

## ART & SCIENCE 2023 « MATIÈRES » ATELIER « CRISTAL – MATIÈRE À RÉFLEXION »

### MATÉRIEL ET RÉACTIFS (en gras : matériel fourni)

- **Dihydrogénophosphate de potassium** (KDP ;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), sachets contenant 68 g de sel
- **Eau pure** (eau distillée ou déminéralisée pour fer à repasser ou batterie de voiture ; 1 L)
- **Boîtes de Petri, tubes à fond plat**, gobelets en plastique de 1 dL à 3 dL
- Fil nylon très fin ou fil à coudre fin, petite pincette (type pince brucelles)
- Bouilloire ou casserole et plaque chauffante
- Colle ultra-rapide (ne pas laisser les élèves l'utiliser !), ruban adhésif
- Éventuellement colorants alimentaires ou encres de couleurs
- **Papier buvard**, papier absorbant (Sopalin)

### PRÉCAUTIONS ET RECOMMANDATIONS

- Utiliser de l'eau pure et du matériel propre, exempt de poussières ou dépôts qui viendraient perturber la croissance des cristaux.
- Couvrir les récipients en cours avec de cristallisation pour permettre une évaporation lente de l'eau et éviter toute pollution aérienne.
- Ne pas perturber mécaniquement (chocs, agitation) ou thermiquement (écarts de température rapides et prononcés) les récipients en cours de cristallisation.
- Abuser de patience ! Les manipulations requièrent peu de temps, mais les phases de cristallisation peuvent s'étendre sur un à plusieurs jours.
- Lors de la dernière étape de cristallisation, il est possible d'ajouter des colorants ou encres dans l'eau, qui seront éventuellement piégés dans les cristaux (mais qui peuvent perturber, voire empêcher le processus de cristallisation...) ; il est également possible de décorer les cristaux après coup (peinture, éléments décoratifs, etc.).

### PRINCIPES DE LA CRISTALLISATION

- La quantité maximale d'un sel qu'il est possible de dissoudre dans un volume d'eau donné (paramètre appelé « **saturation** ») dépend directement de la nature du sel et de la température de l'eau. Au-delà de cette saturation, le sel ajouté ne se dissout plus et reste solide.
- Si l'eau est initialement chauffée, une quantité plus importante de sel pourra se dissoudre (selon la nature du sel).
- Si l'eau refroidit lentement sans être agitée, l'excès de sel ajouté à chaud formera des **cristaux**.
- La solubilité du sel utilisé dans cette expérience (KDP, dihydrogénophosphate de potassium ou phosphate de monopotassium) est la suivante :
  - A 20 °C : environ 23 g dans 100 mL d'eau
  - A 40 °C : environ 34 g dans 100 mL d'eau
  - A 60 °C : environ 49 g dans 100 mL d'eau
  - A 80 °C : environ 68 g dans 100 mL d'eau
- Ainsi, **si on introduit environ 68 g de sel dans 100 mL d'eau chauffée à 80 °C, environ 45 g de sel (68 g – 23 g) sont susceptibles de cristalliser lorsque l'eau aura refroidi à 20 °C.**
- Les sachets de sel fournis contiennent 68 g et permettent de préparer une solution saturée de 100 mL d'eau à 80 °C. Pour tout volume d'eau inférieur, utiliser la proportion adéquate de sel.

## A. PRÉPARATION DE LA SOLUTION SATURÉE ET DES CRISTAUX D'ENSEMENCEMENT

1. Chauffer 100 mL d'eau pure à environ 80 °C ; verser l'eau dans un gobelet ; ajouter **tout le contenu d'un sachet de sel** (68 g) et agiter pour dissoudre tout le sel.
2. Verser cette solution saturée dans des boîtes de Petri (si du sel ne s'est pas dissout, ne PAS le transférer dans les boîtes de Petri), les recouvrir d'un papier buvard, puis **attendre 1 jour** (ou plus) ; des cristaux se forment.
3. Avec une petite pincette, récupérer les plus beaux (transparents) et grands (quelques mm) **cristaux d'ensemencement** dans les boîtes de Petri ; les sécher sur du papier absorbant.

## B. CROISSANCE DES CRISTAUX D'ENSEMENCEMENT

1. Chauffer à nouveau 100 mL d'eau pure à environ 80 °C ; verser l'eau dans un gobelet ; ajouter **la moitié du contenu d'un sachet de sel** (environ 34 g) et agiter pour dissoudre tout le sel, puis répartir cette solution dans des tubes à fond plat et **laisser refroidir à température ambiante**.
2. Pendant ce temps, au moyen de colle ultra-rapide (opération à effectuer par l'enseignant-e !), fixer délicatement l'extrémité d'un fil nylon très fin ou d'un fil à coudre fin (longueur 15-20 cm) sur chaque cristal d'ensemencement récupéré au point A ci-dessus. Alternativement, il est possible d'attacher délicatement les cristaux avec du fil à coudre fin (opération plus délicate).
3. Introduire, dans chaque tube, un cristal fixé à son fil, afin qu'il pende à 1-2 cm du fond du tube et qu'il ne touche pas la paroi du tube ; fixer le fil en haut du tube avec du ruban adhésif, ou l'enrouler autour d'un crayon pour stabiliser le dispositif « fil – cristal » au centre du tube (voir photo) ; recouvrir d'un papier buvard puis **attendre 1-2 jours** (ou plus) ; le cristal grandit lentement (car la solution est moins saturée qu'à l'étape A).
4. Récupérer les cristaux et les sécher sur du papier absorbant.



## C. CROISSANCE DES CRISTAUX GÉANTS

1. Chauffer à nouveau 100 mL d'eau pure à environ 80 °C ; verser l'eau dans un gobelet ; ajouter **tout le contenu d'un sachet de sel** (68 g) et agiter pour dissoudre tout le sel ; **laisser TIÉDIR**.
2. Accessoirement, ajouter du colorant ou de l'encre colorée dans la solution saturée ; cette étape est inutile si vous avez l'intention de décorer ultérieurement les cristaux géants.
3. Introduire dans le gobelet les cristaux fixés à leur fil, afin qu'ils pendent au milieu de la solution saturée, qu'ils ne touchent pas la paroi du gobelet, et en les espaçant suffisamment pour qu'ils puissent croître sans se toucher ; fixer les fils en haut du tube avec du ruban adhésif, ou les enrouler autour d'un crayon pour stabiliser les dispositifs « fil – cristal » ; recouvrir d'un papier buvard, puis **attendre jusqu'à ce que les cristaux aient atteint la taille souhaitée** ; les cristaux grandissent et forment en principe des **cristaux géants**.
4. Récupérer les cristaux géants et les sécher sur du papier absorbant.
5. Accessoirement, s'ils n'ont pas été colorés à l'étape suivante, les cristaux géant peuvent être décorés de manière créative par tout moyen approprié, ou être inclus par collage dans des éléments décoratifs (bijoux, installations 3D, etc.).
6. Il ne reste alors plus qu'à user d'imagination pour obtenir des magnifiques œuvres qui pourront être présentées lors de l'exposition d'arts plastiques « Matières », du 5 au 16 juin 2023 à la Faculté des sciences de l'Université de Genève !  
Courage et bonne chance !



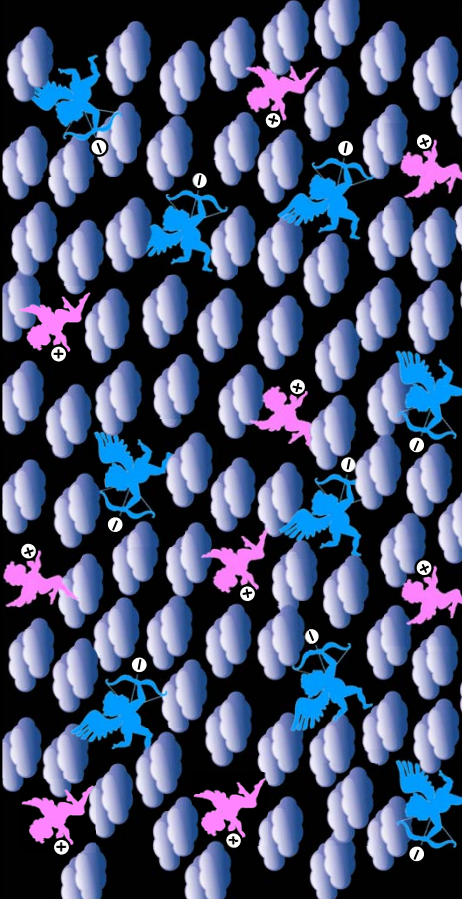


# COMMENT LES CRISTAUX SE FORMENT-ILS ?



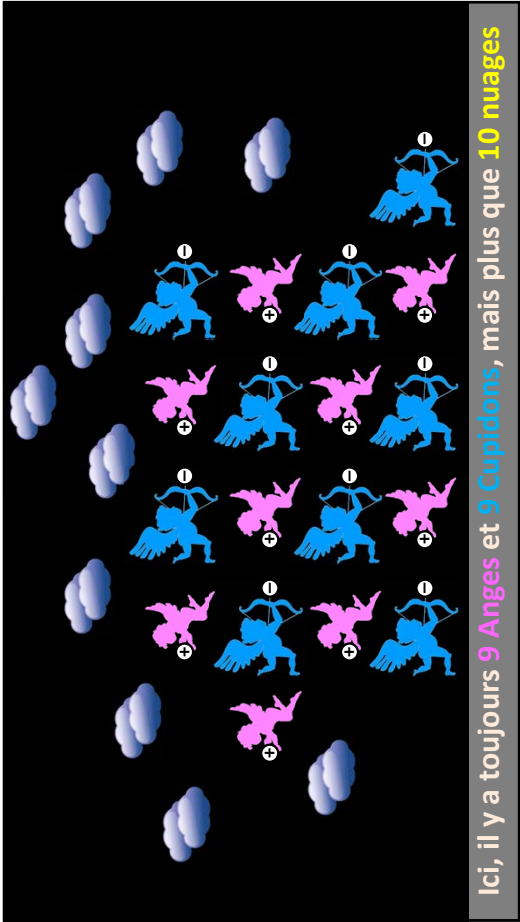
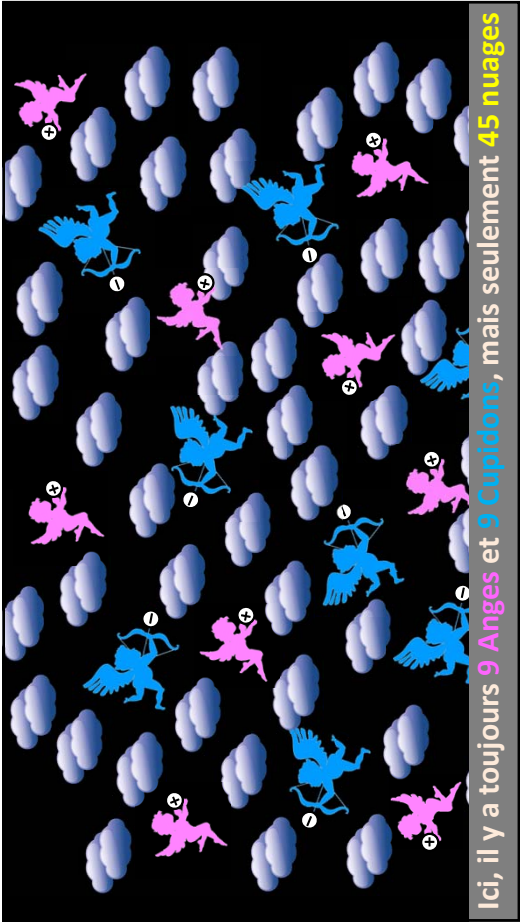
De la même manière que les **Anges roses** et les **Cupidons bleus** s'attirent dans les nuages

Dans l'eau, les **ions positifs** (appelés **cations**) et les **ions négatifs** (appelés **anions**) sont comme les **Anges roses** et les **Cupidons bleus** entourés de nuages :  
Ils sont beaucoup **trop éloignés** et **ils ne peuvent pas entrer en contact**.



Ici, il y a **9 Anges**, **9 Cupidons**, et **90 nuages**

Quand l'eau s'évapore, les **ions positifs** (**Anges**) et les **ions négatifs** (**Cupidons**) se rapprochent et ils **commencent à s'attirer**.



Lorsque presque toute l'eau s'est évaporée, les attractions entre les ions positifs (Anges) et les ions négatifs (Cupidons) deviennent très fortes et le cristal se forme.



## Étape 1 : Préparation de la solution saturée

**Eau très pure** (eau distillée pour fer à repasser)

**Récipient large** (boîte de Petri)

**Sel** (dihydrogénophosphate de potassium)

1. Chauffer 50 mL d'eau puis la transvaser dans le récipient large
2. Dissoudre lentement le sel dans l'eau encore chaude  
(Il faut **atteindre la saturation, sans la dépasser !**)  
Si du sel ne se dissout pas, répéter ou ajouter de l'eau chaude)
3. Laisser refroidir, **sans perturber**, et attendre 1 jour l'apparition de **petits cristaux** au fond du récipient

13

## Étape 2 : Préparation d'un cristal-graine

**Fil très fin** (p.ex. nylon)

**Petit récipient** (p.ex. capuchon de bouteille)

1. Récupérer les petits cristaux de l'étape 1
2. Sélectionner le plus beau et transparent petit cristal
3. Le fixer au bout du fil (nœud ou colle ultra-rapide)
4. suspendre le cristal sous un petit volume (1-2 mL) de solution saturée (préparée à l'étape 1) dans le petit récipient
5. Éventuellement ajouter des « contaminants » (colorant alimentaire)
6. Attendre 1-2 jours, sans perturber, la **croissance du cristal-graine**
7. S'il est **exemplaire**, le sortir délicatement pour l'étape 3

14

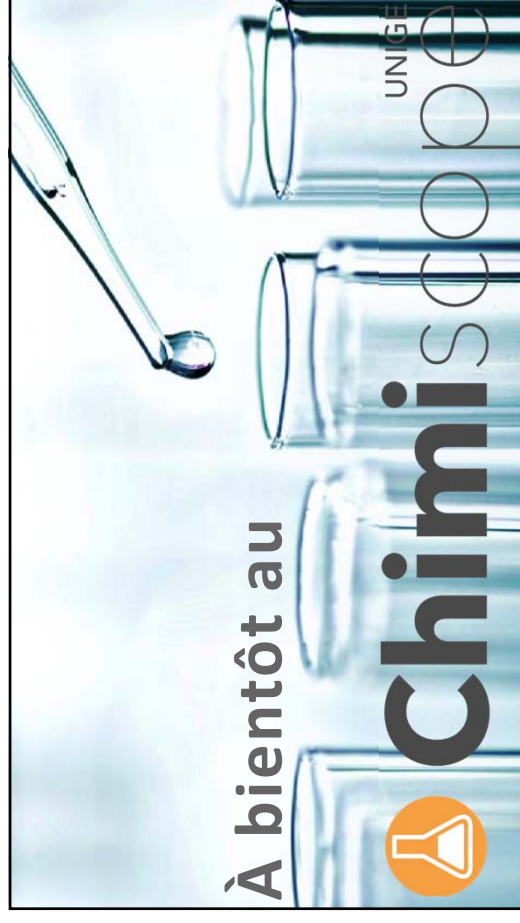
## Étape 3 : Préparation d'un monocristal

**Fil très fin** (p.ex. nylon)

**Grand récipient** (p.ex. verre de 1-2 dL)

1. Préparer 100 mL de solution sursaturée de sel (voir l'étape 1)
2. La laisser refroidir sans la perturber ; travailler à température stable et sans impuretés (p.ex. dans un récipient en sagem recouvert)
3. Fixer le cristal-graine au bout du fil ; le suspendre sous la surface de la solution saturée, **sans toucher les bords du récipient**
4. Laisser l'eau s'évaporer lentement, **sans perturber**, pendant plusieurs jours (éventuellement tourner lentement le cristal dans la solution)
5. Si tout s'est bien passé, vous obtenez un **monocristal spectaculaire !**

15



16