

## RAPPORT SUR LES EXPERIENCES FAITES EN TCHECOSLOVAQUIE

Etant donné la richesse architecturale de la Tchécoslovaquie, on comprend l'acuité du problème posé par l'humidité dans les monuments. La solution, du point de vue scientifique, en est encore au stade embryonnaire, ce qui ne veut pas dire que les études entreprises pour éliminer l'humidité, par des moyens modernes, aient été sans résultats.

On fait appel, depuis quelques années, à des procédés physiques, employés d'ailleurs dans d'autres pays aux conditions climatiques similaires : ainsi, l'installation de canaux de ventilation, selon la méthode de A. Knapen. Cette méthode a fait l'objet de modifications diverses, dont la variante la plus efficace est celle de Taiovsky.

Elle permet d'éliminer l'humidité à l'intérieur des parois de maçonnerie par un système de canaux "brisés", avec une ouverture vers le bas et un orifice à l'autre extrémité, le plus haut possible, de préférence même au-dessus des toits. Dans bien des cas, on insère dans la pierre une couche isolante après qu'elle ait été sciée de manière particulière. A cet effet, on se sert en Tchécoslovaquie d'une "haveuse à barre", cela généralement dans les immeubles habités (les bureaux d'Assistance Sociale, par exemple), ou bien lorsqu'il n'existe aucun danger de porter atteinte à des restes historiques.

La face externe est isolée d'ordinaire par une couche imperméable, procédé employé régulièrement pour la restauration d'immeubles et la reconstruction d'édifices architecturaux. Mais le succès ne saurait en être garanti dans tous les cas, il faut bien le dire. Très souvent, on adopte pour la maçonnerie et la fondation adjacente la méthode d'injection de lait de ciment auquel est ajoutée une préparation de "Tricosal" ou de lait d'argile, ou encore d'argile grasse de bentonite. Les expériences sont faites sur des suspensions bitumeuses et des suspensions avec émulsions de résines synthétiques.

A l'heure actuelle les expériences portent sur le "Neoruttin", composé originaire de R. F. A. Son application par le moyen

de transfusions est particulièrement facile. Le "Neorutin" forme dans les constructions une zone absolument impénétrable et produit un fort durcissement. Le seul inconvénient à déplorer est la nécessité de pratiquer de nombreuses perforations; le procédé ne saurait donc s'appliquer aux ouvrages dont la construction offre un développement historique complexe, sans analyse structurale préalable, ou lorsqu'une reconstruction totale s'avère nécessaire.

De nombreux succès, en Tchécoslovaquie, ont été réalisés sur le plan expérimental, grâce aux méthodes électrocinétiques. Depuis quelques années, un service spécialisé de l'Institut Technique de Recherches pour le Bâtiment à 'Praga-Gostivarge' a entrepris des études théoriques et expérimentales concernant le procédé électroosmotique d'assèchement des maçonneries de pierre.

L'Ing. IRGI KOS, responsable des recherches, a traité de ce sujet en un certain nombre d'articles, analysant à fond le processus, sur la base de calculs précis, ce qui permet d'éviter bon nombre d'erreurs et d'échecs. Son service, en fait, est unique en Tchécoslovaquie, outre quelques laboratoires et Instituts de protection des monuments, spécialisés en la matière. Ni les Instituts Techniques de la Faculté des Sciences du Bâtiment, ni aucune autre Université tchèque ne s'intéressent à la question, ou tout à fait partiellement.

Le laboratoire de l'Institut National pour la Protection des Monuments et du Paysage à Prague recueille systématiquement toutes les données chimiques concernant les constructions de pierre et les enduits. Ses travaux ont porté tout particulièrement sur les dépôts de sel dans la pierre, facteur essentiel de l'influence électrochimique sur la dynamique de l'eau.

Parmi d'autres méthodes adoptées en République Tchèque, citons celle de l'Ing. Novak et son équipe (brevet N. 112360), à partir de l'ionophorèse, semblable à celle de Tsebertowitz. Elle consiste à former dans les couches de pierre une zone impénétrable, les capillaires ayant été obturés de silicate de calcium. Malheureusement elle présente un inconvénient : l'apparition de produits secondaires nocifs, comme le 'ion-chlore', par leurs manifestations physiques ou chimiques.

Parmi les moyens utilisés pour évaluer le degré d'humidité des maçonneries en Tchécoslovaquie, citons ceux qui sont fondés sur la mesure de la résistance (à l'aide d'électrodes à contact et à insertion), plus rarement, la mesure de la puissance et de l'absorption des micro-ondes et, à titre expérimental, l'absorption de neutrons (par un système spécialement conçu en R. D. A.).

En fait, aucun des procédés à disposition des spécialistes n'étant vraiment suffisant, on en revient au système classique

d'analyses sur échantillons, lesquels sont prélevés sur les matériaux par des moyens mécaniques.

En conclusion, l'humidité des monuments historiques s'explique d'abord par l'absorption de la vapeur d'eau de l'air, ensuite par le phénomène de capillarité, étant donné la structure des matériaux très souvent employés, comme le gros sable ou les marnes sablonneuses, dont les pores et capillaires favorisent la rétention de l'eau.

La présence de sel joue, sans aucun doute, un rôle essentiel. Il faut tenir compte - parlant de ces deux causes principales d'humidité - de l'influence exercée par les différences électro-potentielles.

D'autres facteurs seraient à retenir, moins typiques ou plus rares : la pluie, la fonte des neiges, un défaut d'entretien ou un mauvais entretien.

L'exemple de l'humidité observable dans les bâtiments qui servirent autrefois d'entrepôts de sel ou de viandes salées pourrait illustrer, s'il le faut, le présent exposé.

In view of the architectural wealth of Czechoslovakia, it is easy to understand the acuteness of the problem raised by moisture in monuments. From the scientific point of view, the solution is still in the embryonic stage. This does not mean that the studies undertaken for eliminating moisture by modern means have been without result.

For several years now, physical procedures used in other countries with similar climatic conditions have been adopted including the installation of ventilation canals according to A. Knapen's method. This method has been the object of various modifications, of which the most effective variation is that of Taiovsky.

It allows for the elimination of moisture within masonry walls by a system of "broken" canals, with an opening toward the lower part and an aperture at the other extremity, as high as possible, preferably even above the roofs. In many cases, an insulating layer is inserted into the stone after it has been sawn in a special way. For this purpose, in Czechoslovakia a "haveuse à barre" is generally used in inhabited buildings (the Social Assistance offices, for example) or when no danger exists of harming historic remains.

The external face is usually insulated by a waterproof layer, a procedure regularly used for the restoration of buildings and the reconstruction of architectural edifices. However, it must be said that success cannot be guaranteed in all cases. Very often for masonry and the adjacent foundation one adopts the method of injecting grout to which a preparation of "Tricosal" or milk of clay or of clay rich with bentonite has been added. Experiments are being carried out on bituminous suspensions and on suspensions with emulsions of synthetic resins.

At the present time experiments are being carried out on "Neorutin", originally composed of R.F.A. Its application by means of transfusions is especially easy. "Neorutin" forms an absolutely impenetrable zone in buildings and produces a strong hardening. The only inconvenience is the necessity of making numerous perforations,

thus the procedure cannot be applied to works whose construction has a complex historic development without a previous structural analysis, or when total reconstruction is shown to be necessary.

In Czechoslovakia, a number of successes have been achieved on the experimental level, thanks to electrokinetic methods. For several years, a specialized department of the Technical Institute of Research for Building, at Praga-Gostivarge, has been undertaking theoretical and experimental studies concerning the electro-osmotic procedure for drying stone masonry.

Irgi Kos, the engineer who is in charge of research, has dealt with this subject in a certain number of articles. He has thoroughly analyzed the process, on the basis of precise calculations, thus enabling a number of mistakes and failures to be avoided. In fact, except for several laboratories and institutions for the protection of monuments that are specialized in the matter, his department is unique in Czechoslovakia. Neither the Technical Institutes of the Faculty of Building Sciences, nor any other Czech university, interests itself in the question, or only to a partial extent at the most.

The laboratory of the National Institute for the Protection of Monuments and of the Countryside in Prague systematically collects all the chemical data concerning buildings in stone and coatings. Its work has especially been concerned with deposits of salt in the stone, an essential factor in electrochemical influence on the dynamism of the water.

Among the other methods adopted in the Czech Republic, let us mention that of the engineer Novak and his team (patent N. 112360), which begins with ionophoresis, like that of Tcebertowitz. It consists in forming an impenetrable zone in the layers of stone, after sealing the capillaries with calcium silicate. However, this presents an inconvenience, which is the appearance of secondary products, such as ion-chlorine, whose physical or chemical manifestations are harmful.

Among the means adopted to evaluate the degree of moisture in masonry in Czechoslovakia, let us mention those which are based on the measurement of the resistance (with the help of contact and insertion electrodes), on the measurement of the absorption power of microwaves (more rarely adopted), and on the absorption of neutrons (by a system specially conceived in the G.D.R.), the last-named being used only experimentally.

In fact, since none of the procedures at the disposal of the specialists are really sufficient, we are forced to return to the traditional system of the analysis of samples taken from the materials by mechanical means.

In conclusion, moisture in historic monuments is first of all explained by the absorption of water-vapour from the air, then by the phenomenon of capillarity, given the structure of the materials often used, such as coarse sand or sandy marl, the pores and capillaries of which favour the retention of water.

Without doubt, the presence of salt plays an essential role. Speaking of the two principal causes of moisture, the influence exercised by electro-potential differences must be taken into account.

Other factors, less typical or rarer, should be mentioned; these are rain, snow, and defective or bad maintenance.

If necessary, the example of moisture observable in buildings which once served as warehouses for salt or for salted meats could be used to illustrate this outline report.