

Nom et Prénom : CHAHID NOUR EDDINE

Date de soutenance : 16/07/2022

Directeur de Thèse : CHAKIRI SAID

Sujet de Thèse :

Proposition et caractérisation d'une pierre de substitution pour la restauration du site archéologique de Lixus (Larache, Maroc)

Abstract :

The town of Lixus is the most important archaeological site on the Moroccan Atlantic coast. It is essentially built, from at least 12 centuries BC, by rocks of sedimentary origin. A preliminary diagnosis allowed us to identify the main factors of the physico-chemical degradation observed on the buildings of the monument. The interest of the conservation of this archaeological richness requires an intervention of safeguard which will go beyond the operation of protection of its perimeter to another desired action of development of its tourist and cultural purposes.

The objective of this work mainly concerns a comparative study of the petro-physical characteristics of the sandstones sampled at various levels of the geological formation located to the northwest of the Lixus site, as a substitute stone which will be used for any eventual rehabilitation operation.

On the basis of the definition of the main causes of pathologies observed at the level of the site, the realization of these categories of action are first carried out by an experimental simulation of accelerated aging by "imbibition-drying" cycling. Then the call for petrographic analyzes where the thin sections revealed the mineralogical composition, the proportion of the figured elements and the nature of the bonding phase of the rocks tested; then the chemical characterization carried out analyzes by XRF fluorescence (X-Ray Fluorescence) and the quantification of the carbonated fraction by calcimetry. Also and with the help of geotechnical tests, in particular the determination of the porosity, the density and the hydric density as well as the uniaxial compressive strength (RC) and the rebound index (hardness by sclerometer), The confrontation of all the results obtained reveal a valid estimate of the potential for durability and compatibility in the sense of homogeneity with the material to be replaced, in view of their significant mineralogical composition in terms of sufficient quantity of silica and calcite. The tests used allowed the refinement of the discriminating mechanical parameters, they highlighted the relationships between the mechanical resistance and the physical properties of this replacement stone, particularly the high mechanical resistance (50.1 MP - 74.9 MPa), the absolute density values (2.54-2.68) and the rebound index (30-34) significant, which evolve inversely proportional to the low porosity values (1.7-2.20). However, all these recorded results have qualified this rock as a resistant lithology according to the classification adopted by the International Society of Rock Mechanics (ISRM), recommended for any possible renovation of Lixus.

Keywords : Degradation, accelerated aging test, stone substitution characterization, restoration, Lixus

Résumé:

La ville de Lixus est le plus important site archéologique du littoral atlantique marocain. Il est essentiellement construit, d'au moins 12 siècles av JC, par des roches d'origine sédimentaire. Un diagnostic préliminaire nous a permis de cerner les principaux facteurs de la dégradation physico-chimique observée sur les édifices du monument. L'intérêt de la conservation de cette richesse archéologique nécessite une intervention de sauvegarde qui dépassera l'opération de protection de son périmètre à une autre action souhaitée de mise en valeur de ses fins touristiques et culturelles.

L'objectif de ce travail porte principalement sur une étude comparative des caractéristiques pétro-physiques, des grès prélevés à divers niveaux de la formation géologique localisée au Nord-Ouest du site de Lixus, comme pierre de substitution qui servira à toute éventuelle opération de réhabilitation. A la base de la définition des principales causes de pathologies observées au niveau du site, la réalisation de ces catégories d'action sont d'abord effectuées par une simulation expérimentale de vieillissement accéléré par cyclage "imbibition-séchage".

Ensuite l'appel à des analyses pétrographique où les lames minces ont révélé la composition minéralogique, la proportion des éléments figurés et la nature de la phase de liaison des roches testées ; puis la caractérisation chimique effectuées par

des analyses par fluorescence XRF (X-Ray Fluorescence) et la quantification de la fraction carbonatée par calcimétrie. Aussi et à l'aide des essais géotechniques, notamment la détermination de la porosité, la masse volumique et la densité hydrique ainsi que la résistance à la compression uniaxial (RC) et l'indice de rebondissement (dureté par scléromètre).

La confrontation de l'ensemble des résultats obtenus révèle une estimation valide du potentiel de durabilité et de compatibilité dans le sens d'homogénéité avec le matériau à remplacer, en vue de leur composition minéralogique significative en termes de quantité suffisante en silice et en calcite. Les tests utilisés ont permis l'affinement des paramètres mécanique discriminants, ils ont mis en évidence des relations entre la résistance mécanique et les propriétés physiques de cette pierre de remplacement particulièrement la forte résistance mécanique (50,1 MP - 74,9 MPa), les valeurs de densité absolue (2.54-2.68) et l'indice de rebondissement (30-34) significatifs, qui évoluent inversement proportionnelle aux faibles valeurs de porosité (1.7-2.20). Cependant, tous ces résultats enregistrés ont permis de qualifier cette roche, comme une lithologie résistante selon la classification adoptée par la Société Internationale de Mécanique des Roches (I.S.R.M.), recommandé à toute éventuelle rénovation de Lixus.

Mots clés : Lixus, dégradation, vieillissement accéléré, caractérisation, pierre de substitution, proposition, restauration.