

RAPPORT GENERAL

Introduction :

Le Colloque avait été précédé par l'envoi d'un questionnaire aux Comités Nationaux de l'ICOMOS dans le but de recueillir des données de base sur le problème de la conservation en fonction des diverses techniques de construction et des différents climats auxquels les monuments sont exposés.

L'expérience acquise sur les monuments en Iraq par une équipe mixte constituée par le Centro Scavi di Torino et le Centre International pour la Conservation avait, en effet, démontré la nécessité de bien individualiser et séparer les différents aspects sous lesquels le problème peut se poser, le classement raisonné des cas devant précéder le choix des traitements de conservation.

Même en Mésopotamie, c'est-à-dire, dans une région où la morphologie des monuments présente une certaine homogénéité, on est frappé par des variations de la composition des briques et de leur technique d'emploi.

Il en résulte, qu'il n'est pas possible de concevoir une solution optimale unique pour la conservation des structures en brique crue, mais qu'il faut plutôt partir de la classification climatologique et technologique pour aboutir à une méthodologie détaillée. En outre, il est nécessaire de reconnaître la nature intrinsèquement éphémère du matériau de base et de lier la conservation des documents structuraux à la répétition cyclique d'intervention d'entretien plutôt qu'à la recherche d'une solution définitive.

La brique crue est le matériau de construction le plus «humain» parce que l'abondance de la matière première et la simplicité de la technologie en font un objet naturel de l'activité édifiancée de l'homme.

Ce matériau permet de satisfaire aux besoins, au fur et à mesure qu'ils se présentent, et, d'adapter continuellement les bâtiments aux exigences mutables de la vie de l'homme et de la ville.

La maçonnerie en brique crue constitue le tissu connectif des villes au sein duquel se forment progressivement les édifices à intention monumentale ; dans ces derniers, les hommes essayent d'assurer une pro-

longation de la durée de l'édifice, par l'emploi de technologies plus évoluées, comme les enduits, mais il reste toujours aux structures même dans ces cas, une flexibilité à l'adaptation et à la modification, inconcevable, quand même liée à un entretien fréquent et soigné.

Le revêtement total des structures par des matériaux résistant à la pluie (par exemple la brique cuite), constitue le dernier échelon de cette évolution, mais on peut estimer que dans ce cas on est déjà en dehors du domaine que le Colloque s'était assigné.

Les liaisons entre les structures en terre crue et celles en brique cuite, et aussi, les problèmes de conservation qui naissent de l'emploi simultané des deux structures dans le même bâtiment, pourraient peut-être, faire l'objet d'un Colloque futur.

La base idéologique du problème de la brique crue qu'on vient d'exposer a trouvé une exemplification satisfaisante dans les réponses au questionnaire (bien que souvent celles-ci fussent incomplètes), et surtout, dans les interventions des participants au Colloque de Yazd.

II - Réponses au questionnaire

Il nous a semblé que les réponses concernant deux catégories de monuments étaient les plus riches en indications et suggestions.

Le premier cas est celui de structures encore employées généralement jusqu'au XIX siècle et qui maintenant existent seulement à la campagne et sont bien documentées en Hongrie, Ghana, Roumanie et Chili.

Il s'agit de pays où la pierre n'est pas abondante et où, au contraire, il est facile de trouver de la bonne argile qui, mêlée avec de la paille, du sable ou du gravier, permet de réaliser des structures même à plusieurs étages, comme les moulins à vent en Hongrie.

Ce type de structure se prête bien comme point de référence pour la discussion des critères de conservation.

Dans la technologie liée à ces types de construction il faut souligner l'importance qu'on donne aux opérations de préparation des mélanges d'argile à leur maturation par vieillissement et à leur homogénéisation. De ces opérations dépend apparemment la résistance du matériau après le séchage.

La deuxième catégorie est celle des ruines mises à jour par les fouilles archéologiques. Dans ce domaine, les données les plus intéressantes ont été fournies par les Comités de l'U.R.S.S. et de l'Inde.

Pour ce qui concerne l'U.R.S.S., il s'agit de la découverte en Asie Centrale d'une gamme très étendue de structures qui s'étalent de la préhistoire à la période pré-islamique. La maçonnerie peut être entièrement en brique ou en terre battue, ou, réalisée par rangées de briques en alternance avec la terre battue, ou encore, par l'insertion de mottes d'argile dans un châssis en bois.

Le matériau cru est employé aussi dans des voûtes et des arcs en plein cintre ou surbaissés, ogivaux ou lobés. Enfin, on trouve aussi des coupoles sur des salles carrées avec les typiques raccords en trompe.

La maçonnerie en cru se lie bien avec le bois non seulement dans les structures à châssis, mais aussi, dans les couvertures à poutres horizontales portantes. Dans ce cas, le plafond est constitué par une couche épaisse d'argile contenant de la paille en miettes.

Les réponses au questionnaire n'apportent aucun élément important pour la solution des problèmes de conservation et de la restauration qui soit basé sur des travaux déjà accomplis.

En Union Soviétique, les travaux ont porté essentiellement sur des sculptures et peintures murales qui étaient enlevées du site original et transportées au laboratoire.

Les systèmes de protection les plus courants se bornent à l'enveloppement des structures en ruine ou à leur protection par des couvertures modernes qui dérangent l'observation et la compréhension de leur aspect architectural. Dans le cas des structures complètes, la conservation est basée essentiellement sur l'entretien des couvertures originales et des enduits des surfaces.

III - La ville de Yazd

Il faut remarquer l'importance du choix de la ville où la réunion a eu lieu.

Yazd est une ville qui a largement maintenu sa structure originale de bâtiments en brique crue avec l'exception de quelques édifices

modernes.

La ville a ainsi constitué le document le plus probant soumis à l'attention des experts pour exemplifier d'un côté les qualités visuelles de l'architecture en brique crue et de l'autre, les problèmes de son entretien et sa conservation.

Les caractéristiques fonctionnelles du matériau cru, c'est-à-dire, le haut pouvoir isolant pour chaleur et humidité et la résistance sismique se joignent à son pouvoir d'expression esthétique assuré par la richesse de vibrations et de mouvement des surfaces et par la valeur plastique des enduits.

Du côté de la conservation on a pu constater que les dégâts causés par les agents climatiques (en tout premier plan parmi ceux-là il faut noter le rebondissement des eaux de pluies sur le terrain à la base des murs) sont réparés par des interventions limitées mais fréquentes (souvent même annuelles) pour la remise en état des enduits des couvertures et, surtout, des systèmes de drainage.

IV Le Colloque de Yazd - Interventions dédiées au problème général de la conservation :

Les interventions des experts iraniens ont permis de compléter le cadre des problèmes de l'architecture en brique crue qui s'était déjà présenté aux participants avec la visite de la ville.

Le rapport de Monsieur Kassaï présente une classification des monuments en brique crue existants en Iran. Il propose une distinction entre les monuments liés à un contexte urbain et ceux qui sont demeurés isolés et il analyse l'importance des diverses causes de détérioration, soit climatiques, soit humaines.

Le contrôle des causes de détérioration doit se baser, d'un côté, sur la réanimation du monument et, de l'autre, sur la remise en état des systèmes de protection prévus dans le bâtiment par les constructeurs (essentiellement les enduits et les couvertures) pour en garantir la résistance.

Monsieur Kassaï réclame une amélioration technique des interventions (surtout en ce qui concerne la résistance des enduits aux intempéries et l'étude des causes de désordre) et une prolongation dans le temps de l'action de conservation.

Dans la même ligne de pensée, Monsieur Vardjavand souligne l'importance des enduits pour la conservation des structures, tandis que Monsieur Daneshdoust se penche plutôt sur les causes de détérioration en distinguant entre les ruines mises à jour par les fouilles et les bâtiments, plus ou moins complets, préservés en plein air.

Dans cette dernière classe il faut inclure la ziqqurat de Choga Zanbil étudiée par Monsieur Hedayati qui discute aussi les problèmes de conservation qu'elle présente.

Un aspect qu'on pourrait définir écologique de la construction en brique crue est souligné par Monsieur Pirnya qui met en lumière l'étroite relation fonctionnelle entre cette architecture et l'environnement pour lequel elle a été créée.

Quelques experts étrangers se sont penchés sur les problèmes des monuments iraniens. Monsieur Stronach discute la méthodologie générale de la conservation en termes très semblables à ceux des collègues iraniens.

Le rapport de Monsieur Siroux est essentiellement concentré sur les problèmes méthodologiques des monuments du plateau iranien tandis que Monsieur Galdieri, après avoir noté que l'élaboration des technologies de conservation demandera encore un temps assez long, a souligné l'importance d'une étude employant toute la gamme des techniques disponibles, y inclure la photogrammétrie.

Monsieur Faccena, après avoir résumé la doctrine qui doit guider la conservation et la restauration de tout monument, en tire les conséquences applicables aux structures en brique crue.

Les parties techniques de son rapport, et de celui de Monsieur Stronach, sont résumées au paragraphe suivant.

Monsieur Bornheim Schilling a parlé de constructions en brique crue situées dans un environnement bien différent de la région iranienne : il a illustré les restes des structures d'un château du 6ème - 5ème siècle av. J.C., découvertes auprès du Danube dans le sud de l'Allemagne et les maçonneries plus récentes mises à jour à Trèves.

Les techniques d'emploi de la brique crue dans des édifices contemporains dans les Etats Unis d'Amérique, ont été illustrées par Monsieur McHenry qui a discuté aussi la technologie de conservation (cfr. au paragraphe suivant).

Le rapport présenté par Monsieur Gullini, à côté des problèmes technologiques qui seront repris au paragraphe suivant, propose aussi une impostation méthodologique qui se rallie aux idées exprimées par la majorité des participants qu'il convient ici de résumer en conclusion de la discussion générale.

L'étude des structures en brique crue, tant du point de vue historique que technique, doit être poussée d'une façon systématique en incluant aussi les régions culturelles dans lesquelles la prépondérance monumentale des structures en pierre ou en béton semble avoir relégué ce type de maçonnerie dans une position secondaire.

En réalité, ces documents, présumés «mineurs», constituent le tissu connectif de la pensée architectonique et sont, en conséquence, un document primaire de toute civilisation.

L'étude et la documentation des diverses techniques et conceptions structurelles apparentées seulement par le matériau de base, c'est-à-dire l'argile, constitue la prémice indispensable pour la création d'une méthodologie flexible, capable de s'adapter aux nécessités variables des cas individuels.

V - Rapports techniques. Causes d'altération et méthodes de conservation :

Monsieur Faccena fournit une description des techniques de restauration développées par la Mission Archéologique Italienne de l'IsMEO qui emploie des briques crues modernes dans les travaux nécessaires pour consolider les structures, tandis que les parois verticales sont protégées par l'application d'un enduit de type traditionnel, le «Kah-gel» à base d'argile, sable et fibre organique. Monsieur Faccena souligne aussi l'importance de l'entretien des structures consolidées. Dans le cas de structures délicates ou complexes, s'impose la construction d'une couverture totale qui seule peut fournir une protection suffisante.

Monsieur Stronach analyse les caractéristiques structurelles des constructions en brique crue qu'il a étudiées en Iran et mentionne les techniques d'entretien développées par les archéologues dans plusieurs localités par l'application d'enduits et de «capping» de types divers (mais toujours à base d'argile) et par la réalisation de systèmes d'écoulement pour les eaux de pluie.

Il décrit un essai de protection des murs en brique crue par l'application d'une résine époxy par pulvérisation ou sous forme d'une pâte à badigeonner sur les surfaces.

Le résultat de ces traitements a été la formation d'une couche dure (0,5 cm d'épaisseur) qui a montré une bonne résistance pendant deux ans. Monsieur Stronach craint quand même les effets à longue échéance de la différence de coefficient de dilatation entre la résine et le matériau du mur.

A Tappeh Nuš-e Jān, le «capping» a été réalisé par l'équipe de Monsieur Stronach avec des mâts de joncs sur lesquels on a appliqué une toile de sac imprégnée de bitume.

Des toitures provisoires très simples aident aussi à la protection.

Monsieur Munnikendam après avoir résumé les causes d'altération remarque que l'extrême variété des structures ne permet pas d'envisager des systèmes de protection valables en tous cas.

Des solutions spécifiques devraient être trouvées, au contraire, pour chaque monument.

Un traitement chimique de renfort paraît applicable seulement au cas de restes archéologiques de faible hauteur immédiatement après leur découverte. Aussi, dans ce cas, le traitement peut être utile seulement à condition qu'un «capping» résistant à l'eau et un bon drainage protègent les murs de l'action directe de la pluie.

Le danger des traitements de durcissement en général est la formation d'une croûte au-delà de laquelle l'eau peut pénétrer et causer le détachement de la partie de mur renforcée. On préfère d'ailleurs que cette couche imprégnée soit mince en raison de son faible ancrage au matériau non traité. On pourrait penser d'améliorer l'ancrage de la couche par des pénétrations localisées de liquide qui produit le durcissement.

Après avoir examiné les autres matériaux proposés pour le traitement de surface des briques crues, Monsieur Munnikendam déclare que les résultats intéressants ont été obtenus avec un composé époxy à basse viscosité dilué avec silicate d'éthyle. Ce dernier probablement ne limite pas son rôle à celui de diluent, mais, réagit avec l'argile en améliorant le produit final.

Ce produit pourrait être aussi employé comme liant pour la fabrication du «capping» et des couches d'isolation contre l'humidité ascendante.

Monsieur Gullini présente les résultats obtenus par une équipe de travail, comprenant, entre autres, Monsieur Chiari et Monsieur Torraca, qui s'est occupée de l'altération et la conservation des structures en brique crue de quelques monuments en Iraq. A ce travail ont participé aussi le General Directorate of Antiquities de l'Iraq et l'Institut Royal du Patrimoine Artistique de Bruxelles.

L'eau de pluie doit être considérée comme le facteur le plus important d'altération ; elle agit par impact direct sur les murs ou par ruissellement sur les surfaces verticales et horizontales (parois, terrasses) ou, enfin, par accumulation à la base des structures dans les cas de drainage insuffisant.

Les autres actions de l'ambiance sur les structures (choc thermique, condensation, migration de sels solubles, animaux, racines) se développent avec une vitesse inférieure d'un ordre de grandeur.

Pour tous les types de structures le problème du contrôle de l'eau de pluie est ainsi prioritaire. Cela inclut la protection des surfaces horizontales qui n'ont pas de couverture par un «capping» résistant à l'eau, le contrôle de l'écoulement de l'eau par canaux et gouttières et l'établissement d'un système de drainage du sol adapté aux pointes maximales de la précipitation.

Pour le «capping» et les réparations des structures un matériau à base d'argile, sable et paille, avec l'addition de 10 % de ciment, s'est avéré satisfaisant soit du point de vue du coût que de celui de la résistance à l'eau.

Un traitement des surfaces des parois verticales peut être conçu à condition que le contrôle des eaux de pluie soit complet.

Ce traitement permet d'éviter l'application d'un enduit moderne qui cacherait la structure originale.

L'équipe de travail a porté son attention sur le silicate d'éthyle qui a montré des propriétés favorables tant au laboratoire que sur le terrain.

Ces techniques de conservation ont été appliquées sur large échelle dans les monuments de Tell'Umar par le Centro Scavi di Torino et ont donné des résultats satisfaisants tant du point de vue esthétique que de celui de la résistance aux intempéries dans les premiers deux ans.

La survie des structures ainsi restaurées demande quand même l'application de mesures d'entretien pour réparer les dégâts qui peuvent se manifester avant qu'ils puissent entraîner de ruineuses conséquences.

Monsieur McHenry compare les techniques de construction en «adobe», appliquées aux Etats Unis, avec celles employées en Iran, aussi bien à l'époque actuelle que dans le passé.

La brique crue constitue un matériau de construction doué de caractéristiques favorables à condition qu'il soit employé d'une façon correcte.

Monsieur McHenry a examiné les procès de détérioration attribuables essentiellement à l'eau de pluie en concordant avec l'analyse de Monsieur Gullini. Les systèmes de conservation doivent viser au contrôle de l'eau de pluie (capping, gouttières, drainage) tandis qu'il ne faut pas attendre des résultats utiles de l'application de surface sur les parois verticales.

En Amérique, on applique souvent un enduit à base de ciment aux murs en «adobe» pour les protéger de l'action directe de la pluie. Monsieur McHenry est assez favorable à son emploi même s'il considère que cela pose des problèmes sérieux du point de vue esthétique.

VI - Conclusions - Problèmes technologiques

1) Causes d'altération

On peut dégager des rapports et des discussions un accord substantiel des interventions sur les causes d'altération.

Les effets prédominants de l'eau de pluie ont été soulignés par plusieurs participants.

A proximité de la base des murs, des effets constructifs dus au rebondissement de l'eau de pluie (McHenry) ou aux sels solubles (Munnikendam) peuvent causer des destructions

rapides avec effets catastrophiques.

Le ruissellement des eaux dans les cas de pluies torrentielles entraîne la destruction de toutes les structures en brique crue directement atteintes.

Les variations de température et d'humidité dans l'atmosphère causent une modification de surface qui entraîne un changement d'aspect et des pertes de matériau, mais en général, leur importance doit se placer à un niveau inférieur.

2) Méthodes de conservation

a) Structures mises à jour dans les fouilles archéologiques.

Les opérations de conservation doivent commencer pratiquement avec les fouilles en raison de vitesse des altérations.

La couverture totale peut être requise pour des structures délicates ou compliquées qu'il est trop difficile de protéger autrement contre la pluie (Faccena).

Le ré-ensevelissement de toute structure qui ne présente pas une importance scientifique ou touristique doit être aussi considéré.

La protection sans toiture est quand même possible mais assez coûteuse. Elle entraîne l'application d'un «capping» sur les surfaces horizontales, le contrôle de l'écoulement des eaux par canaux et gouttières et, enfin, la création d'un système de drainage absolument sûr (Gullini, McHenry).

Ces oeuvres doivent être périodiquement inspectées et entretenues au fin de réparer à la moindre défaillance avant qu'elle puisse entraîner des conséquences désastreuses (Gullini).

Les structures doivent être complétées jusqu'à leur restituer un degré de compacité suffisante à faire face à l'agression de la pluie sans laisser de voies d'attaque

ouvertes.

On se déclare en général pour l'emploi de matériaux semblables aux originaux pour l'exécution des travaux de réparation et de «capping» avec l'addition de matériaux qui puissent augmenter la résistance à l'eau. L'addition du ciment paraît la plus économique et ne change pas excessivement l'aspect des ouvrages.

Pour la protection des surfaces verticales, les opinions paraissent assez divisées. La technique traditionnelle consiste dans l'application d'un enduit à base d'argile, avec ou sans renforcement de fibres végétales.

Cette technique est appliquée dans la conservation de plusieurs structures archéologiques en Iran (Faccena, Stronach, Varjavand).

Aux Etats Unis, on emploie un enduit de ciment (McHenry) qui résiste pour un temps plus long mais au-dessous duquel, quelques fois, la structure originale est détruite par des pénétrations d'eau sans que l'on puisse s'en apercevoir depuis l'extérieur.

La possibilité de traiter la surface originale, afin de la laisser visible, a été discutée par trois des spécialistes intervenus.

Munnikendam a essayé l'emploi de résines epoxy à faible viscosité diluées avec silicate d'éthyle tandis que Stronach a exécuté un traitement avec des résines epoxy de type normal, pulvérisées ou badigeonnées sur les surfaces.

Gullini et son équipe fait recours à la réaction d'hydrolyse du silicate d'éthyle catalysée par les acides en espérant obtenir une couche superficielle avec coefficient de dilatation non excessivement différent de celui du matériau originaire.

Le résultat d'un traitement de surface dépend de la possibilité d'éviter l'accès de l'eau à l'interface qui sépare la zone traitée de celle non traitée.

Il s'agit pourtant d'exécuter tout un ensemble de travaux visant à protéger les murs contre l'entrée de l'eau dans leur structure interne : «capping» pour couvrir les bords supérieurs, bouchage des fractures, rattachement des croûtes qui menacent de se détacher.

Ces travaux évidemment ne peuvent jamais être considérés comme définitifs mais demandent l'établissement d'un système d'entretien.

b) Bâtiments complets encore employés.
Structures monumentales en ruine.

La survie de ces bâtiments a été toujours liée à une routine d'entretien ; les points critiques pour la protection des bâtiments sont les couvertures, les enduits et les systèmes de canalisation et drainage de l'eau.

Le rejaillissement de l'eau de pluie du terrain doit être aussi contrôlé. La ré-application périodique des enduits à base d'argile ici s'impose, mais, on pourrait étudier la façon de prolonger leur vie sans modification excessive de leur aspect.

En vue de l'existence de couvertures et d'enduits, le problème de l'application du «capping» et du traitement des surfaces verticales ne paraît pas se poser dans le cas de bâtiments encore en fonction. Il paraît bien plus difficile de résoudre le problème des structures monumentales partiellement ou totalement en ruine.

Il est évident qu'il s'agit de recréer une défense de la structure contre la pluie. Cela peut être obtenu par un emploi extensif du «capping», des systèmes de canalisation et drainage.

Il est très probable d'ailleurs que les mesures de protection comportent des problèmes esthétiques considérables, en vue des altérations qu'il faut introduire dans l'aspect du monument pour garantir l'écoulement sans danger de l'eau de pluie.

Du point de vue du respect de la structure originale, le traitement de surfaces verticales serait préférable à la couverture par un enduit qui devrait être renouvelé périodiquement.

La couverture par un enduit de ciment ou par des briques cuites cache totalement les restes originaux et rentre plutôt dans le domaine des interprétations et reconstructions (plus ou moins arbitraires) que dans celui de la conservation des restes originaux de monuments du passé.

En principe, les matériaux ajoutés ne devraient trop différer de l'original ; l'emploi de matériaux beaucoup plus résistants aux contraintes mécaniques et à l'eau comporte la probabilité très haute de la décharge des actions destructives (tant mécaniques que chimico-physiques) sur le matériau original plus faible, qui est détruit de préférence, souvent avec une vitesse accélérée après les interventions de restauration.

G. GULLINI

G. TORRACA