

RESTAURATION DES SITES HISTORIQUES

CAS DU SITE DE BORJ MOUSSA BEJAIA

Hocine Bendadouche : Maître assistant Institut d'hydraulique Université de Bejaia Consultant en géotechnique.

Rachid Abdenouri : Attaché de conservation Musée Borj Moussa Bejaia

Khellaf Righi : Attaché de conservation Musée Borj Moussa Bejaia

1. Introduction

La restauration est une étape importante dans l'écriture de notre histoire, un peuple sans histoire est un peuple sans mémoire. la restauration reste une science pluridisciplinaire. Un ensemble de données comme la reconstitution de l'oeuvre, l'ampleur des dégâts, l'analyse des matériaux, l'interaction avec le nouveau matériau, son comportement dans le temps sont nécessaire avant tous travaux.

2. Le site de Béjaia

La ville de Bejaia est constituée en grande partie de l'embouchure de la vallée de la Sommam qui s'étend d'Ouest en Est avant d'aboutir sur le golfe de Bougie. Elle est limitée au Nord par le flan sud de Gouraya et sur le flanc nord par le djebel Sidi Bou Braham [4]

3. Historique de la ville

Les époques les plus saillantes de cette ville historique furent la transformation de Bejaia en capitale par les Benni Hammad, l'occupation de cette ville par les espagnols (1510-1955), la présence turque jusqu'à 1830 ensuite c'est la domination de la région par les Français.

En l'an 460 (1067-68) écrit Ibn Khaldoun: En-Nacer fonda une ville à laquelle il donna le nom de En-Nacéria mais tout le monde l'appelle Begaia. La renommée de Bejaia attira de partout des savants, des commerçants, des poètes, des artistes, des marins donnant ainsi à la ville l'aspect d'une ville prospère et le siège d'une puissante dynastie. La ville prit alors une ampleur considérable.

4. Le choix du site

L'emplacement des Bordjs est justifié par un choix d'abord stratégique donc militaire. Ce sont des points d'observations et de replis en cas d'attaques. Ils sont situés naturellement situés sur les sommets des collines. Ces bordjs dominent la ville et permettent l'observation de tout mouvement autour d'eux.

5. Cas du Borj Moussa

Fort espagnol datant de la première moitié du XVI siècle, occupé par les Turcs à partir de 1855. De 1833 à 1962, le fort est

transformé en caserne militaire française sous le nom Fort Barral en musée régional à partir de 1987.

Monument historique classé, en dépit d'une restauration partielle, connaît une dégradation progressive.

MUSEE DE BORJ MOUSSA [6]



6. Le diagnostic

Les principales dégradations recensées sur les remparts sont :
- effritement et dégradations des murs extérieurs et infiltration d'eau de pluie

- accumulation permanente d'eau de pluie dans les sous-sols
- enracinement d'arbustes sur les remparts du fort, créant ainsi des fissures dans le mur, et facilitant ainsi la circulation de l'eau travers le mur. On sait que l'action de l'eau de pluie est très nocive. Elle se traduit par une altération progressive des matériaux et une décomposition chimique du liant. La photo jointe ci-dessus montre une multitude d'arbustes enracinés sur les corniches en pierre adoucie, cette pente faible facilite l'implantation des arbustes.

- Dégradation des soubassements non renforcés par un revêtement en pierre.

7. L'humidité, ses origines et remèdes

Le principal agent destructeur est l'eau qui véhicule divers sels solubles (nitrates, sulfates ou chlorures, les vapeurs acides et su

rejetées dans l'atmosphère par les foyers) Certaines organismes vivants tels lichens, mousses etc..contribuent à la détérioration des murs sans oublier les phénomènes de retrait et dilatation qui facilitent la pénétration de l'humidité [1].

On peut distinguer :

- l'humidité ascensionnelle
- l'humidité provenant des infiltrations
- l'humidité d'origine accidentelle.

7.1. L'humidité ascensionnelle

C'est une eau venant du sol en provenance des eaux souterraines, des fuites de canalisations, des eaux de ruissellement.

L'eau pompe l'eau du sol, eau chargée de sels solubles enlevés au terrain traversés. L'eau s'évapore sur les parties les plus ventilées des murs, y déposant ses sels sous formes traînées blanchâtres (les efflorescences) ou de véritables cristaux sur le parement des matériaux pouvant amener l'écaillage du parement, sa dégradation lorsque la cristallisation foisonne au sein de la brique pleine (cryptoflorescence).

Remèdes

Le remède consiste à implanter une barrière physique étanche. Cette technique n'est pas utilisable dans notre cas, néanmoins, on peut introduire sous pression dans la maçonnerie un hydrofuge pour colmater les capillaires. Une autre technique consiste à utiliser un dallage périphérique et protéger les murs en récupérant les eaux d'infiltrations dans une tranchée drainante.

7.2. L'humidité d'origine accidentelle

Elle provient des infiltrations lors des précipitations (pluie, neige). On peut distinguer :

- Les infiltrations suite à un rejaillissement
- Les infiltrations directes de la pluie

Ce sont les façades exposées au vent dominant qui sont les plus concernées. Et en particulier les constructions bâties en bord de mer. Les pluies battantes parviennent à pénétrer dans les pores et fissures du mur et en particulier à travers les joints, point faible de toute la maçonnerie. En s'évaporant l'eau entraîne vers le parement les sels éventuels contenus dans le matériau ou le mortier créant ainsi les mêmes désordres.

Remèdes

- Les infiltrations suite à un rejaillissement

Le jaillissement engendre une érosion progressive du pied. Pour protéger le soubassement, il convient de le renforcer avec un parement en pierre ou mieux appliquer un enduit en mortier de chaux sur 30 à 40 cm. Il faut éviter à tout prix les enduits asphyxiants comme l'enduit en mortier de ciment. La respiration doit pouvoir se faire par l'extérieur et assurer ainsi l'équilibre hygroscopique des ouvrages. Il faut éviter d'emprisonner l'eau à l'intérieur du mur qui un jour ou l'autre ressortira en causant plus de dégâts (plus haut ou à travers le revêtement).

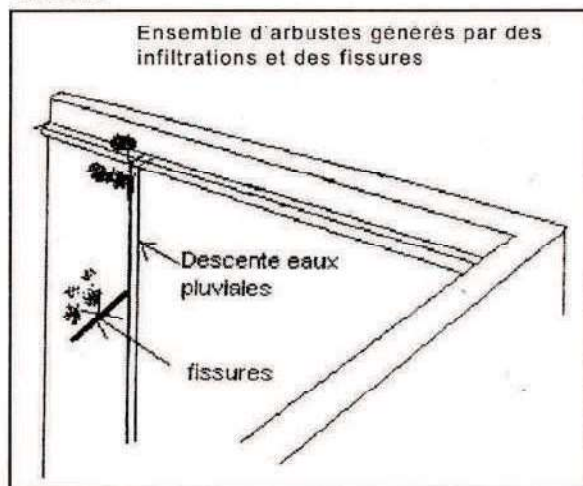
Il faut savoir que la présence d'humidité dans la maçonnerie des constructions anciennes est naturelle. C'est l'excès d'humidité qu'il faut combattre. On favorisera l'abaissement du taux d'humidité de l'air en ventilant convenablement les locaux.

Les infiltrations directes de la pluie

L'intervention consiste à supprimer la source d'humidité. Cette humidité peut provenir de diverses parties de l'immeuble, on citera :

- les canalisations (alimentation, évacuation, chauffage)

- les fuites d'égouts
- la toiture



8. Danger de la végétation

L'enracinement d'arbustes sur les remparts du fort, crée de fissures de plus en plus grandes dans le mur à mesure que l'arbuscule se développe, facilitant ainsi la circulation de l'eau à travers le mur.

Le développement de la végétation est aussi susceptible de retenir l'eau de pluie facilitant ainsi l'infiltration des eaux.

On peut se demander comment ces arbustes ont été plantés par qui? Les grains peuvent être véhiculés par des oiseaux et l'eau de pluie ayant fait le reste. C'est peut être la réponse à cette question. En outre, le reste des oiseaux est un produit acide susceptible de dégrader la maçonnerie.

Remèdes

A défaut d'extraire les racines, entreprise très délicate quand s'agit d'arbres incrustés dans une paroi verticale.

Plusieurs solutions sont à envisager, on citera :

-Par l'utilisation de produits herbicide puissants comme Lexone75

-Par l'injection dans le corps de la souche d'un acide (Vitriol... ou du mazout. On perce un trou dans la souche puis on y verse environ un demi litre d'acide ou mazout, en absorbant ces produits l'arbre dépérit.

9. Traitement des efflorescences

Le traitement des efflorescences varie selon leur nature :

Celles dues aux carbonates (Apparition de taches blanchâtres inesthétiques) en badigeonnant le parement d'acide après brossage sec. La chaux se transforme en carbonate insoluble au contact du gaz carbonique de l'air.

- Celles dues aux sulfates alcalins, sels très solubles tel que le sulfate de sodium ($\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) disparaissent souvent d'eux-mêmes par les pluies successives sinon par un brossage à sec et lavage à l'eau froide.

Les sulfates ont des propriétés expansives notamment les plus solubles. Ils désagrègent le matériau par gonflement.

- Celles dues aux sulfates alcalino-terreux tel que le sulfate de chaux ou gypse ($\text{SO}_4 \cdot \text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) nécessitent après un brossage à sec une pulvérisation de solution de savon de soude à 1%.

Les pyrites de l'argile cuite sont susceptibles de réagir sur le gaz sulfureux provenant du charbon pour former des sulfates [2].

10. Restauration de la maçonnerie

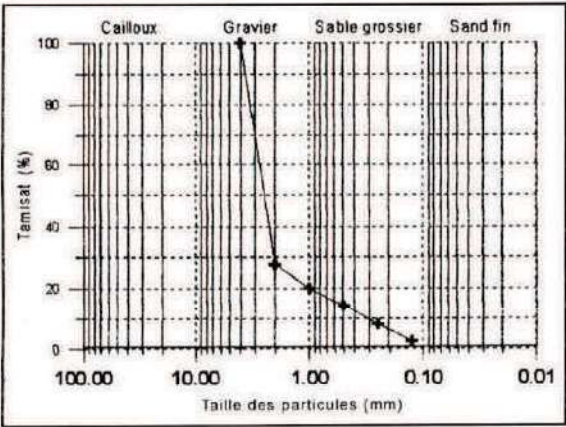
Par une restauration bien adaptée et compatible avec le matériau d'origine. Elle peut se traduire par :

- remise en état des joints au mortier de chaux
- remise en place des briques: les briques anciennes disponibles sont nécessaires pour unifier l'aspect extérieur. Souvent des matériaux anciens ont été récupérés par des particuliers pour construire leur bâtisse.
- Réparation des fissures qui sont engendrées soit par des mouvements différentiels dus à des tassements soit par des variations thermiques. Les fissures peuvent être traitées au coulis de ciment recouvert d'un mortier de chaux après brossage à sec et soufflage.

11. Synthèse du mortier de chaux

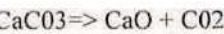
- Historique

La chaux éteinte est l'un des premiers liants utilisée de par le monde. Il est fabriqué par cuisson des matériaux calcaires. Beaucoup de civilisation ont utilisé la chaux (Incas, N-layas, Chinois, Mongoles, Romains et Egyptiens). Il fut utilisé en mélangeant 2 volumes de chaux éteinte et 3.5 volumes de sables. Le sable utilisé est un sable grossier comme le montre la courbe granulométrique suivante obtenue à partir du mortier datant du 15eme siècle.

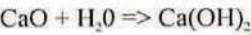


- Fabrication

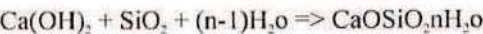
Quand on chauffe fortement du calcaire broyé (800°), il se dégage du gaz carbonique. Il reste, à la place du calcaire une substance grisâtre qui irrite la peau : c'est de la chaux vive. On peut écrire :



Si on verse de l'eau sur la chaux vive, elle gonfle, c'est la chaux éteinte. En mélangeant la chaux et de l'eau, on reconstitue le calcaire.



La silice de sable réagit avec la chaux selon la réaction :



Il se forme ainsi, un silicate hydraté de calcium CSH, substance non soluble dans l'eau. Les études faites sur la brique silico-calcaire montre qu'à 11% la réaction chaux-silice est complète [5]. La fonction de la chaux consiste à obtenir des phasés de calcium hydraté reliant les grains du granulat pour former un monolithe solide.

La chaux est très peu fragile et possède une bon déformabilité. Le complexe brique + mortier de haux a montré s preuves en conservant son intégrité durant des siècles.

La brique utilisée a changé de forme mais sa fabricati demeure inchangée. Elle présente des caractéristiques mécaniqu appréciables.

12. Conclusion

Le domaine culturel commence progressivement à occuper place qui lui revient de droit, après des années de léthargie. Tot action de restauration nécessite des fonds. Un besoin énorme (exprimé pour faire revivre notre passé, notre culture, n traditions. Des actions de sensibilisation sont déjà entrepris souhaitons à ces actions pleines succès. Enfin, nous espérons avoir contribué en publiant cet article qui n'est qu'une ébauc pour une recherche future.

Le principal agent destructeur est l'eau qui véhicule divers s solubles. Certaines organismes vivants tels lichens, mouss etc..contribuent à la détérioration des murs sans oublier l phénomènes de retrait et dilatation qui facilitent la pénétration l'humidité. D est urgent d'entamer une restauration bien adaptée compatible avec le matériau d'origine. Cette dernière peut traduire par :

- remise en état des joints au mortier de chaux
- remise en place des briques
- renforcement du soubassement
- déracinement des arbustes
- Suppression de toutes infiltrations

13. Bibliographie

[1] ANAH (1975). "Réhabiliter et entretenir un immeul ancien point par point. 2 éditions. Le Moniteur.

[2] EMILE OLIVIER (1990). Les Maçonneries".Siér édition revue, Tome II, Lavoisier TEC-DOC.

[3] F. GHONLIRI 1999. « Restauration des monuments pisé ». Revue Algérie équipement. Avril 2000.

[4] H. BENDADOUCHE, S. LAZIZI. (1999). "Le bâti et sol". Séminaire sur l'urbanisme à Bejaia"

[5] H. KHELAFFI, A. MOKHTARI, L. KARA (197: "Etude expérimentale sur les propriétés de la brique silic calcaire.

[6] NIUSEE BORDJ MOUSSA (2000). Documents.

[7] M. VENLAT. MONITEUR(2000). Documents.