

LES ALTERATIONS DES MATERIAUX EN OEUVRE SOUS CLIMAT TROPICAL¹⁾

G. HYVERT²⁾

CAMBODGE

Dans le cas des arkoses utilisées dans la construction des monuments khmers, trois facteurs principaux sont responsables des altérations.

- le climat tropical de mousson, qui favorise l'humidité, la saturation en eau des pierres et leur lessivage durant une partie de l'année.
- la fragilité des matériaux et leur mauvais emploi, pierres assemblées par simple rodage, souvent posées en délit et surcharges
- les facteurs biologiques: microorganismes et déjections de chauves-souris.

Sur les roches l'action combinée des processus mécaniques physico-chimiques et biologiques qui résultent de ces facteurs aboutissent à deux cas d'altération:

1. Prolongation de l'altération préexistante, se manifestant par une évolution minéralogique sans qu'il y ait modification de son apparence extérieure.
2. Changements d'aspects de la roche:
 - durcissement superficiel sous forme de croûtes d'une épaisseur variant de quelques millimètres à quelques centimètres dues à des néoformations ou à des précipitations successives de sels. Lorsque cette croûte se détache, la zone sous jacente apparaît poudreuse également.
 - arénisation en surface, c'est à dire perte totale du ciment, la roche devient poudreuse également.

Les examens minéralogiques permettent de constater que quels que soient les stades d'évolution, l'attaque la plus importante est celle des minéraux silicatés. Sérinitisation des feldspaths, chloritisation des biotites, parfois fissurations et corrosions de certains cristaux de quartz.

Les analyses chimiques montrent que le calcium, le potassium le sodium et le magnésium sont les premiers libérés par le lessivage. D'autre part il est noté, une certaine corrélation entre la silice et l'alumine dont les teneurs diminuent en fonction de l'altération.

L'activité biologique se manifeste par:

- des processus mécaniques externes et internes déterminant le déchaussement de quelques minéraux au cours de la dessiccation des organismes et la pénétration des filaments à l'intérieur du ciment. Les organismes sont dans ce cas: algues et lichens.
- des processus biochimiques; ils sont dus aux produits de sécrétions (acides — enzymes) des agents biologiques et en grande partie au guano de chauves-souris. Excellent milieu de culture pour les microorganismes qui oxydent ou réduisent certains éléments, le guano fournit également les ions nécessaires à la formation des sels. Nous observons alors: l'attaque des minéraux silicatés et celle des ferromagnésiens ainsi que des néoformations avec solubilisation de la silice. Les organismes responsables sont ici: champignons, actinomycètes et bactéries.

Sur le grès rose, l'altération se manifeste par une oxydation superficielle, sous forme de plaques ou de tâches noires modifiant l'aspect esthétique du temple, sans qu'il y ait rupture entre la zone oxydée et la zone sous jacente.

¹⁾ Résumé de la Conférence du 10 Avril 1970.

²⁾ Laboratoire de Cryptogamie, Département Protection des Matériaux, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.

INDONÉSIE — BOROBUDUR

Borobudur est construit avec des matériaux se situant entre les andésites et les basaltes. Quatre groupes de roches se distinguent. Elles se différencient par leur texture, leur nature minéralogique et les propriétés du champ poreux.

Ces matériaux sont soumis également au climat tropical de mousson, plus nuancé que celui du Cambodge mais avec une pluviométrie plus élevée. Il en résulte des processus physico-chimiques et biologiques qui sur la roche se manifestent d'une façon tout à fait différente de ce que l'on peut observer sur les arkoses utilisées au Cambodge. Il ne s'agit pas à

proprement parler d'altération mais d'une désagrégation superficielle localisée sur les bas reliefs au contact de la colline. Celle-ci en tant que réservoir d'eau, assure aux blocs une humidité quasi-permanente et le développement d'une flore cryptogamique et phanérogamique très importante. Sur la roche désagrégée mécaniquement par le lessivage et le départ de l'enduit, l'activité biologique est très intense.

Que se soit à Borobudur ou sur les monuments khmers, le facteur commun responsable de l'attaque des matériaux est l'eau. Son action se manifeste différemment en fonction de la nature même de la roche.