs cristaux sont soumis au coordonnateur national pour un premier jugement.
- **Division 3. = Étudiants "à la maison"** : Leurs cristaux sont soumis au coordonnateur national pour un premier jugement.
- **Division 4. = Enseignants d'école secondaire (ou polyvalente)** Les cristaux de TOUS les professeurs seront jugés pour leur qualité globale dans cette division au niveau national seulement, séparément de ceux des étudiants.

## Comment s'enregistrer

Veuillez contacter votre Coordonnateur local ou régional pour enregistrer votre participation. En cas de doute, vous pouvez contactez Denis Bussières, coordonnateur national à : [dbussier@uqac.ca](mailto:dbussier@uqac.ca) .

Si vous ne trouvez pas une section locale/régionale appropriée parmi cette liste, nous vous placerons dans le groupe "Hors-Section".

Une fois enregistré, vous pouvez commander le matériel auprès du commanditaire. Pour Commander.

## Coordonnateurs

Nous vous demandons de vous enregistrer auprès d'un coordonnateur régional de la Compétition nationale de croissance de cristaux. Ainsi, ils sauront que vous participez et pourront se préparer en conséquence pour juger vos cristaux.

Si vous ne vivez pas dans une région où un coordonnateur est disponible selon la liste, contactez alors le coordonnateur national.

## Coordonnateur National

Denis Bussières, MCIC  
Université de Québec à Chicoutimi  
Département des sciences fondamentales  
Chicoutimi (Québec)  
T: 418-545-5011, ext. 5074  
F: 418-545-5012  
denis\_bussieres@uqac.ca

## Bureau National de l'ICC

Gale Thirlwall  
Institut de chimie du Canada  
Ottawa (Ontario)  
T.: 613-232-6252, ext. 223  
F: 613-232-5862  
outreach@cheminst.ca

## 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 le matériau affiche une forme et une couleur spécifique 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 d'atomes de carbone. Le graphite (utilisé dans les crayons et les lubrifiants) est aussi un cristal fait d'atomes de carbone. Le sel et le sucre sont d'autres exemples de 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 utilisées, nous obtiendrons une masse de plusieurs petits cristaux ou un seul gros cristal.

Pour plus d'information, vous pouvez consulter ces hyperliens:

- [Types de cristaux](#)
- [Grosseurs et dimensions](#)
- [Couleur et lumière](#)
- [Comment les cristaux se forment](#)
- [Questions fréquentes \(FAQ\)](#)

## Quel matériel obtenir et comment?

Pour une question de variété, nous changeons de produit chimique à chaque année. Ainsi, la Compétition nationale de croissance de cristaux a déjà utilisé trois substances différentes :

- Sulfate de cuivre (II) pentahydraté (ou une « pierre bleue »),
- Sulfate d'aluminium et de potassium (ou « Alun »); cette substance semble très populaire pour ces expériences,
- Tartrate de sodium et de potassium (aussi appelé sel de Rochelle)

Ces choix ont été basés sur des critères de sécurité relative, de disponibilité et de bonne croissance du cristal. Les deux premiers sont disponibles chez la plupart des fournisseurs de produits chimiques. Le troisième peut être obtenu à partir d'ingrédients disponibles dans les épiceries en vous assurant d'acheter vraiment de la crème de tartre.

D'autres substances sont aussi connues comme donnant de bons cristaux:

- Ferricyanure de potassium,
- Acétate de cuivre monohydraté,
- Acétate de calcium et de cuivre hexahydraté.

**Le cristal de 2017 est Sulfate d'aluminium et de potassium (ou « Alun »),**

Pour commander : contactez Boreal Science au **1-800-387-9393** ou par télécopier au 1-800-886-9106 ou par courriel borealcs@vwr.com du 11 septembre au 2 octobre

- Promo Code **NCGC2017 – Compétition de croissance des cristaux – article no. 470300-154**. Ils vous enverront un contenant de 500 g directement à votre école. Une seule bouteille de 500 g de matériel coûte 11,53 \$ (15% de 13,25 \$). Les tarifs et la livraison ne sont pas inclus.
- Vous devez fournir un numéro de commande de votre école (ou commission scolaire). Ceux qui font l'école à la maison devront s'identifier comme tel et pourront payer directement, NOTE : Seuls les enseignants peuvent commander le matériel qui doit être expédié à une école directement avec une facture. Paiement : carte de crédit.
- Si vous avez besoin de plus de matériel, placez la commande en même temps. NOTE : Cependant, comme les quantités sont limitées, chaque école peut commander une **seule bouteille supplémentaire** .

## Croissance de votre cristal

### Étape 1: Croissance de votre cristal

La période de croissance des cristaux doit être entre le 10 octobre et le 13 novembre.

RÈGLEMENT 1: La quantité maximale de produit de départ utilisé pour chaque cristal est limitée à 100 g. Le contenant de 500 g fourni est donc suffisant pour la préparation de cinq cristaux.

RÈGLEMENT 2: Pour que tous les étudiants du pays aient un temps de préparation égal, la croissance du cristal doit s'arrêter cinq semaines après la réception du matériel de départ.

### Première étape: obtenir un cristal d'ensemencement

Le but est d'obtenir un monocristal et non pas un agglomérat de petits cristaux. Vous avez besoin d'obtenir en premier un petit cristal le plus parfait possible, un cristal d'ensemencement, à partir duquel vous obtiendrez un plus gros cristal. Il est donc essentiel d'éviter une croissance rapide qui encourage la formation de cristaux multiples au lieu d'un monocristal.

### Ce dont vous avez besoin

- Substance à cristalliser
- Eau distillée ou déminéralisée
- Contenant large et bas (comme un plat de Pétri)
- Plaque chauffante (ou élément électrique)
- Ligne à pêche (1 à 2 kg de force)
- Bâtonnet de bois (comme bâton de popsicle)
- Optionnel: Loupe

### Ce que vous devez savoir

- Combien de substance vous avez besoin pour votre solution (à peser sur une balance).
- La solubilité de cette substance dans l'eau à la température de la pièce (obtenue à partir d'un livre de référence de chimie).
- Il pourrait être utile de connaître la solubilité de cette substance à des températures plus élevées également. (Handbook of Chemistry and Physics, 45th Ed (1964-5))

### Ce que vous devez faire

- Chauffez environ 50 ml (1/4 de tasse) d'eau dans un contenant en verre (bécher).
- Dissoudre assez de la substance pour obtenir une solution saturée à cette température.
- Transvasez la solution dans le contenant large et bas.
- Laissez la solution refroidir à la température de la pièce.
- Après environ une journée ou moins, des petits cristaux devraient se former.
- Récoltez quelques cristaux (les plus beaux).

- Avec l'aide d'une loupe, sélectionnez un petit cristal transparent et beau.
- Attachez ce cristal d'ensemencement avec la ligne à pêche en faisant un simple nœud.
- Suspendez ce cristal d'ensemencement de 1 à 2 mm de profondeur dans un faible volume de solution saturée (1 à 2 ml) dans un couvercle ou un vase de Pétri (pendant un ou deux jours)
- Vérifiez que le cristal s'agrippe bien à la ligne à pêche par sa croissance autour de celle-ci. Cette étape est très importante parce que plusieurs jours de croissance peuvent être perdus si le début de la croissance n'est pas régulier ou ne suit pas la structure du cristal de départ. Il vaut mieux vérifier correctement avant de passer à la croissance du gros monocristal.

## Étape 2: Croissance d'un gros monocristal

Maintenant vous êtes prêts à préparer un gros monocristal. Une fois que vous maîtrisez cette étape, vous êtes peut-être intéressés à faire croître des monocristaux en présence de \* "contaminants" volontaires qui donneront des couleurs et/ou des formes différentes aux monocristaux.

### Ce dont vous avez besoin

- Substance à cristalliser
- Un cristal de départ de la substance à cristalliser sur un fil à pêche
- Eau distillée ou déminéralisée
- Fil à pêche assez fort (1kg) et un petit bâton de bois (ou de popsicle)
- Thermomètre
- Balance
- Contenant en plastique ou en verre de 0,5 à 1 litre
- Plaque chauffante et bécher de 2 à 4 litres

#### Optionnel

- Loupe ou microscope
- Bain thermostaté
- Moteur à révolution très lente (1 à 4 tours/jour)

### Ce que vous devez savoir

- Combien de substance vous avez besoin pour votre solution (à peser sur une balance)
- La solubilité de cette substance dans l'eau à la température de la pièce (obtenu dans un livre de référence de chimie)
- Il serait utile également de connaître la solubilité de cette substance à des températures un peu supérieures, disponible dans des livres de référence.

## Comment on prépare une solution supersaturée

Pour faire croître un gros monocristal, vous avez besoin d'une solution supersaturée. 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 un peu plus. Vous pourriez avoir à faire des essais (et erreurs) pour trouver les bonnes proportions comme tous les scientifiques font au début.

### Première méthode

- Mettez environ le double de substance qui normalement se dissoudrait dans un certain volume d'eau à la température de la pièce (par exemple : si 30 g d'une substance X se dissout dans 100 ml d'eau à la température de la pièce, mettre 60 g de cette substance dans 100 ml d'eau). Ajustez les proportions selon les quantités de substance et d'eau disponible. Assurez-vous d'utiliser de la vaisselle propre.
- Brassez le mélange jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de mise en solution possible.
- Continuez à brasser lentement pendant que vous chauffez la solution.
- Lorsque tout le solide est dissous, retirez le contenant de la source de chaleur.
- Laissez la solution refroidir à la température de la pièce.

Maintenant, vous avez une **solution supersaturée**.

## Deuxième Méthode

- Choisissez un volume d'eau approprié.
- Chauffez cette eau à environ 15 à 20°C au-dessus de la température de la pièce.
- Ajoutez une certaine quantité de votre substance et brassez jusqu'à dissolution complète.
- Continuez à ajouter de votre substance et de brasser jusqu'à ce qu'un peu de substance ne puisse se dissoudre.
- Chauffez un peu plus pour dissoudre complètement votre substance.
- Lorsque la dissolution est complète, retirez votre contenant de la source de chaleur.
- Laissez la solution se refroidir à la température de la pièce.

Maintenant, vous avez une **solution supersaturée**.

## Débuter la croissance de votre merveilleux cristal

Puisque la solubilité d'une substance varie selon la température, il est très important de bien contrôler ce paramètre.

Si la température de la pièce est stable, vous pouvez probablement laisser votre solution sur la table. MAIS si elle peut varier ne serait-ce que d'un degré ou deux, il pourrait s'avérer nécessaire de placer votre solution dans un bain thermostaté (si disponible) à une température de quelques degrés au-dessus de celle de la pièce. A défaut, vous pouvez placer votre solution dans une glacière ce qui limitera les variations de température.

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

## OK ! Commençons

1. Doucement suspendez votre cristal d'ensemencement dans votre solution supersaturée en faisant bien attention de ne pas toucher le fond ou les côtés

2. Couvrez le contenant où la croissance a lieu. Ceci permettra de :

- éliminer les poussières
- réduire les fluctuations de température.

Vous pouvez utiliser une pellicule plastique ou du papier d'aluminium ou une feuille poreuse (papier filtre) pour permettre l'évaporation du solvant (l'eau) (voir étape 4 plus bas).

3. Observez la croissance de votre cristal. Selon le degré de supersaturation, la nature de votre substance et la température, cela peut prendre plusieurs jours avant que la croissance ralentisse et s'arrête vraiment.

- **POURQUOI LE CRISTAL ARRÊTE DE CROÎTRE ?**  
Un cristal va croître seulement si la solution qui l'entoure est supersaturée. Quand la solution devient seulement saturée, la croissance du cristal ne peut plus se faire (Ce n'est peut-être pas absolument vrai : une petite quantité à la surface va se dissoudre pendant qu'une même quantité va se cristalliser à un autre endroit, nous appelons cela une situation d'équilibre).
- **POURQUOI MON CRISTAL DIMINUE/DISPARAÎT ?**  
Si votre cristal a diminué ou disparu c'est parce que la solution qui l'entoure est devenue non saturée (insaturation) et le cristal s'est dissous dans celle-ci. L'insaturation peut se produire lorsque la température d'une solution augmente de seulement quelques degrés selon les conditions (voilà pourquoi le contrôle de la température est si important).
- **COMMENT REPARTIR LA CROISSANCE DE MON CRISTAL ?**  
Il faut rendre la solution supersaturée de nouveau. Cela peut être nécessaire de manière quasi quotidienne, spécialement si le cristal est gros. Mais avant, retirez le cristal de la solution.

4. Une façon de refaire la supersaturation consiste à diminuer la quantité de solvant. Cela se fait en chauffant la solution pendant un certain temps puis en la refroidissant à la température initiale (de la pièce). OU vous pouvez laisser s'évaporer tranquillement le solvant (processus plus long mais permet souvent d'obtenir un cristal de meilleure qualité).

5. Chaque fois que la solution est ramenée à supersaturation, il serait approprié de " nettoyer " la surface du cristal

- en s'assurant que le cristal est sec

- en ne touchant pas le cristal avec ses doigts (manipulez avec le fil)
- en enlevant toutes les irrégularités des surfaces (souvent des excroissances)
- en enlevant tous les autres petits cristaux sur le fil

6. Resuspendez votre cristal dans la solution nouvellement supersaturée.

7. Répétez les étapes 4 à 6 au besoin.

8. Pour s'assurer d'une bonne symétrie et favoriser une croissance égale, nous suggérons de faire tourner très lentement votre monocristal en croissance (1 à 4 rotations par jour). 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). Cette "option" s'avère utile seulement si le monocristal devient gros.

Pour des instructions professionnelles sur la croissance de cristaux, consultez l'article de Paul Boyle "Growing crystals that will make your crystallographer happy"

## Comment les cristaux sont jugés

L'évaluation régionale commence le 23 novembre.

Chaque école est encouragée à soumettre deux monocristaux au coordonnateur régional. Nous savons pertinemment que lorsqu'il y a plusieurs cristaux de qualité quasiment équivalente dans une même école, cela rend la sélection très difficile. Il se peut que la solution réside dans la soumission de plusieurs cristaux. Cependant, parmi ces cristaux provenant d'une même école, un seul pourra être considéré comme « officiel » pour l'attribution de prix localement (région).

Les plus beaux monocristaux sélectionnés dans chaque région seront envoyés au niveau national pour le 15 décembre. Un trophée et des prix seront attribués aux étudiants ayant préparé les plus beaux monocristaux. Les gagnants seront annoncés en janvier.

## Critères d'évaluation

Un des monocristaux soumis sera évalué seulement sur la qualité selon les critères qui suivent.

L'autre monocristal sera évalué globalement en combinant les facteurs sur la masse et sur la qualité comme mentionnés ci-après.

La qualité du monocristal sera évaluée par des experts selon une échelle de 1 à 10. Une note de 10 sera attribuée à un cristal pratiquement parfait respectant la structure du produit utilisé.

1. Le cristal est pesé : sa masse  $M_o$  est enregistrée (en grammes). Le minimum acceptable est un monocristal de 0,5 g.

2. La qualité du cristal est évaluée sur une échelle de 0 à 10, 10 représentant un cristal parfait. Les critères suivants seront considérés pour l'évaluation de la qualité :

- bon/mauvais type de cristal (sur 2)
- présence/absence d'inclusions (sur 2)
- arêtes continues/brisées (sur 2)
- faces lisses/irrégulières (sur 2)
- clarté/opacité (sur 2)

Qualité totale  $Q_o = (a + b + c + d + e)$  sur 10

3. La note totale est calculée comme suit:

Note totale =  $[\log (M_o+1)] \times Q_o$

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 tout petit cristal obtienne une valeur négative.

Un cristal obtenu suite à un rendement parfait à partir de 100 g ( $M_t$ ) et ayant une qualité parfaite de 10 ( $Q_t$ ) obtiendrait théoriquement une note maximale de

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

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

$$100 \times \frac{[\log (M_o+1)] \times Q_o}{[\log (M_t+1)] \times Q_t} = \text{Score global \%}$$

Exemple : le meilleur cristal pour la compétition de 2001 avec 150 g de matériel de départ avait une masse de 46,53 g et avait une qualité de 8,65. Sa note globale était donc:

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

Ainsi, la note globale est une note normalisée qui peut être utilisée pour comparer différents types de cristaux obtenus à partir de différentes quantités de matériel de départ.

$$100 \times \frac{[\log (M_o+1)] \times Q_o}{[\log (M_t+1)] \times Q_t} = \text{Score global \%}$$