

La pierre naturelle connaît un intérêt croissant de la part des maîtres d'ouvrage. Cette évolution est notamment due à l'offre de plus en plus variée et à la multitude d'applications proposées. Néanmoins, certaines de ces applications parfois associées à un éclairage rasant semblent engendrer une augmentation des plaintes liées à l'écaillage de surface, surtout dans le cas de pierres calcaires avec une finition adoucie ou polie. Cet article fait le point sur ces phénomènes d'altération de surface tout en réactualisant l'article paru en 1993 au sujet des revêtements de sol en pierre calcaire organoclastique (\*).

## Ecaillage et altération de surface des pierres calcaires

L'appellation 'calcaires organoclastiques' regroupe les pierres calcaires sédimentaires de couleurs variées et composées de fragments d'organismes fossiles diversifiés (crinoïdes, foraminifères, brachiopodes, ...) dont la présence influence directement l'aspect final de la pierre. Des exemples connus en sont le marbre du Jura et la pierre bleue de Belgique, mais nous pouvons aussi mentionner des pierres d'utilisation plus récente comme l'Azul Cascaïe, l'Azul Valverde, la Dolomit bleue ou verte, la Cenia bleue, la Nero Marquina, ...

Les mécanismes de dégradation et les désordres qui s'en suivent sont liés à la présence d'humidité, dont une quantité très faible peut parfois suffire à altérer les pierres les plus sensibles. L'humidification du revêtement, provenant de la pose ou de l'entretien par exemple, peut provoquer une transformation chimique de certains minéraux appelés minéraux accessoires (car souvent présents en faible quantité dans ces pierres calcaires). Certains de ces minéraux accessoires ou 'impuretés' sont plus particulièrement concentrés dans les débris coquilliers des roches organoclastiques, mais aussi dans des joints stylolithiques, joints reconnaissables par des lignes zigzagantes sur les faces débitées perpendiculairement à la stratification. Ces joints sont le résultat d'une dissolution par pression au cours de laquelle la roche enfouie à grande profondeur a été dissoute et le résidu insoluble a subsisté.

L'eau présente va permettre une oxydation de ces impuretés (généralement des sels de fer). Celles-ci peuvent engendrer un tachage de type I (taches de rouille) en milieu acide (voir [CSTC-Magazine, printemps 1997](#)) ainsi que la formation de gypse en milieu calcaire (ba-

sique) suivant le mécanisme suivant :  $2\text{FeS}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$ .

Associé ensuite à une réaction entre le produit acide  $\text{H}^+$  et la calcite  $\text{CaCO}_3$  des roches calcaires, les ions calcium sont libérés :  $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$ .

Ceux-ci se combinent ensuite en présence d'eau pour former le gypse  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  :  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Cette dernière transformation s'accompagne d'une expansion volumétrique qui engendre une tension interne au sein du matériau. Elle provoque dès lors une microfissuration et, *in fine*, un écaillage.

Quatre stades d'altération sont le plus souvent identifiés :

- l'apparition de zones mates, probablement liée à la libération des ions calcium et le début de la formation de gypse sans lieu de concentration privilégié
- la formation d'une poudre blanchâtre s'éliminant facilement au nettoyage et qui s'expliquerait par la formation de gypse en surface, migrant probablement par les pores de la pierre ou affleurant au droit des joints stylolithiques si la pierre est débitée à passe (le Bronzetto, par exemple)
- l'apparition de légers soulèvements à la surface du carreau sous l'effet de l'expansion volumétrique si les impuretés se localisent au niveau des débris de coquilles ou des joints stylolithiques. Ce phénomène est davantage visible s'il est observé en lumière rasante et dans le cas de finitions adoucies ou polies
- l'intensification du phénomène d'écaillage et élimination de ces écailles par les nettoyages successifs du sol qui aboutit finalement à une pierre écaillée (voir figure ci-dessus).

L'eau est donc le principal vecteur de dégradation. Le transfert d'eau est accéléré par les microfissurations présentes, la (micro) porosité ou certains passages préférentiels tels que les joints stylolithiques. Notons que la variation en contenu fossilifère peut faire varier cette sensibilité à l'écaillage.

Pour minimiser le risque d'écaillage et d'altération de surface des pierres naturelles, il y aura donc lieu de limiter au maximum l'apport en eau :

- en évitant l'emploi de certaines pierres connues pour leur grande sensibilité à l'humidité dans les applications extérieures, dans les salles d'eau ou comme plan de travail dans une cuisine
- en respectant les règles habituellement requises pour la mise en œuvre en sol intérieur, telles que la pose d'une membrane d'étanchéité sous la chape, par exemple, le respect du délai minimum de séchage de celle-ci et l'utilisation de mortiers-colles prévus pour cet usage
- en évitant de prévoir, sur le revêtement, des protections qui ralentiraient son séchage, ou encore de réaliser une hydrofugation de surface (exemple des douches)
- en nettoyant la pierre avec un minimum d'eau.

Il n'est toutefois pas toujours aisé de se rendre compte visuellement de la présence des stylolithes et des débris de coquilles parfois microscopiques. En ce qui concerne les pierres naturelles connues pour cette sensibilité à l'écaillage, la [Note d'information technique n° 228](#) précise les spécificités d'usage dans la fiche technique. ■

*D. Nicaise, dr. sc., chef du laboratoire Minéralogie et microstructure, CSTC*

(\*) Cet article concerne donc uniquement ce type de roche, qui connaît les dégradations les plus nombreuses et, souvent, les plus spectaculaires. Il n'aborde donc pas l'écaillage des gneiss et le dépolissage des granits, qui a fait l'objet d'une publication spécifique en 1997 (voir [CSTC-Magazine, été 1997](#)).