

La cristallographie, la science des cristaux



Diamant



Emeraude



Rubis



Saphir

http://www.coeur-diamants.com/diamants_coeur_info.php?id=6
<http://leparanormal.forumactif.com/t4011-des-questions-sur-les-pierres>

<http://coeurdechinal.forumactif.net/t2513-pierres>
<http://www.kiternauta.com/science/environnement/photo/visite-virtuelle-des-mineraux-du-museum-de-paris/coridon.html>



Atomes, ions ou molécules arrangés dans l'ordre : un cristal

<http://www.leidd.fr/International/Europe/Images/Aout-2009/Ukraine-fete-d-independance-parade-militaire-Kiev-128450#highlight>

Atomes, ions ou molécules dans le désordre : du gaz, du liquide (ou du verre), des solutions...



<http://www.mv73.fr/concerts-gratuits-region-2014-rouen/>

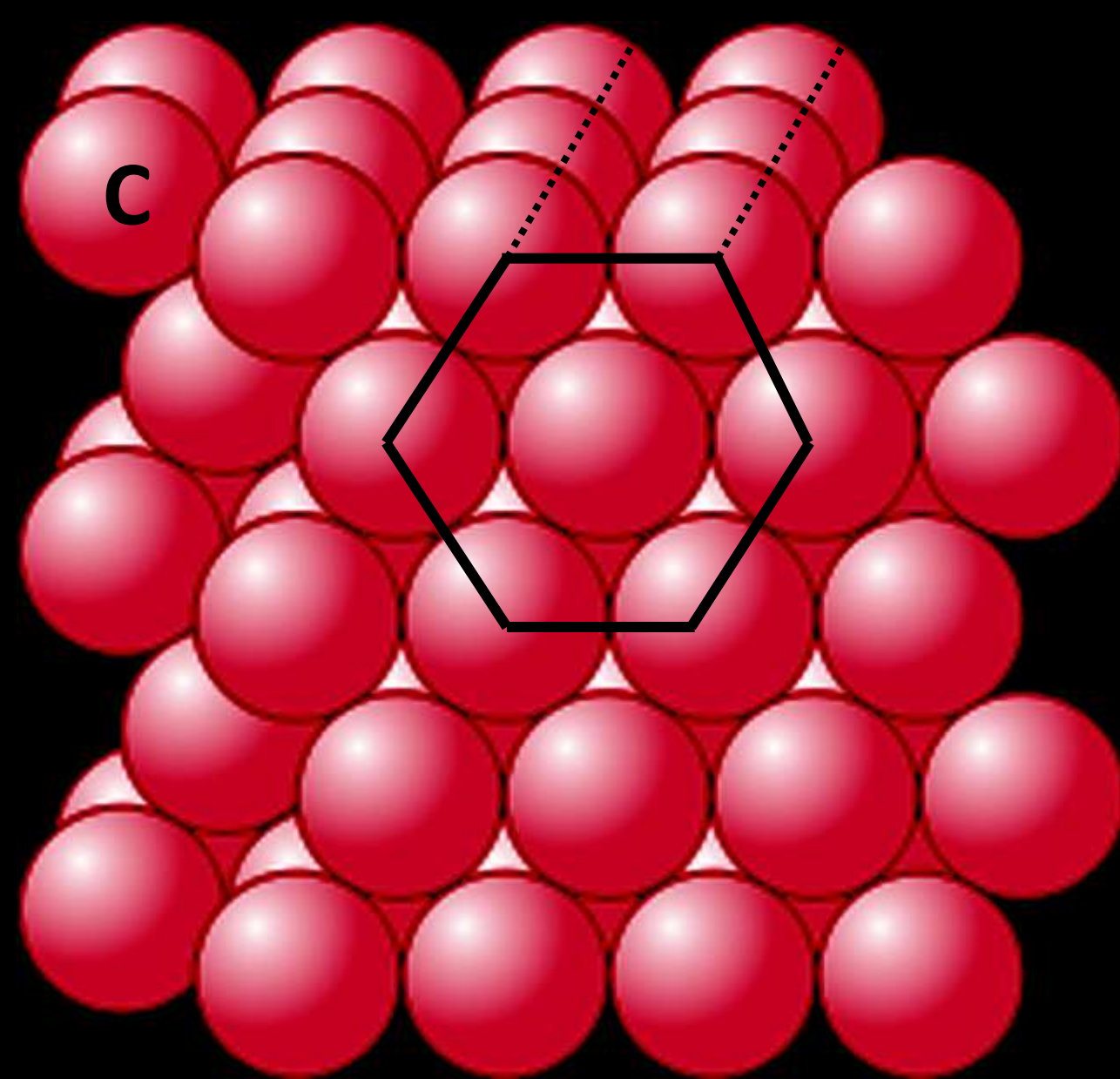


Photo Pierre Thomas

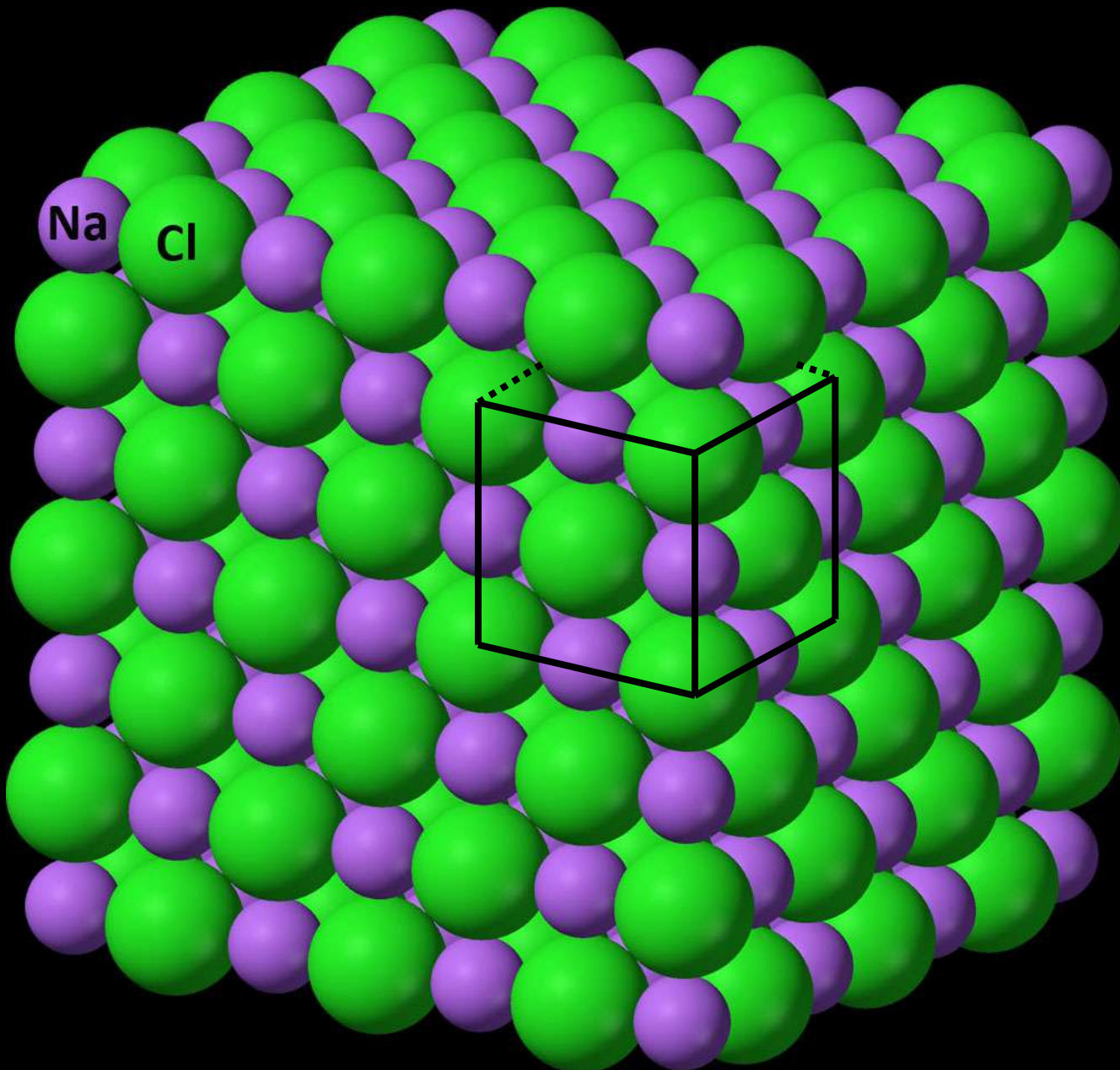
Analogie d'un
solide cristallisé

Analogie d'un
solide non
cristallisé (verre),
d'un liquide...

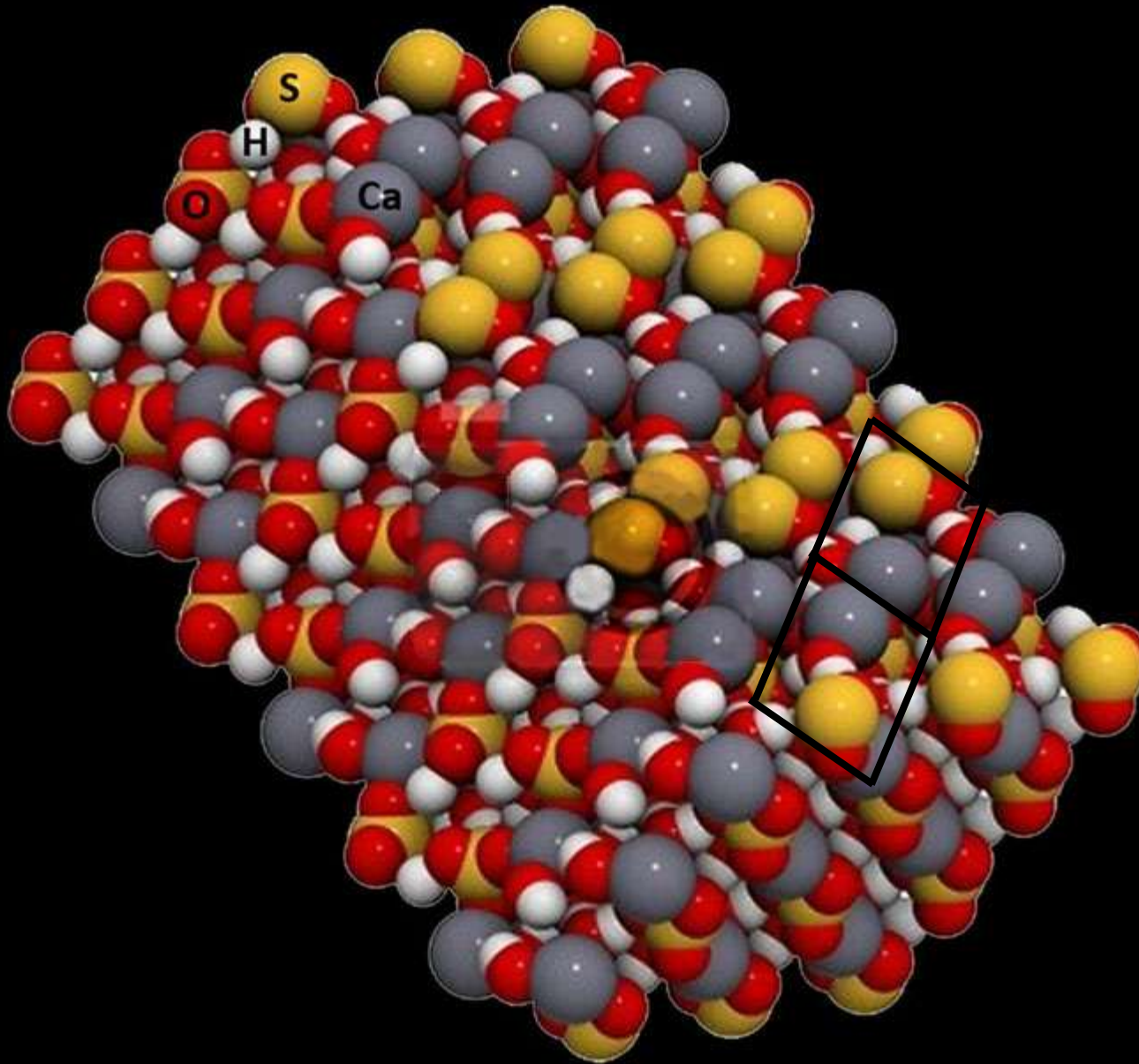
À basse température et/ou haute pression, le cristal est plus stable que le « désordre » et occupe un volume plus faible. C'est la forme d'équilibre vers laquelle tend la matière.



**Un exemple
d'arrangement
possible
« dans l'ordre » :
le cristal de
graphite
(carbone pur),
avec une maille
sous forme de
prisme
hexagonal.**

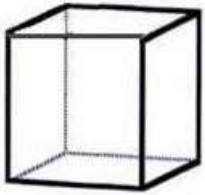


**Un autre
exemple
d'arrangement
possible : le
cristal
de sel (NaCl),
avec une maille
cubique, et
empilement de
type
« cubique ».**



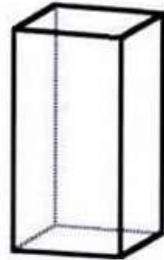
Un troisième
exemple :
le gypse
 $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})_2$,
le cristal de
Naica,
avec une
« molécule » à
12 atomes, ce
qui forme un
empilement
de mailles très
complexe.

Les sept polyèdres qui définissent les sept systèmes cristallins



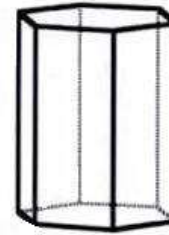
Cubique

Cube :
faces carrées,
base carrée



Quadratique

Prisme droit à
base carrée



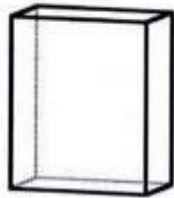
Hexagonal

Prisme droit à
base hexagonale



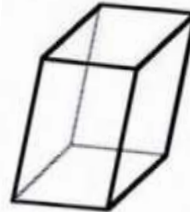
Trigonique (rhomboédrique)

Rhomboèdre



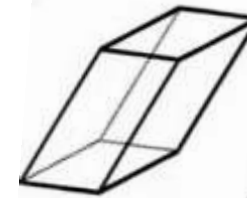
Orthorhombique

Prisme droit à
base rectangulaire



Monoclinique*

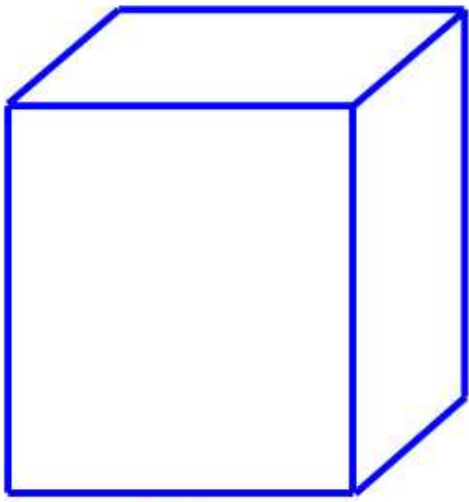
Prisme oblique à
base rectangulaire



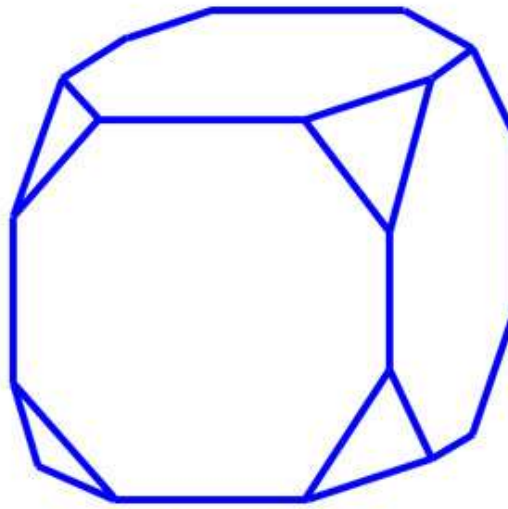
Triclinique

Prisme oblique sur
toutes les faces

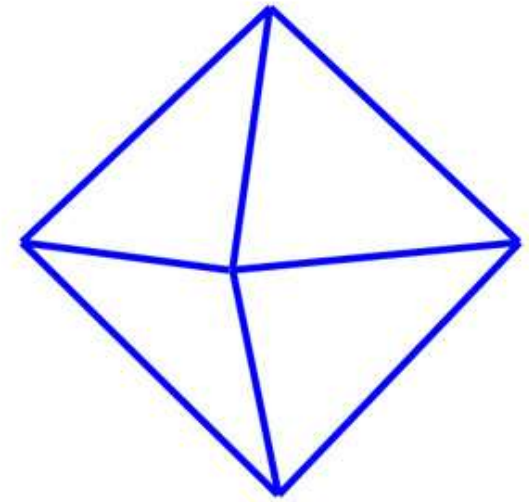
Géométriquement, il n'y a que sept manières d'empiler les mailles avec sept symétries possibles pour occuper complètement les trois directions de l'espace de façon « jointive » → les sept systèmes cristallins.



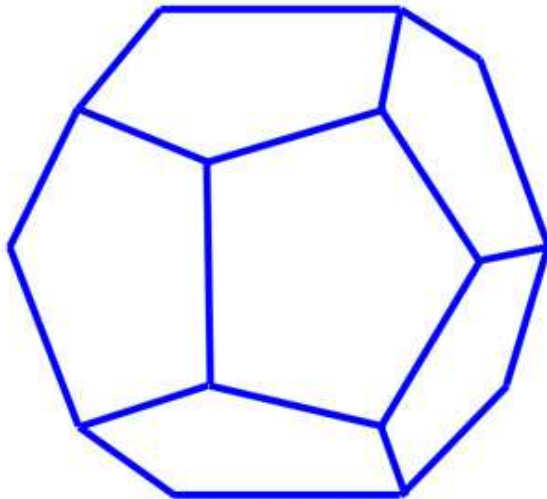
Cube



Cubo-octaèdre



Octaèdre



Dodécaèdre

**Quatre des formes cristallines
du système cubique
les plus fréquentes pour
la pyrite (FeS_2)**

Et un même système cristallin peut donner de très nombreuses formes cristallines. Voici l'exemple de la pyrite.



Photo Pierre Thomas

Voici de la pyrite en cube...



Photo Pierre Thomas

en cubo-octaèdre...



Photo Pierre Thomas

en octaèdre...



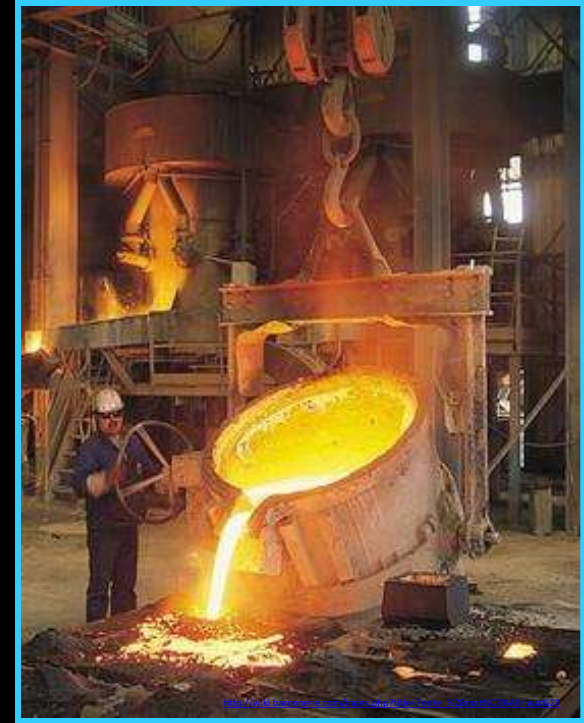
Photo Pierre Thomas

en dodécaèdre.

Comment fait-on des cristaux ?

Voici deux des trois solutions les plus fréquentes dans la nature :

1 – On fait « geler » un liquide (ou condenser un gaz) en le refroidissant





Photographie : Philippe Mairine

Exemple d'une coulée de lave à la Réunion...



Photographie : Pierre Thomas

... qui, en refroidissant, donne du basalte...



http://www.brgm.fr/sites/default/brgm/Reunions_Rtpedago/images_livret_roche.htm

... qui contient des cristaux d'olivine ($\text{Mg}_{1,8}\text{Fe}_{0,2}\text{SiO}_4$)

**Quand de l'eau gèle, ça fait
des cristaux de glace, comme
ici sur la Saône à Lyon en
février 2012**



Photo Pierre Thomas



Photo Pierre Thomas



Photographie : Pierre Thomas

Les cristaux de glace, comme ceux de pyrite, peuvent avoir différentes morphologies, qui dépendent des conditions locales. Ici, dans la vase d'une flaque d'eau...



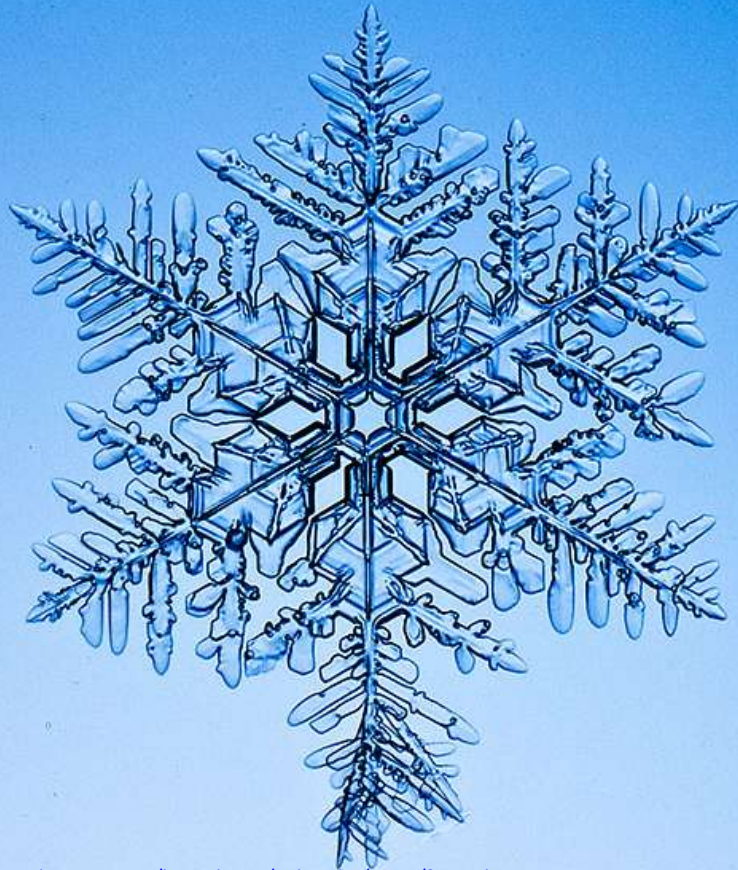
<http://goodmorninggloucester.wordpress.com/2014/01/17/len-burgess-and-his-ice-crystals/>

... là, sur le toit d'une voiture...

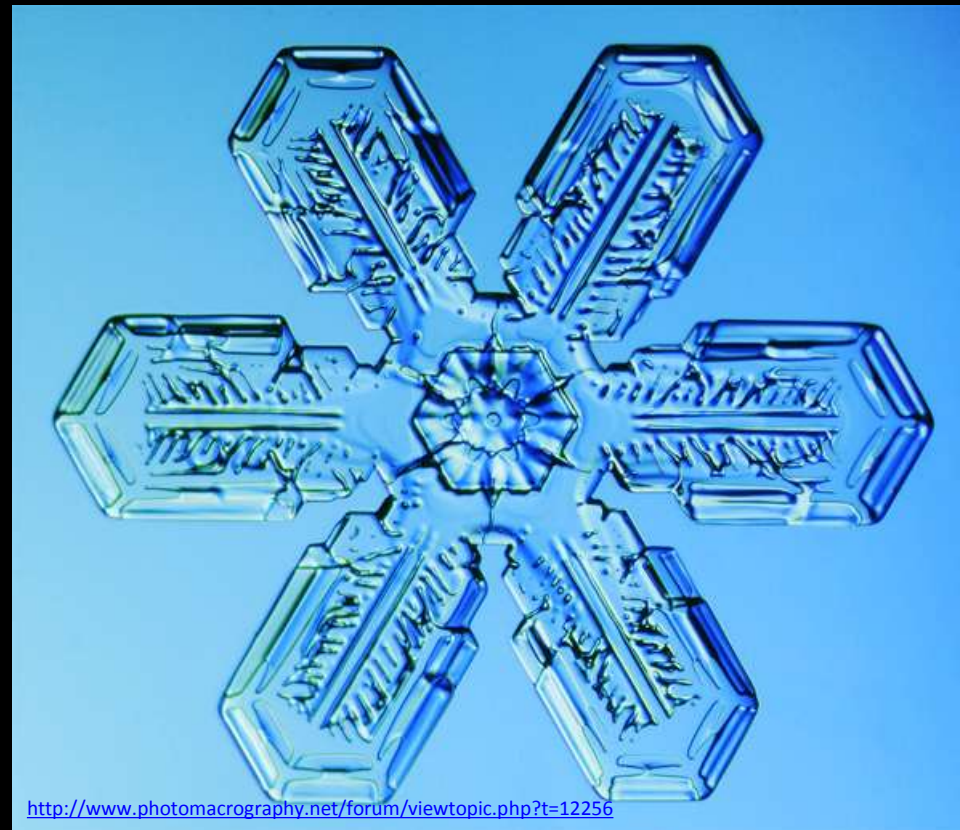


<http://www.geo.fr/fonds-d-ecran/nature/cristaux-epineux/80792>

... là, sur un fil de fer barbelé un petit matin d'hiver...



<http://www.markcassino.com/b2evolution/index.php/cat32/?paged=4>



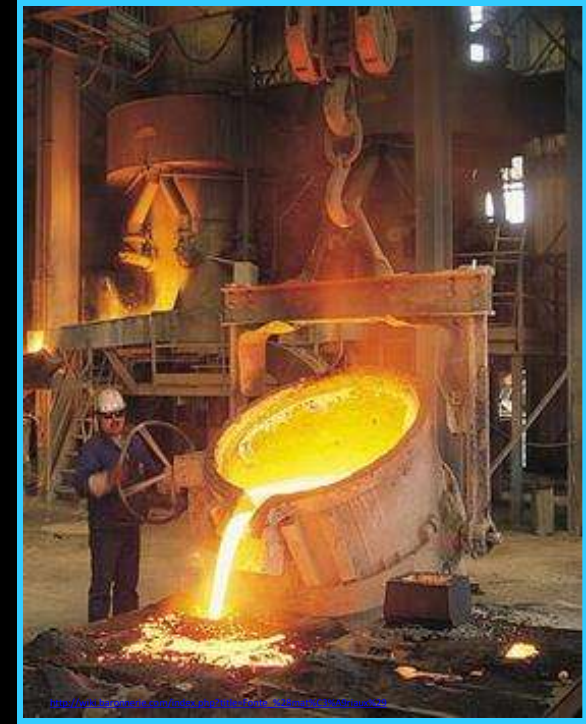
<http://www.photomacrography.net/forum/viewtopic.php?t=12256>

... là-haut, quelque part dans les nuages.

Comment fait-on des cristaux ?

Voici les deux des trois solutions les plus fréquentes dans la nature :

1 – On fait « geler » le un liquide ou condenser un gaz en refroidissant



2 – On fait précipiter une solution (en général aqueuse) en faisant varier les conditions externes : concentration par évaporation, variation de température, changement de la teneur en oxygène...





<http://recetteschinoises.blogspot.fr/2008/05/sucre-candi-chinois-bingtang.html>

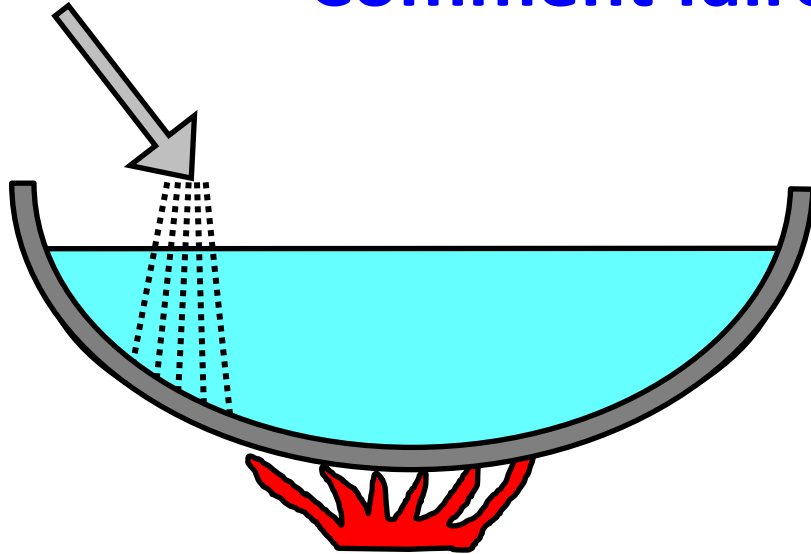
**Un exemple (non naturel)
bien connu : le sucre candi.**



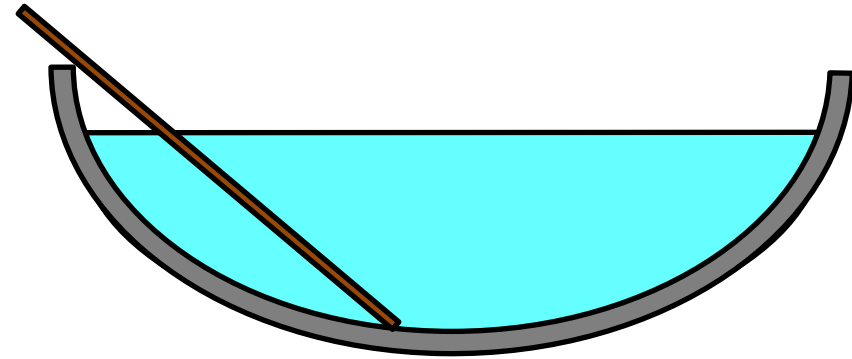
<http://la-main-a-la-pate.fr/sucettesfaconsucrecandirockcandies/>

Sucre

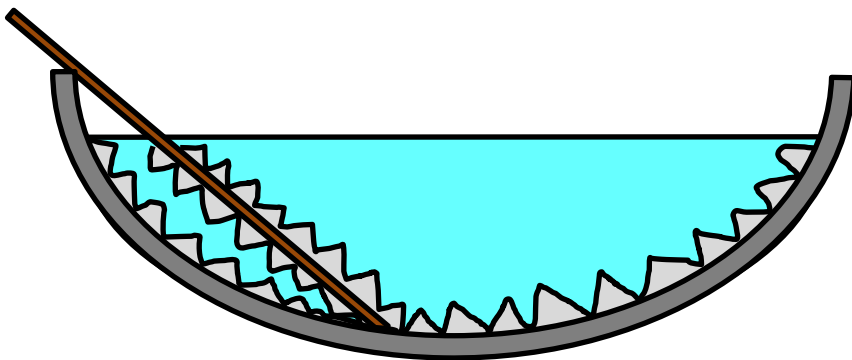
Comment faire du sucre candi ?



1 - On dissout le maximum possible de sucre dans de l'eau bouillante



2 - On plonge un bâton et on laisse refroidir longtemps



3 - Des cristaux de sucre candi se forment sur les parois et le bâton

Le sucre, beaucoup plus soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide, cristallise si on refroidit une solution d'eau bouillante saturée en sucre
→ cristaux de sucre candi



Photographie : Pierre Thomas

Les filons et les géodes à cristaux : du « sucre candi géologique ». Approchons nous (carrière dans le Languedoc).



Approchons nous de ce filon de barytine (BaSO_4).

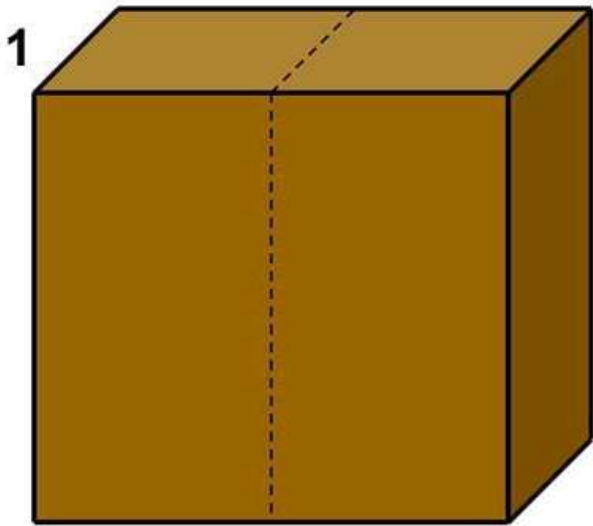


Photographie : Pierre Thomas

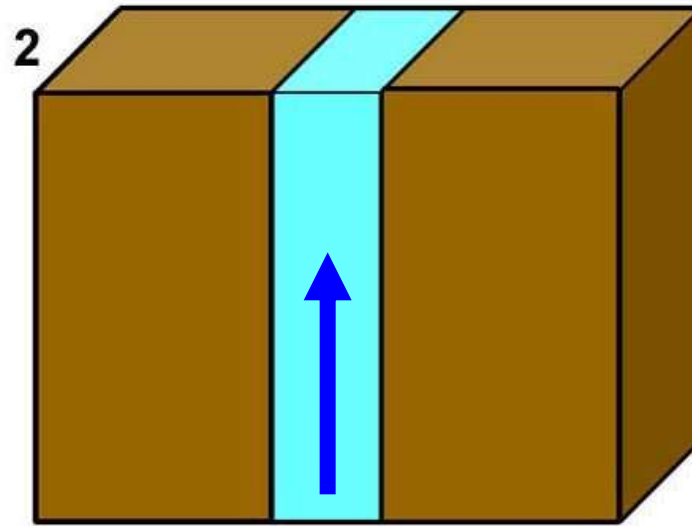
**Approchons nous encore et regardons en détail le
« trou » central...**



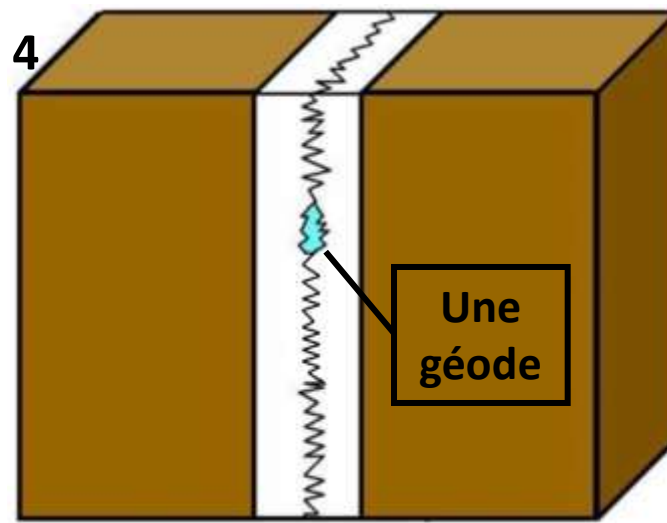
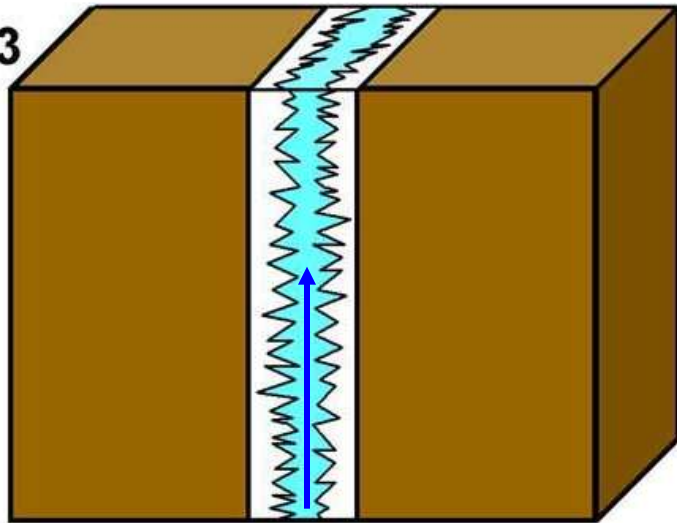
... « trou » central tapissé de cristaux (ici en forme de pétale de fleur) et appelé « géode ».



1
Roche avec fracture



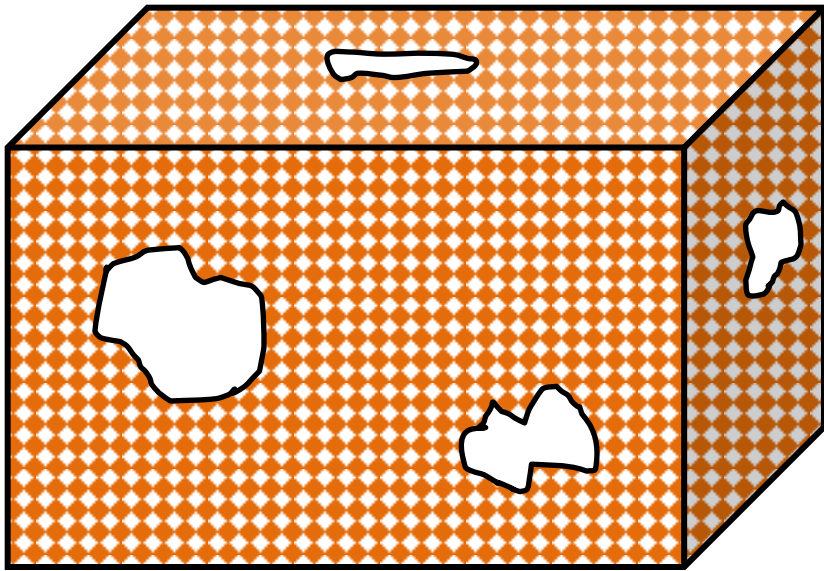
2
Ouverture de la fissure et remontée d'eau chaude profonde riche en composés dissous



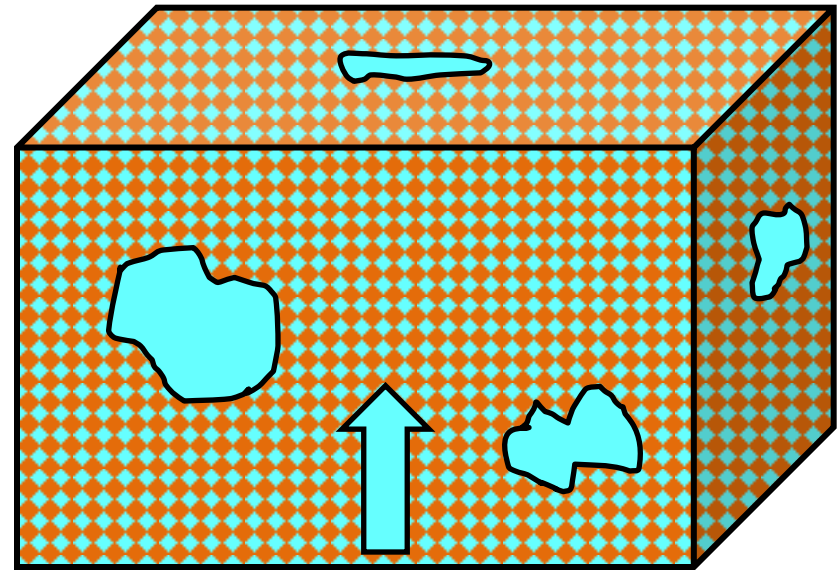
Une
géode

Dépôt de ces composés sur les parois de la fissure si l'eau se refroidit en montant et que la solubilité diminue → filon avec, éventuellement, des géodes.

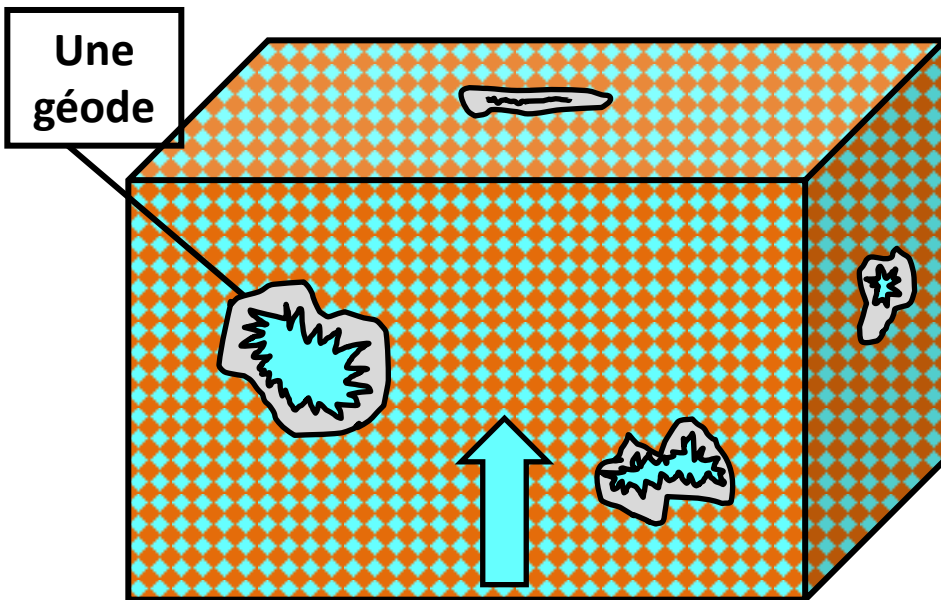
Origine de cette structure, un filon avec géode.



Roche perméable avec des cavités



Remontée d'eau chaude riche en composés dissouts



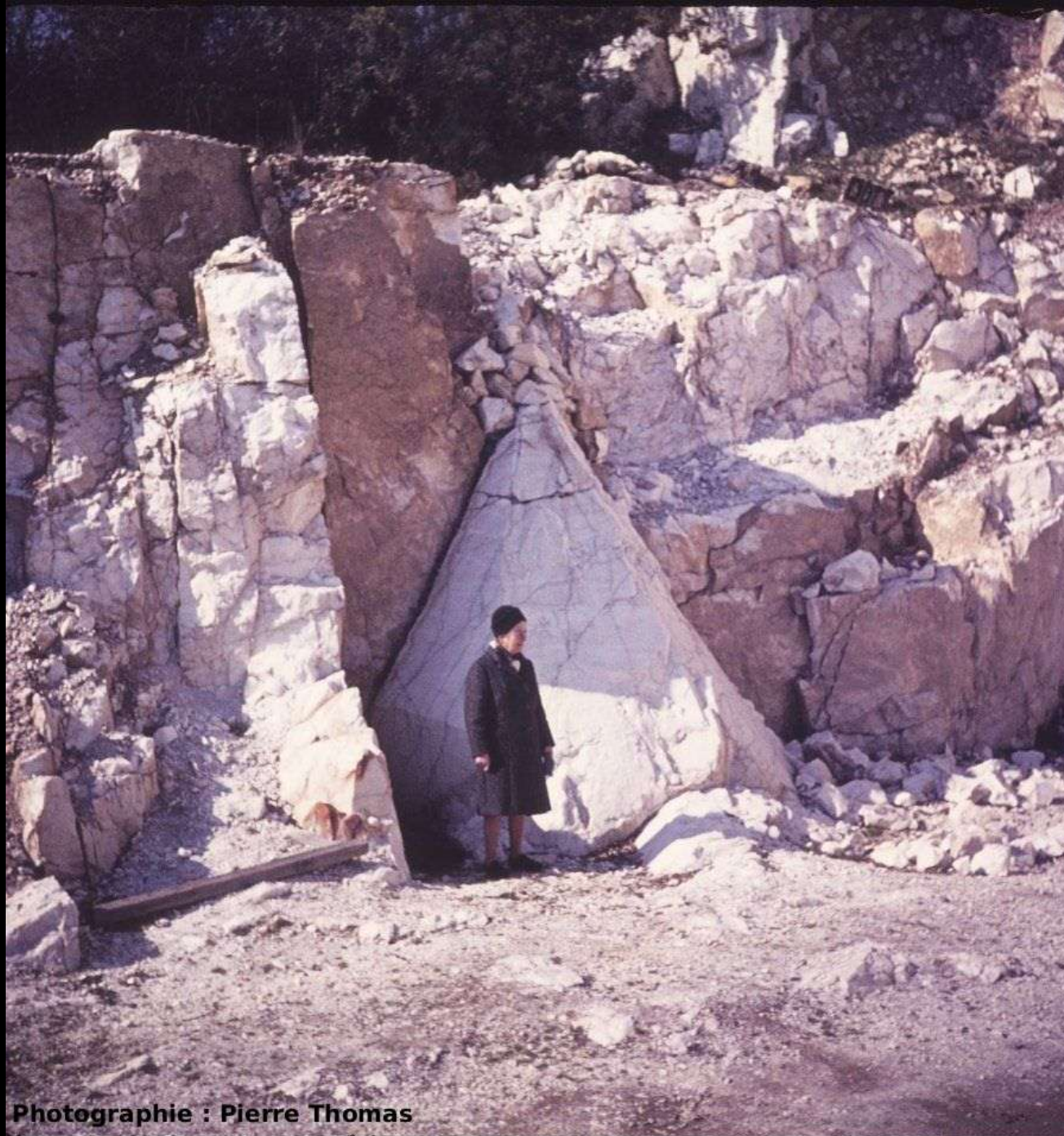
Dépôt de ces composés sur les parois des cavités

Une autre façon assez voisine de faire des géodes, par circulation d'eau dans une roche perméable et variation des conditions de cette eau (baisse de la température par exemple).



<http://www.amethyste-prestige.com/>

Ici, une géode d'améthyste [quartz (SiO_2) coloré par des traces d'oxyde de fer et de manganèse], $\varnothing = 30$ cm



Les cristaux nés de cette façon sont en général « petits ». Mais ils peuvent être énormes, comme en témoigne ce cristal de quartz (SiO_2) dans une carrière du Limousin. Ma grand-mère donne l'échelle.



Les cristaux nés de cette façon sont en général « petits ». Mais ils peuvent être énormes, comme en témoigne ce cristal de quartz (SiO_2) dans une carrière du Limousin. Ma grand-mère donne l'échelle.

Avec Giovanni Badino, nous allons maintenant visiter la Mine de Naica au Mexique, qui donne accès à des quasi « giga-géodes », avec les cristaux les plus grands du monde. Ma grand-mère est battue à plate couture !

