

## Processus d'altération des pierres par cristallisation des sels solubles

Durée du programme : 3 ans (2006-2009).

### Thématique du programme

La cristallisation des sels solubles (nitrates, chlorures et sulfates) est une des principales causes de dégradation des pierres du patrimoine (sculptures, bâtiments, ouvrages d'art, sites archéologiques) et de certains reliefs naturels (Evans, 1970 - Arnold et Zehnder, 1990 - Goudie et Viles, 1997). Cependant, les mécanismes qui conduisent à l'altération d'un matériau poreux par les sels solubles ne sont pas encore clairement établis et ce malgré un nombre croissant de travaux de recherche et d'études (Doehne, 2002 - Charola, 2000...).



*Altération de la pierre par les cristallisations salines de part et d'autre de la porte (alvéolisation)  
Carpentras, chapelle des pénitents noirs (photo P. Bromblet).*

Ce projet de recherche (2006 – 2009) est développé en collaboration avec le Centre de recherche de la matière condensée et des nanosciences (C.R.M.C.N.), dans le cadre du doctorat de Julie Désarnaud qui bénéficie d'une allocation de recherche de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Il a pour objectif de valider ou d'infirmer certains postulats de départ concernant le mécanisme de dégradation par pression de cristallisation des sels solubles (Correns, 1949) selon lesquels l'altération d'un matériau est due à sa fissuration causée par les sels sous l'action des pressions de cristallisation.

Une première expérimentation consiste en la mise en évidence de la pression exercée sur un matériau du fait de la croissance cristalline en continu d'un sel. Des essais de croissance d'un macrocristal sous charge sont menés dans différentes conditions expérimentales. Un examen

non destructif avant et après essai et un contrôle en continu du déplacement de la charge appliquée sur le cristal permet d'évaluer l'intensité de sa croissance ou de sa dissolution en fonction des conditions des tests (concentration des solutions, propriétés physico-chimiques des interfaces, humidité relative et température de l'air, valeur de la charge...). Les cinétiques de cristallisation sont étudiées et complétées par l'étude des distributions des phases néoformées et des désordres (microscope optique, microscope électronique à balayage (M.E.B.), microscope électronique environnemental (E.S.E.M.) pour en déduire les mécanismes physicochimiques en jeu.



*Détail du dispositif expérimental montrant le capteur de déplacement positionné sur la charge (plaque de verre) au-dessus du cristal dans une solution sursaturée. (photo J. Désarnaud).*

La compréhension des mécanismes de dégradation de la pierre par les cristallisations salines doit permettre d'améliorer les méthodes de diagnostic et surtout les techniques de conservation des matériaux salinisés. Au-delà du domaine de la conservation du patrimoine qui concerne au premier chef le Cicrp, cette recherche intéresse une large communauté scientifique internationale, notamment dans les domaines de la géomorphologie, des sciences des matériaux, de la croissance cristalline et du génie civil.

## **Participants à ce programme**

Julie Désarnaud, doctorante allocataire de recherche (Université Paul Cézanne Aix-Marseille III Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur).

Philippe Bromblet et Jean Marc Vallet, ingénieurs de recherche (CICRP service Etudes et recherche).

Alain Baronnet (Professeur) et Olivier Grauby (Maître de conférence) (Centre de recherche de la matière condensée et des nanosciences (C.R.M.C.N.), Unité Propre de Recherche du C.N.R.S. rattachée aux deux Universités d'Aix-Marseille II et III, Luminy).

## **Références bibliographiques**

Arnold A. et Zehnder, K., 1990, Salt weathering on monument. First symposium on the conservation of monuments in the Mediterranean basin, ed. F. Zezza, Brescia, grafo, p. 31-58.

Charola A.E., 2000, "Salts in the deterioration of porous materials : an overview", Journal of the american institute of conservation, p.327-343.

Correns C.W., 1949, "Growth and dissolution of crystals under linear pressure", discussion of the Faraday Society 5, 267-271.

Doehne E., 2002, "Salt weathering: a selective review.", Siegesmund S., Weiss T., Vollbrecht A. (editors), Natural stones, weathering phenomena, conservation strategies and case studies, Geological Society Special Publication 205, p. 43-56.

Evans I.S., 1970, "Salt crystallisation and rock weathering : a review", revue de géomorphologie dynamique, 19, p. 155-177.

Goudie A.S. et Viles H., 1997, Salt weathering hazards, John Wiley, Chichester, 241 p.