



Comprendre les formes des cristaux : symétrie, périodicité et ...macles

Durant le 19e siècle, la notion de périodicité (répétition régulière) et d'un ordre atomique s'impose pour comprendre la forme des cristaux et leur symétrie.

L'idée de Bravais est la suivante : une face cristalline se développe d'autant plus lorsque dans son plan les liens entre molécules sont plus forts. Ces plans qui apparaissent préférentiellement sont les plus denses en molécules.

Combiner symétrie et réseaux

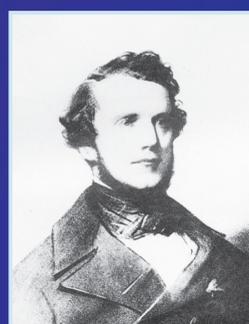
A la fin du 19e siècle, les molécules hypothétiques sont remplacées par des motifs plus complexes contenant des atomes et de nouvelles symétries possibles.

Ces symétries de motif sont imaginées par Sohncke puis répertoriées par Schoenflies et Fedorov. Cette théorie, abstraite, ainsi que la périodicité des cristaux seront validées en 1912 par la diffraction des rayons X.

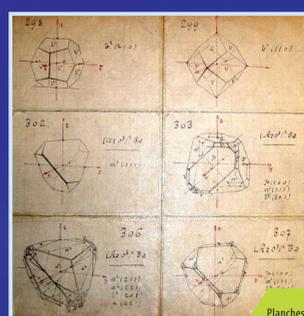
Relier la forme des cristaux avec leur structure atomique

Dans la lignée des travaux de Bravais, Georges Friedel observe un grand nombre de cristaux naturels et démontre que la fréquence d'apparition d'une face est liée à sa densité en noeuds du réseau et donc à la structure intime du cristal. C'est la loi de Bravais-Friedel.

Au début du 20e siècle, sans « voir » dans le cristal, les cristallographes ont donc déjà développé une connaissance expérimentale et théorique des cristaux.



Auguste Bravais



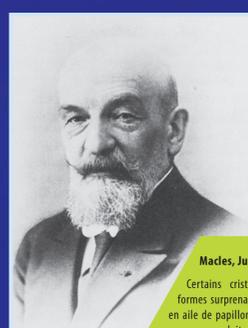
Planches décrivant les symétries utilisées par George Friedel pour son enseignement à l'Ecole des Mines de St Etienne.
Source : Coll. Ecole des mines de St Etienne



Macles diverses et modèle en bois d'une macle

Les cristaux peuvent présenter des formes complexes avec des angles « en creux » : ce sont des macles. Une macle est une association géométrique de deux cristaux suivant une règle de symétrie cristalline (miroir, rotation) qui n'appartient pas au cristal. Chaque macle est associée à une pseudo-symétrie du cristal :

- **Staurolite** (Coray, Bretagne. Collection des Minéraux, ©UPMC-Paris) macle dite en «croix de saint André»
- **Pyrite** (Logrono, Espagne). © Coll. Muséum de Grenoble) macle en «cube»
- **Gypse** (Sicile. © Coll. Muséum de Grenoble) macle en «fer de lance»
- **Quartz** (La Gardette Isère ©Muséum Grenoble) macle du Japon dite aussi de la Gardette.



Macles, Jumeaux, Twins, ...

Certains cristaux forment des groupes aux formes surprenantes, en croix, en flèches, en étoile, en aile de papillon... L'association des cristaux formant ces groupes ne doit rien au hasard. Une première description des macles est rapportée en 1751 par Gauthron de Robien dans les *Nouvelles idées sur la formation des Fossiles*. Il s'en est suivi de nombreuses observations et études morphologiques au XVIII^e et XIX^e siècle. Les études théoriques de ces associations ont surtout eu lieu au début du XX^e siècle avec notamment Georges Friedel qui établit une théorie des macles basée sur l'existence d'un réseau de macle qui se prolonge de façon exacte ou approchée au réseau du cristal.

Source: Romé de l'Isle 1772, *Essai de Cristallographie*
Georges Friedel 1904, *Etudes sur les groupements cristallins*
Georges Friedel 1926, *Leçons de Cristallographie*
J.Claude Boulliard 2010, *Le cristal et ses doubles*

