

# Etude de la dégradation des mosaïques romaines de Volubilis (Maroc)

Abdelilah Dekayir\*

*Roman mosaics in Volubilis are opus tessellatum type. They show different deterioration features represented by the lacunae formation (lack of tesserae) and break down of mosaic pavements by fracturing. The deterioration of the tessellatum and the formation of cracks are related to the swelling of soil supporting these mosaics. Furthermore, the tessellatum is also damaged by chemical dissolution of the fine grained-mortar between (lime and quartz fine grain) and under tesserae, giving an important porosity and making the tessellatum very easy to collapse. A part from limestone tesserae, which show formation of vesicles by chemical dissolution, other ones such as marble and glass tesserae appear to be resistant to the weathering action.*

*Volubilis'deki Roma mozaikleri opus tessellatum tipindedir. Bu mozaikler, Lacunae düzeninde (tesserae eksikliği) belirtilenden farklı bir bozulma özelliği göstermekte olup mozaik döşemeleri çatlaklarla ve kırılmalarla bozulur. Tessellatum'un bozulması ve çatlakların düzeni mozaiği taşıyan topraktaki kabarmalarla ilişkilidir. Ayrıca, döşeme tesserae aralarında ve altında bulunan ve onlara önemli derecede gözeneklilik veren ve tessellatumun kolayca çökmesine sebep olan ince taneli harçtaki (ince taneli kireç ve kuvars) kimyasal bozulmalar nedeniyle de zarar görebilir. Kimyasal çözünmeden dolayı kabarcık oluşumu gösteren kireçtaşı tesseraanın dışında, mermer ve cam tesseralar kötü havadan aşınmalara karşı direnç göstermektedir.*

Keywords : Volubilis / Roman mosaics / Degradation / Mineralogy / Tesserae / Soil

## 1. Introduction

Au Maroc, le site archéologique de Volubilis est classé patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1997. Ce site est connu pour ses belles mosaïques qui datent de l'époque romaine (fig.1).

Les mosaïques romaines du pourtour méditerranéen montrent souvent des figures d'altération dues à l'action d'agents météoriques (eau, gel-dégel, thermoclastie) ; de végétaux, d'interventions antérieures et du comportement mécanique du sol (Boschetti *et al.* 2005). A Volubilis, malgré l'exposition très prolongée de ces mosaïques aux différents agents d'altération, quelques unes demeurent bien conservées (Capedri *et al.* 2001 : 7-22, Panetier 2002). Par contre, d'autres mosaïques montrent des figures d'altération représentées par des arrachements localisés de tesselles (mosaïque du Cavalier) ou généralisés, comme dans le cas de la mosaïque de Flavius Germanus. En plus de ces figures d'altération, certaines mosaïques sont traversées par des fractures, les débitant en blocs décimétriques à métriques, difficiles à restaurer et touchant au design artistique de ces mosaïques (ex. mosaïque de la Citerne). Dans les parties humides et non exposées, certaines mosaïques sont colonisées par des lichens.

Le but de ce travail est d'étudier les mécanismes qui sont à l'origine de l'altération de ces mosaïques. Cette étude servira de base pour les travaux de restauration futurs.

## 2. Matériel & méthodes

Le site archéologique de Volubilis est situé près de la ville sainte de Moulay Idriss Zerhoun (30 km au NW de Meknès). Cette région est caractérisée par un climat continental avec une précipitation de 650 mm/an comportant des fluctuations importantes à l'échelle saisonnier et annuel. D'un point de vue géologique, Volubilis est construite sur des dépôts de graviers Plio-Villafranchien et de marnes Miocènes.

\* Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, BP. 11201, Zitoun, Meknes - Maroc.

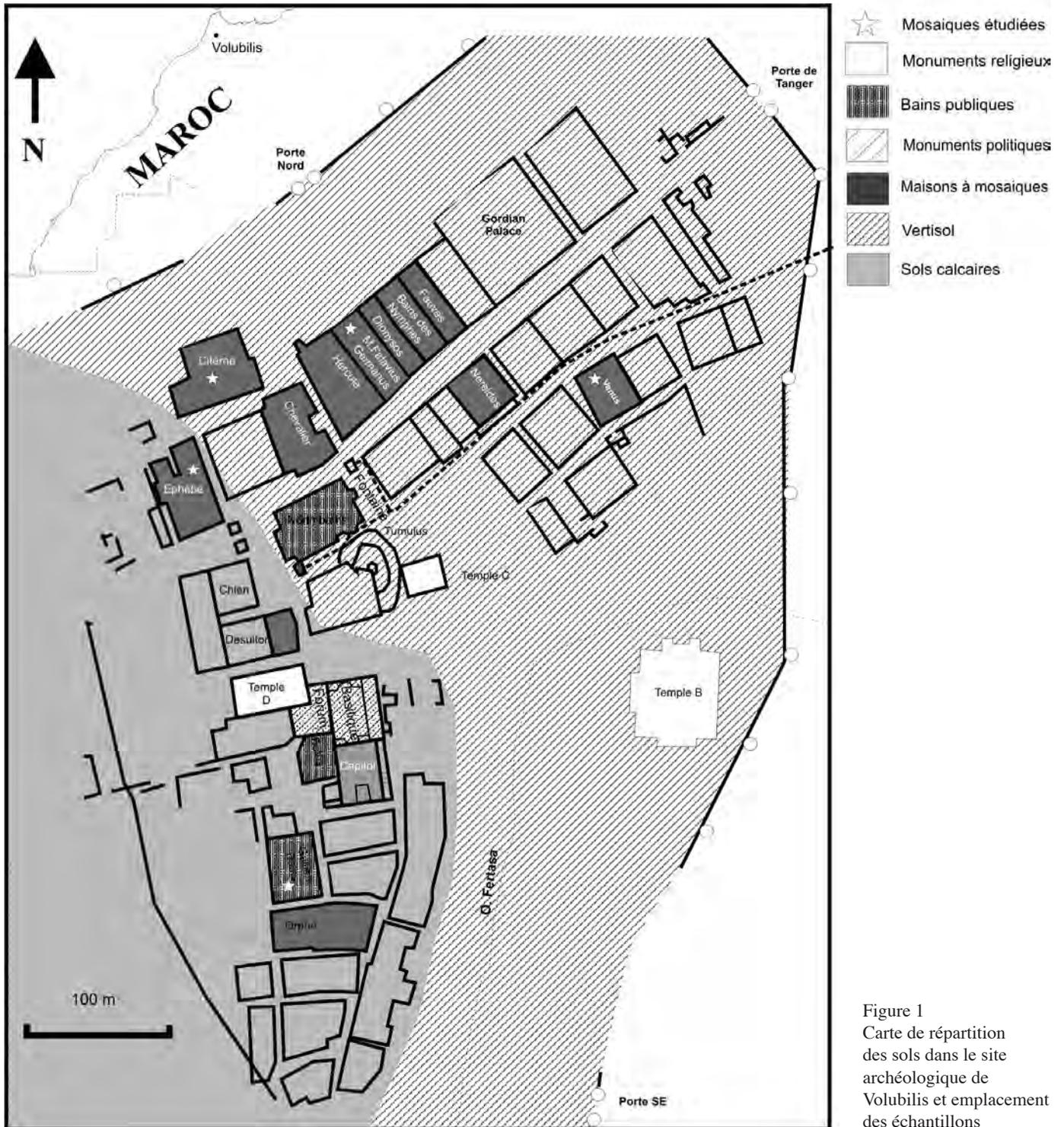


Figure 1  
Carte de répartition des sols dans le site archéologique de Volubilis et emplacement des échantillons

Les mosaïques romaines de Volubilis sont de type opus tessellatum. Elles sont formées de petits cubes, taillés dans des roches ( $2\text{ cm}^3$ ) ou à base de verre ( $\text{mm}^3$ ) de différentes couleurs connus sous le nom de tesselles. Elles montrent des couleurs : noir, marron, rose, rouge brique. Les autres couleurs telles que le bleu, le vert et le jaune sont assurées par des pâtes de verres artificielles (Dekayir A. & Nadiri 2005, Dekayir *et al.* 2004 :1061-1070 , Limane *et al.* 2001, Dominguez-Bella *et al.* 2005).

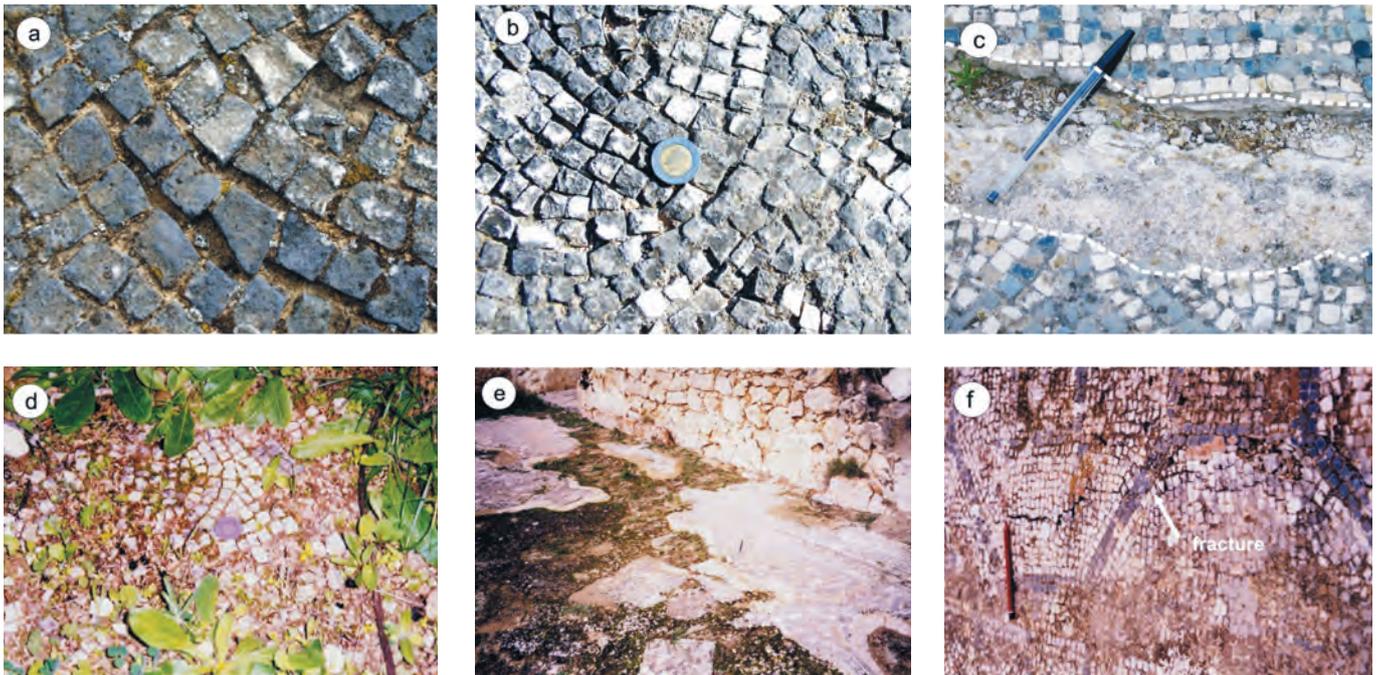


Figure 2

Exemple de figures de dégradation des mosaïques romaines à Volubilis :

- a-b) dissolution du bain de pose entre tesselles ;
- c) formation de lacune avec détérioration du bain de pose;
- d) action de végétaux ;
- e) disparition du tessellatum et exposition du nucleus ;
- f) fissuration

**Diagnostic des mosaïques:** les surfaces de nombreuses mosaïques ont été analysées dans le but d'évaluer l'action de l'altération. Les mosaïques étudiées (Ephèbe, Orphée et thermes de Gallien) (fig. 1) sont construites sur des sols calcaires et ont été détachées et redéposées. En revanche, les mosaïques de Flavius Germanus (FG), la Citerne et Vénus sont construites sur vertisol (sol gonflant) (fig.1). Les figures d'altération relevées sur les mosaïques romaines sont attribuées à l'action de l'eau et à la nature du matériau (exfoliation, érosion, fracturation, décoloration des tesselles, détachement de tesselles, détérioration des mortiers de restauration etc.) (fig. 2).

Au laboratoire, les tesselles ont été préparées et montées sur lames minces et observées au microscope optique. Les fragments de *tessellatum* (pavement et tesselles) ont été observés au microscope électronique à balayage, équipé d'un spectromètre EDX. La caractérisation minéralogique des différents composants des mosaïques a été réalisée par diffraction de rayons X (Philips PW 1729).

### 3. Résultats

#### 3.1. *Détérioration du tessellatum par dissolution chimique*

Le *tessellatum* est composé de tesselles de différentes couleurs (blanc, marron, rose), taillées dans des roches calcaires ainsi que des marbres de couleur blanche et noire. Les autres couleurs ont été apportées par des pâtes de verre artificiel. Observées au MEB, les tesselles à base de calcaire montrent des vides de dissolution. Par contre, celles à base de marbre montrent une bonne résistance aux agents d'altération. Quant aux tesselles à base de verre artificiel, elles montrent une perte de coloration.

*Entre les tesselles* : les tesselles sont cimentées par un mortier à base de chaux et de sable, de granulométrie très fine (Dominguez-Bella *et al.* 2005, Dekayir & Nadiri 2005). Les joints entre tesselles représentent des chemins préférentiels aux solutions d'altération chimique. Localement, ce mortier montre des vides de

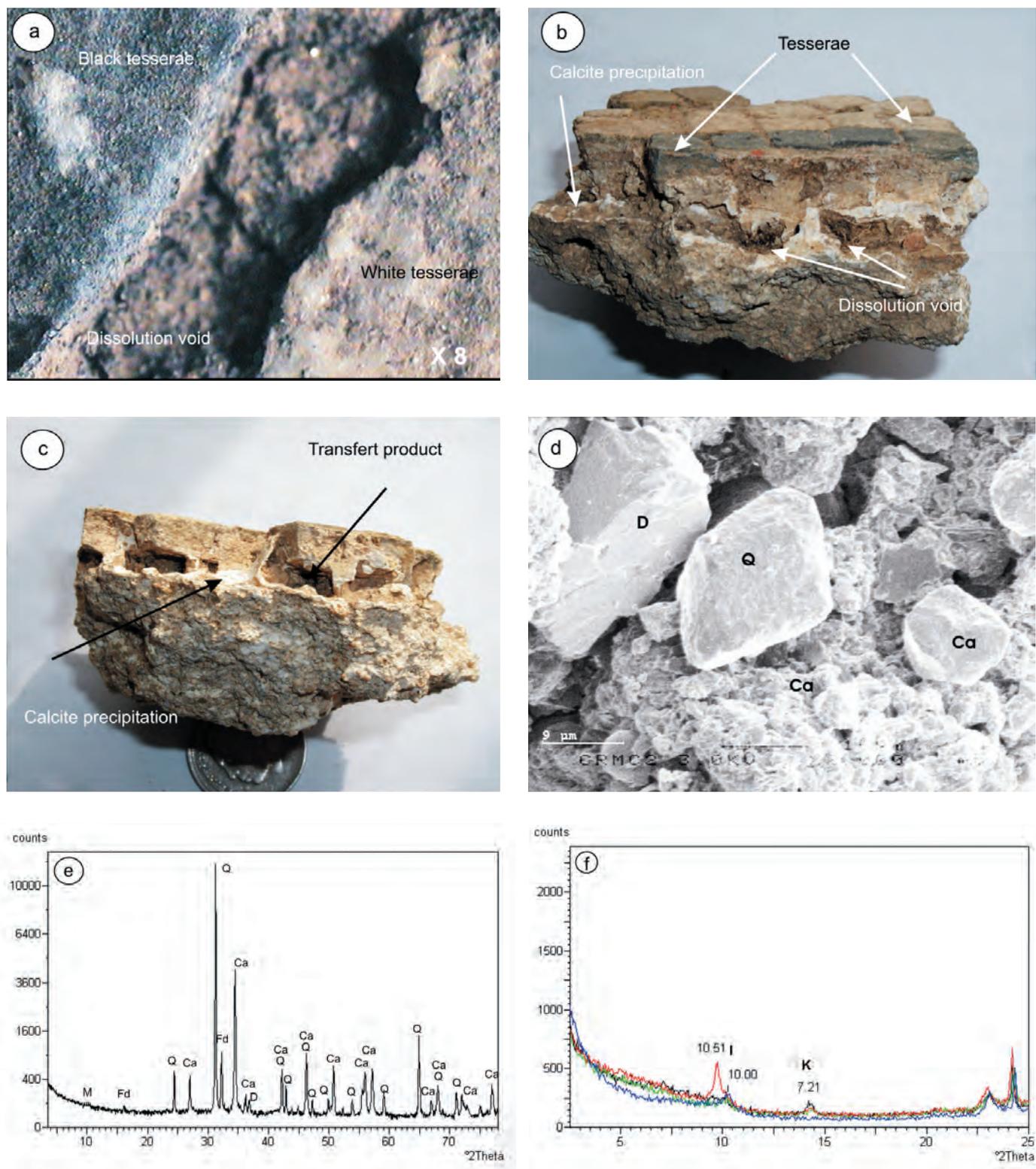


Figure 3

Détérioration du tessellatum de la mosaïque de Flavius Germanus :

a) figures de dissolution du liant fin entre les tesselles ;

b) figures de dissolution du liant fin sous les tesselles et formation des pores (cm) à remplissage argileux ;

c) détails de la couche calcitique ;

d-f) observation MEB et analyses XRD du produit de remplissage des pores

(I-M : illite, K : kaolinite, Q : quartz, Fd : feldspath, D : dolomie, Ca : calcite)

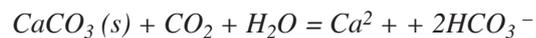
dissolution de différentes tailles, qui fragilisent la structure du mortier et facilite le détachement des tesselles et la formation de lacunes (fig. 2a).

Sous les tesselles : une grande porosité s'ouvre, représentée par des pores de quelques millimètres à 1 centimètre, remplis de produits argileux (fig. 3b, d). Les analyses XRD et les observations réalisées sur ce produit au MEB montrent qu'il est constitué de grains de quartz, de calcite et de dolomite de quelques microns. Les analyses XRD des minéraux argileux montrent la présence de kaolinite et d'illite (fig. 3e, f).

#### 4. Discussion et conclusion

Les mosaïques romaines de Volubilis sont de type *opus tessellatum*. Elles sont formées de la base vers le sommet par i) le *rudus*, ii) le *nucleus* et iii) le *tessellatum* (Dominguez-Bella *et al.* 2005, Dekayir & Nadiri 2005). Généralement, ces mosaïques sont décorées par des tesselles de couleur rose, marron et blanche à base de calcaire oolitique, par des tesselles rouge brique à base de terre cuite et de grès calcaire et à base de marbre noir et onyx. Les tesselles à base de verre ont une couleur bleue, verte et jaune. En effet, la mosaïque romaine représente un système pétrographique très complexe. Les tesselles à base de roches ont été taillées dans des formations calcaires avoisinantes d'âges Aalénien et Bajocien (Capedri *et al.* 2001 : 7-22, Faugères 1978).

Après diagnostic de plusieurs mosaïques, l'action des phénomènes d'altération est traduite par une destruction par dissolution chimique du bain de pose à la base et entre les tesselles, aboutissant à la formation de pores remplis de produit argileux. Ce processus est contrôlé par des réactions chimiques de type dissolution précipitation (Stumm & Morgan 2005). Les solutions d'altération qui s'infiltrent le long des pores existants, provoquent une dissolution et un élargissement de ces pores, comme en témoigne la présence de produits de transfert formé de dolomie, quartz et calcite



En conclusion, les mosaïques romaines de Volubilis sont construites en partie sur des sols calcaires qui jouissent d'une bonne stabilité mécanique. En revanche, celles qui sont construites sur des vertisols (sols gonflants) montrent plus de dégradation (par ex. la mosaïque de Vénus). A l'échelle de la mosaïque, les tesselles résistent mieux à l'altération en fonction de leurs caractéristiques pétrographiques. En revanche, la composition très calcitique du bain de pose le rend très fragile et très exposé à la dissolution chimique aboutissant à la formation de pores et à la destruction du *tessellatum*.

## Bibliographie

- Dominguez-Bella Salvador, Salgado Maria.L. M., Durante Ana.M.  
2005, "Extraction process and archaeometric analysis of the Bacchus Mosaic in the Roman Villa from Barrio Jarana, Cadiz, SW Spain", in : *9<sup>th</sup> ICCM Conference : Lessons Learned : Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*. 354-357, Getty publications, Los Angeles.
- Dekayir Abdelilah & Nadiri Abdelilah  
2005, "Study of the mineralogical and chemical characteristics of materials used in the construction of Roman mosaics in Volubilis, Morocco, with a view of their conservation", in : *9<sup>th</sup> ICCM Conference : Lessons Learned : Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*. 348-353, Getty publications, Los Angeles.
- Dekayir Abdelilah, Amouric Marc, Olives Juan, Parron C, Nadiri Abdelilah, Chergui Abdelkader, El Hajraoui Abdeljalil M.  
2004, "Structure et caractérisation des matériaux utilisés dans la construction d'une mosaïque romaine de la cité de Volubilis (Maroc)", *Comptes Rendus Geosciences* 336 : 1061-1070.
- Boschetti Cristina., Corradi Anna, Fabbri Bruno, Leonelli Cristina, Macchiarola Michele, Ruffini Andrea, Santoro Sara, Veronesi Paolo  
2005, "Archaeometric analysis and weathering effects on Pompeii's Nymphaea mosaics", in : *9<sup>th</sup> ICCM Conference : Lessons Learned : Reflecting on the Theory and Practice of Mosaic Conservation*. 358-388, Getty publications, Los Angeles.
- Capedri Silvio, Venturelli Giampiero, De Maria Sandro, Uguzzoni Maria Pia Mantovani, Pancotti Gabriele  
2001, "Characterization and provenance of stones used in mosaics of *domus dei Coedii* at Roman Suasa (Ancona, Italy)", *Journal of Cultural Heritage* 2 : 7-22.
- Limane H., Rebuffat René, Drocourt Daniel, Rondeau Gérard  
2001, *Volubilis de mosaïque à mosaïque*. Edisud.
- Panetier Jean Luc  
2002, *Volubilis, une cité du Maroc antique*. Edition Malika.
- Faugères Jean Claude  
1978, "Les rides pré-rifaines. Evolution sédimentaire et structurale d'un bassin Atlantico-mésogéen de la marge africaine", Thèse ès sciences, Université de Bordeaux, France.
- Stumm Werner, Morgan James. J.  
2005, *Aquatic chemistry*, Wiley and Sons, New York.