

# cristaux : de la naissance aux matériaux

CRISTAL, D'UNE FACE À L'AUTRE



# Cristaux : de la naissance aux matériaux

CRISTAL, D'UNE FACE À L'AUTRE

## DE L'ATOME AU CRISTAL

Pour former un solide, des atomes ou des molécules doivent se rencontrer. Cette rencontre peut se faire de différentes façons, dont :

- La **condensation** à partir d'un liquide ou d'un gaz.
- Le **dépôt d'un produit dissous**, par évaporation à partir d'une solution.
- Le **réarrangement d'un solide existant**. La craie soumise à très forte pression dans les profondeurs du sous-sol peut se transformer en marbre.



Cristaux de neige



Marais salants



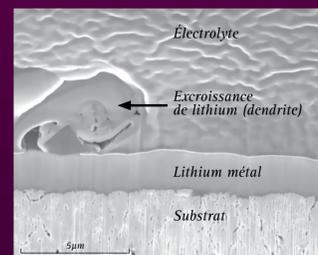
Marbre

Les atomes qui s'ajoutent à un cristal tendent à se placer de la façon la plus ordonnée possible. Plus la cristallisation est lente, plus les cristaux formés sont de grande taille.

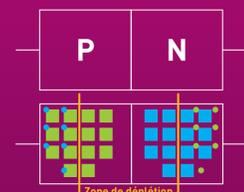
## Petit ou gros cristal, il faut choisir

Les légumes placés dans votre congélateur se refroidissent assez lentement. La glace forme de gros cristaux qui font éclater les cellules et détériorent la texture de l'aliment. Les industriels, eux, pratiquent la surgélation, un refroidissement très rapide. Les cristaux de glace sont microscopiques et l'aliment, une fois dégelé, n'aura rien perdu de ses qualités.

Dans d'autres cas, c'est l'effet inverse que l'on recherche. Dans une batterie « lithium métal », comme celles des voitures électriques Autolib Paris, l'électrode négative est en lithium métallique. Lors de la recharge, les ions lithium se redéposent sous forme de lithium métal. Si celle-ci est trop rapide, la croissance cristalline du lithium se fait de façon désordonnée et conduit à des excroissances qui peuvent endommager la batterie.



## L'ART DE CRÉER DES DÉFAUTS



● Charge mobile : trou ● Charge mobile : électron  
■ Charge fixe ■ Charge fixe

▲ Un cristal de silicium est dopé avec du phosphore pour augmenter le nombre d'électrons libres (type n) ou avec du bore pour le diminuer (type p). La jonction d'une zone n et d'une zone p constitue une diode, le plus simple des composants électroniques.

Parfois, on cherche à créer des défauts contrôlés dans un cristal. Pour fabriquer les semi-conducteurs utilisés dans les composants électroniques, on commence par réaliser un cristal aussi pur et régulier que possible. On y insère ensuite une très petite proportion (de 0,001 % à 1 %) d'atomes d'autres éléments pour augmenter ou diminuer le nombre d'électrons libres, responsables de la conductivité électrique du matériau : c'est le « dopage ».

## Quand la chaleur devient électricité

Certains assemblages de matériaux ont la propriété d'engendrer un courant électrique quand leurs deux extrémités sont à des températures différentes : c'est l'effet thermoélectrique.

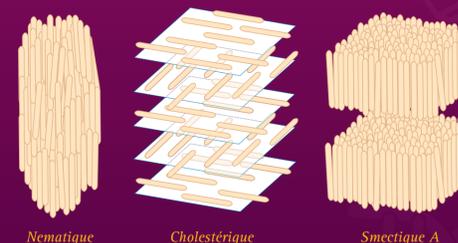
À l'Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay, des chercheurs s'emploient à optimiser les performances des matériaux thermoélectriques. Mailles cristallines complexes et variations de concentration de différents éléments permettent de limiter la diffusion de la chaleur sans empêcher la circulation des électrons.

L'effet thermoélectrique est utilisé dans des voitures haut de gamme pour récupérer une partie de l'énergie perdue dans les gaz d'échappement réduisant de près de 10% la consommation de carburant.

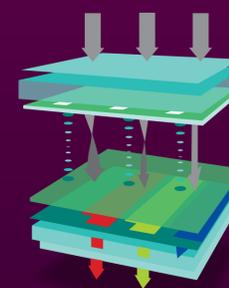
## DES CRISTAUX PAS SI DURS

Cristal rime souvent avec solidité, mais certains cristaux sont liquides. On parle alors de matière molle. Les cristaux liquides sont constitués de molécules de formes particulières : allongées en bâtonnets ou en aiguilles, ou encore plates comme des disques ou des rubans. Ils s'organisent selon des directions privilégiées, ce qui leur confère des propriétés optiques particulières.

Le Laboratoire de Physique des Solides a beaucoup contribué à la compréhension des cristaux liquides dans les années 70-80 notamment avec l'apport décisif de Pierre-Gilles De Gennes.



## Les cristaux liquides peuvent prendre bien d'autres formes !



◀ Dans un écran LCD, la lumière est d'abord « polarisée » à l'aide d'un filtre, c'est-à-dire que la vibration de l'onde lumineuse se situe dans un seul plan. Elle traverse ensuite des cristaux liquides ce qui modifie plus ou moins l'orientation de ce plan, en fonction du champ électrique appliqué. Puis elle traverse un autre filtre, qui la laisse plus ou moins passer selon son orientation. On peut ainsi gérer l'intensité lumineuse de chaque pixel de l'écran.

# cristaux : de la naissance aux matériaux

CRISTAL, D'UNE FACE À L'AUTRE