

CROISSANCE CRISTALLINE

L'objectif de cette expérience est de réaliser un monocristal de halite NaCl. Pour cela, on utilise nos connaissances sur la solubilité. Cette expérience nécessite beaucoup de temps, car les phénomènes mis en jeu sont particulièrement lents. Il est aussi nécessaire d'utiliser du matériel lisse et bien propre.

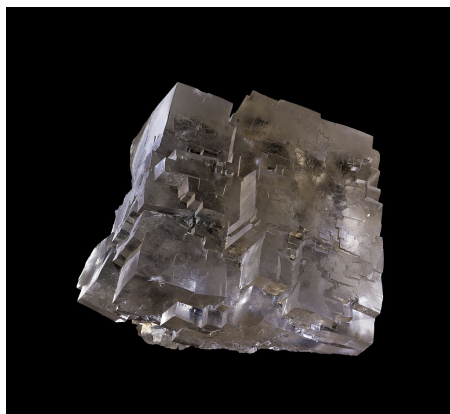


FIGURE 1 – Cristal de halite NaCl.

1 PRÉPARER UNE SOLUTION SATURÉE

Pour réaliser un monocristal de halite, il faut tout d'abord réaliser une **solution saturée** de sel NaCl, ce qui consiste à dissoudre du sel dans l'eau jusqu'à ce qu'il reste du solide au fond du récipient. La solubilité s du sel dans l'eau est très grande (environ $360 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$), il ne faut donc pas travailler avec une trop grande quantité d'eau. Par ailleurs la dissolution du sel peut-être assez lente, si l'on en verse une grande quantité. La solubilisation du sel dans l'eau est une réaction quasi-**athermique**, cela veut dire que la solubilité ne varie quasiment pas avec la température. En revanche, la cinétique de la dissolution augmente fortement avec la température. Il peut donc être utile de chauffer l'eau pour arriver plus vite à la saturation. L'agitation aide également à dissoudre le sel, on peut donc remuer la solution avec un ustensile bien propre. La solution ainsi préparée peut être stockée dans un récipient propre, lisse et fermée.



FIGURE 2 – Préparation d'une solution saturée de sel : chauffer un volume V d'eau et y ajouter une masse sV de sel. Remuer la solution jusqu'à dissolution totale du sel. Lorsque la solution est limpide, ajouter progressivement du sel jusqu'à ce qu'il reste un peu de solide dans la solution.

Remarques :

- Le caractère **athermique** de la dissolution du sel est assez inhabituel. En effet, la solubilisation des solides est en général **exothermique** : plus on chauffe l'eau, plus on peut dissoudre une grande quantité de solide. Le sel NaCl est donc une exception, tout comme le carbonate de calcium (calcaire ou tartre) CaCO_3 dont la dissolution est **endothermique** : plus on chauffe l'eau, moins on dissout de solide (c'est la raison pour laquelle le calcaire se forme plus rapidement dans une bouilloire que dans un évier!). La dissolution des gaz est en général **endothermique**.
- Si l'on travaille avec une autre substance dont la dissolution est exothermique, on peut préparer une solution **sursaturée** : on réalise une solution saturée à haute température (80°C), puis on sépare la solution du solide soit par filtration soit par décantation. En laissant refroidir dans un récipient fermé, bien lisse et propre, la solution revient à température ambiante sans cristalliser. On obtient donc une solution dans laquelle la concentration est supérieure à la solubilité, dite **sursaturée**.
- La dissolution du sel est en réalité très légèrement **exothermique**, la solubilité augmente donc très légèrement avec la température. On peut donc réaliser une solution légèrement **sursaturée** au départ. Le principal moteur de la **sursaturation** de la solution, reste l'évaporation de l'eau de la solution.

2 PRODUCTION D'UN GERME

Une fois qu'on a réalisé une solution saturée, il faut ensuite produire un **germe**, c'est à dire un petit monocristal que l'on va faire croître dans la suite de l'expérience.

Pour produire un germe, on peut verser une petite quantité de solution saturée dans un récipient ouvert, propre et lisse ; le but est d'avoir une faible épaisseur d'eau. Au cours du temps, l'eau s'évapore et la solution devient **sursaturée** : la concentration en sel devient supérieure à la solubilité. Cela se produit car la réaction de cristallisation est plus lente que l'évaporation de l'eau. Pour garantir des germes de bonne qualité il faut utiliser un récipient bien propre et bien lisse, et éviter la poussière. Après plusieurs heures, on peut voir se former de petits cristaux translucides et cubiques dans le récipient. Ce sont des **germes**.

En utilisant une pince bien propre, récupérer ce germe et l'attacher à un court fil de pêche.

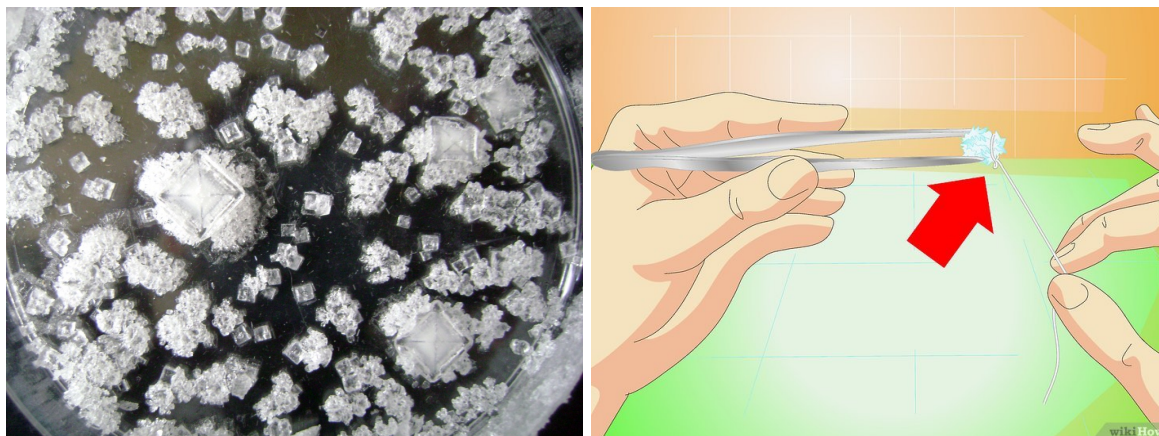


FIGURE 3 — Lorsque l'eau s'évapore, des petits cristaux de sel se forment dans le récipient (image de gauche). On utilise une pince pour sélectionner les cristaux les plus intéressants (monocristaux aux formes régulières) : ils serviront de germe. On attache ensuite un germe à un fil de pêche (image de droite).

3 DU GERME AU MONOCRISTAL

Il faut maintenant faire **croître** ce **germe**, pour obtenir un **monocristal** (*croître* signifie *grandir progressivement*, il donne l'adjectif *croissant* et le nom *croissance*). C'est la partie la plus longue (plusieurs jours à plusieurs semaines selon la taille voulue) et la plus délicate de cette expérience. Pour maximiser les chances d'obtenir un beau monocristal de taille satisfaisante, on peut réaliser plusieurs réactions en parallèle.

Verser la solution saturée dans un récipient bien propre, assez large et haut. Placer le germe dans la solution de sorte à ce qu'il baigne dans la solution sans toucher les bords du récipient. Pour ce faire on peut attacher l'autre extrémité du fil de pêche à un crayon par exemple. Là encore, avec l'évaporation de l'eau, la solution devient **sursaturée**, et le sel en excès dissout dans l'eau cristallise. L'idée est de cristalliser au maximum autour

du germe plutôt que sur les bords du récipients, c'est pourquoi il faut utiliser un récipient bien propre.

Au cours de cette étape qui peut durer plusieurs jours, il faut surveiller régulièrement l'état de l'expérience. En effet au cours de cette étape, le monocristal en croissance peut être complètement re-dissout ou on peut obtenir un polycristal, c'est à dire un amas de monocristaux collés les uns aux autres.

Pour éviter ces phénomènes il faut changer la solution saturée régulièrement en nettoyant bien le verre (On peut limiter la quantité de sel utilisée en recyclant la solution utilisée qui contient toujours beaucoup plus de sel que l'eau du robinet!). Il est souhaitable également d'éviter les trop grandes variation de température, la poussière, et les chocs.

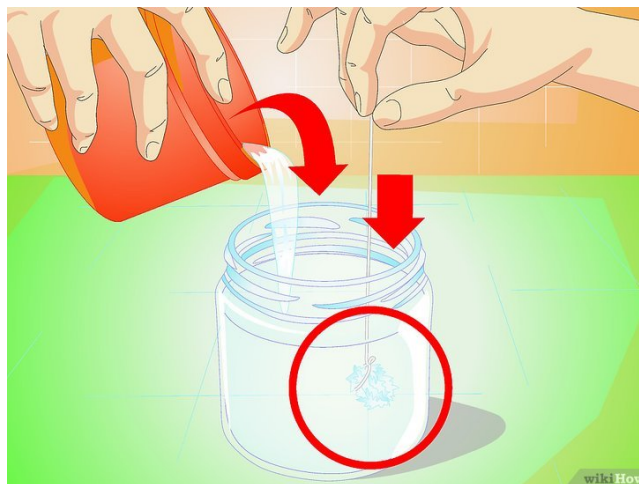


FIGURE 4 — On plonge le **germe** dans la solution saturée sans qu'il touche les bords du récipient. Par évaporation de l'eau, le germe croît. Idéalement, il faut renouveler la solution tous les jours.

À vous de jouer ! Documentez vos expériences en prenant en photo les différentes étapes, notez ce que vous faites, et surtout ne vous découragez pas au premier échec ! **Rédigez un compte-rendu qui explique votre protocole et décrit ce que vous observez. Illustrez votre compte-rendu avec des photos réalisées aux différentes étapes de l'expérience. N'hésitez pas à parler des problèmes rencontrés, et comment vous les avez résolus.**

Celui ou celle qui obtient le plus gros et le plus beau monocristal a gagné, Amusez-vous bien !