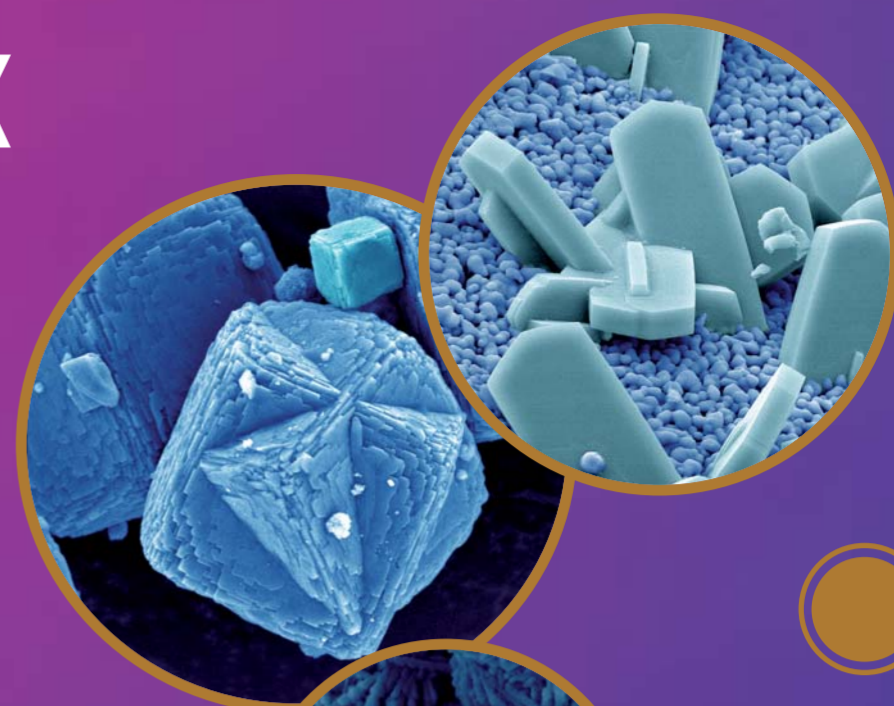




Les cristaux nano-poreux les zeolites



Les zéolites vues au microscope électronique
© CNRS Photothèque / D.Cot

Il existe une multitude de zéolites. Elles sont très utilisées dans l'industrie pour la purification de l'eau, comme catalyseur, pour la préparation de matériaux modernes. Elles sont utilisées pour l'extraction de l'azote dans l'air afin d'augmenter son contenu en oxygène et pour des buts médicaux. Elles sont aussi incontournables dans notre quotidien : utilisées comme anticalcaire pour les appareils électroménagers ou indispensables pour la pétrochimie et même pièges à odeur dans les caisses à chat !

Connaitre les cristaux de la nature pour les copier et essayer de faire mieux... l'art de la synthèse!

La pierre qui bout : un cristal surprenant

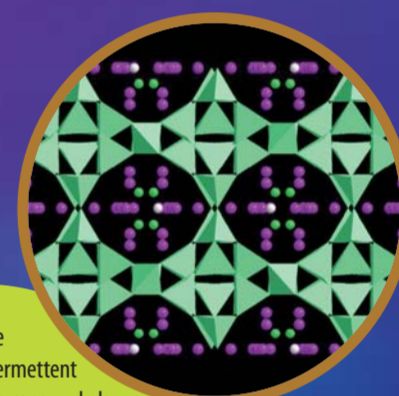
En 1756, Cronstedt fait une découverte étonnante : alors qu'il chauffe un morceau d'un aluminosilicate naturel, la *stilbite*, celui-ci se couvre de bulles aux alentours de 150°C, comme si la pierre se mettait à bouillir. D'où le nom donné à ce minéral: « **zéolite** », du grec *zéo* ou *zein* (bouillir) et *lithos* (pierre).

Les rayons X mettent en évidence sa structure nano-poreuse

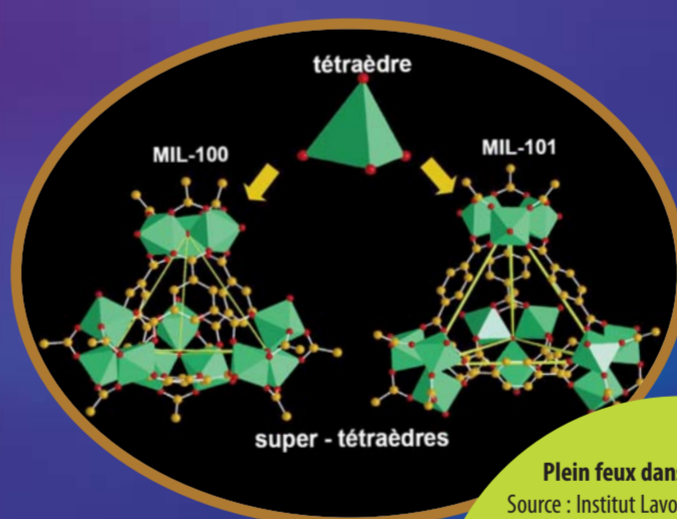
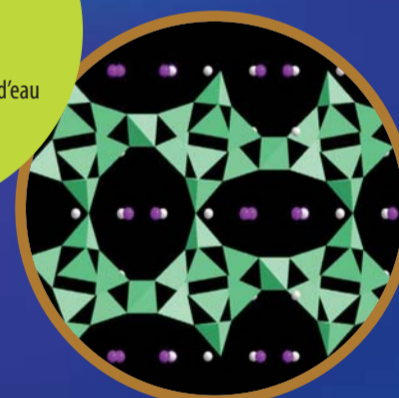
En 1930, Taylor et Pauling étudient par diffraction des rayons X les premiers cristaux de zéolites et montrent qu'à l'échelle de l'atome ces minéraux sont constitués d'une matrice nano-poreuse. La *stilbite* est un aluminosilicate de calcium et de sodium pouvant s'hydrater et se déshydrater de façon réversible, en fonction de la température. **L'eau est piégée** à l'intérieur de cavités dans la structure.

Il existe environ 50 zéolites naturelles et plus de 500 zéolites fabriquées...

... en utilisant l'approche cristallographique qui a permis aux chercheurs de « voir » les différents arrangements des atomes et des cavités, pour en imaginer de nouveaux.

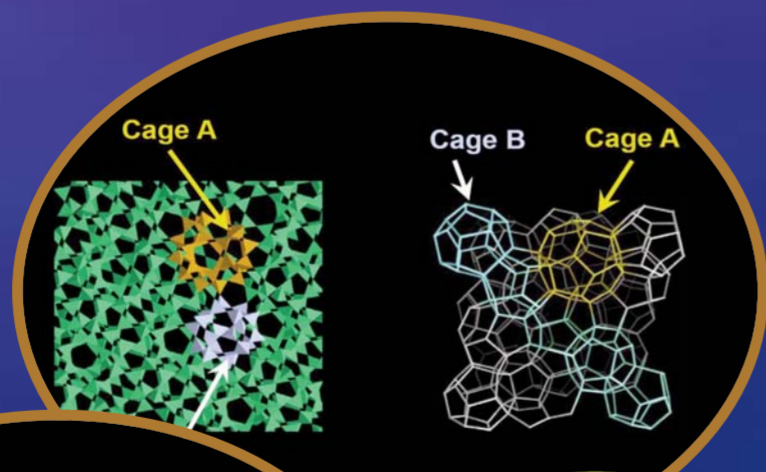


Les études de cristallographie permettent de voir la structure en canaux de la stilbite et d'y localiser l'eau :
- à 42°, l'eau entre dans les canaux,
- à 168°, l'eau sort de la stilbite.
Le chauffage entraîne une perte d'eau dans les canaux.
Source : IMN-Nantes

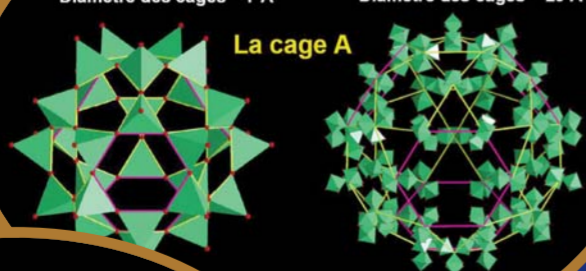


Plein feux dans le MIL-100
Source : Institut Lavoisier & Gerard Ferey
Médaille d'Or CNRS 2010

C'est en associant des molécules organiques et des briques inorganiques que Gérard Ferey et son équipe de l'Institut Lavoisier de Versailles ont pu créer de nouveaux matériaux poreux comme le MIL-100 puis le MIL-101 avec des cages géantes, dix à cent fois plus grandes que celles des zéolites, qui peuvent jouer le rôle de réservoir de gaz, de molécules et même de médicaments.

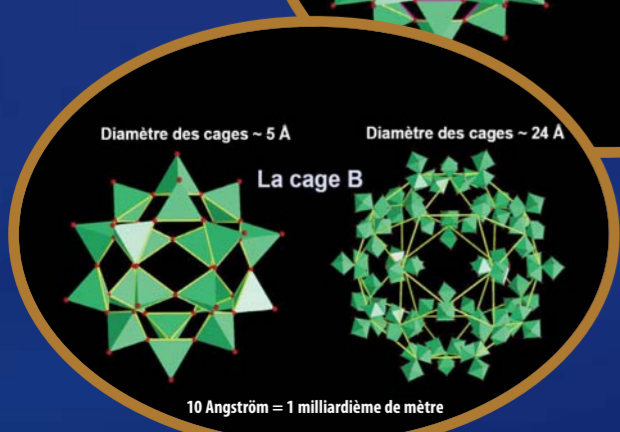


Diamètre des cages - 7 Å
Diamètre des cages - 29 Å



C'est en imaginant des super-briques pour remplacer les tétraèdres dans les empilements de différentes zéolites que Gérard Ferey et son équipe de l'Institut Lavoisier ont synthétisé des nouveaux matériaux aux pores géantes. A partir de la structure connue de la zéolite ZSM-39, ils ont créé des super-briques « super-tétraèdres » pour créer le poreux MIL100.

Source : Institut Lavoisier



10 Angström = 1 milliardième de mètre

