

Minbar Al Jamiaa

Revue de la Présidence de l'Université
Moulay Ismail
Meknès

Directeur

Mohamed Zaher BENABDELLAH

Secrétariat de la rédaction

Houssine MEJDOUL – Nadia HANDAQ

Comité scientifique

Mohamed BENJELOUN – Mohamed BOUIDIDA
Mohamed REFASS – Abdelhamid ZAID – Fouad BENYAICH
Hamid ZINEDDINE – Abdelmajid HAJJI

Secrétariat

Fatima ZDEK – Latifa SASSI – Larbi LAKHNIG

Adresse

Marjane II – B.P. 298 Meknès

Abonnement annuel

Maroc	50 Dh	Tarif enseignant	40 DH
Etranger	80 Dh	Tarif étudiant	20 Dh

Université Moulay Ismail
Meknès, Maroc

Proceeding of International Meeting Of
Mediterranean Architectural Heritage

Actes de la Rencontre Internationale sur
le Patrimoine Architectural Méditerranéen
(RIPAM 2007)

Organisé par la Faculté des Sciences Semlalia
Marrakech, 24 – 26 octobre 2007

Sous la direction de
Pr. Mounsif IBNOUSSINA

Numéro...- 2009

COMITE DE LECTURE

- ALEGRIA J.R.** (Cabinet d'architecture, Albufeira, Portugal)
- BOUTABBA HYNDA** (Université Med Boudiaf, IGTU M'Sila, Algérie)
- DELESTRE XAVIER** (DRAC, Provence-Alpes-Côte d'Azur, France)
- GUERRAOUI F.** (Université Cadi Ayyad, FSSM, Marrakech, Maroc)
- HADDAD M.** (Université My Ismaïl, FSM, Meknès, Maroc)
- IBNOUSSINA M.** (Université Cadi Ayyad, FSSM, Marrakech, Maroc)
- KAMEL S.** (Université My Ismaïl, FSM, Meknès, Maroc)
- NOCAIRI M.** (Université Cadi Ayyad, FSSM, Marrakech, Maroc)
- R'KHA K.**(Université Cadi Ayyad, FSSM, Marrakech, Maroc)
- SADKI D.** (Université My Ismaïl, FSM, Meknès, Maroc)
- SCHEOVERER M.** (CRPAA, Bordeaux, France)
- VALLET J.M.** (CICRP, Marseille, France)
- WITAM O.** (Université Cadi Ayyad, FSSM, Marrakech, Maroc)
- ZAMAMA M.** (Université Cadi Ayyad, FSSM, Marrakech, Maroc)
- ZUCCHIATTI A.** (Université d'INFN, Genova, Italie)

Préface

Le Maroc dispose d'un patrimoine architectural considérable, riche et diversifié. Ce patrimoine, édifié depuis des millénaires par les dynasties qui se succédèrent, fut l'expression de son identité architecturale. Il constituait une composante intégrante de l'histoire de ses civilisations.

A travers les âges, plusieurs monuments ou édifices historiques marocains furent laissés à l'abandon et ne bénéficièrent de quelque intérêt que ce soit ni d'aucun effort de protection. Ceci est dû à la carence de la notion du patrimoine qui fit défaut et qui pourrait à la longue nous priver d'une composante essentielle de notre mémoire collective.

Depuis l'adoption par l'Unesco de la Convention du Patrimoine Mondial en 1972, plusieurs expériences menées à travers le monde purent démontrer l'intérêt économique de la valorisation du patrimoine. C'est dans ce contexte que nous sommes amenés, à l'occasion de cette rencontre scientifique, à lancer un appel pressant mettant l'accent sur l'urgence d'une mobilisation de la communauté scientifique.

Les chercheurs des deux rives de la Méditerranée sont donc conviés à s'impliquer davantage dans la sensibilisation des populations. Les autorités ainsi que l'ensemble des intervenants sont eux aussi conviés à réfléchir sur les méthodes nécessaires pour une meilleure sauvegarde et une mise en valeur efficace du patrimoine architectural menacé. Le débat sur les aspects techniques de sa restauration et de sa réhabilitation contribuera ainsi à sauvegarder le patrimoine de l'humanité et de l'enrichir.

Pr. Mounsif IBNOUSSINA

ARCHITECTURE EN TERRE AU MAROC ET AU PORTUGAL : UNE LANGUE ET DES DIALECTES

José Alberto ALEGRIA

Darquiterra, Arquitectura e Construção, Lda, Vilageado, 19 – Apartado 993- 8200-913 Albufeira, Portugal. Tél: 00351289587960, Fax : 00351289586084. alegria@mail.telepac.pt, alegria@menara.ma

RESUME : Au moment où les impératifs de la globalisation déterminent une nouvelle vision de l'espace méditerranéen, l'exemple du renouveau des architectures vernaculaires de terre au Maroc et au Portugal peut servir comme réflexion et exemple de nouvelles formes de coopération effective et innovatrice.

Le geo-architecture est, dans la diversité de ses typologies et de ses solutions esthétiques, un élément important du Patrimoine Culturel commun au Portugal et au Royaume du Maroc.

En Algarve et au sud du Maroc sont en cours depuis deux décennies des œuvres de rénovation et de (re) création de ce Patrimoine dont l'importance, reconnue dans le monde, renforce la spécificité d'une expression architecturale qui utilise une langue commune, avec ses dialectes particuliers et ses savoirs anciens.

1. INTRODUCTION

La mer méditerranéenne est, pour moi, une place publique ou un patio... : entourée au nord et au sud, à l'orient et l'occident, par des peuples et civilisations qui s'y croisent, se rejoignent et se séparent, s'aiment et se font la guerre, mais qui ont développé, au fil des siècles, un processus d'inter-influence et de syncrétisme très particulier.

Dans le domaine de l'Architecture Traditionnelle (populaire et érudite), il s'est formé dans cet espace méditerranéen une **logique commune** qui est également le résultat d'autres éléments analogues: le climat, le milieu physique et les règles organisées de la pensée (philosophique, esthétique et religieuse).

Dans la genèse de cette logique commune de l'Architecture Méditerranéenne, on distinguera certainement les façons les plus sages de vivre et de cohabiter avec les éléments fondateurs de l'Univers – **les Archétypes de la Création** – que la Civilisation hellénique avait déjà privilégiés :

- **la terre** – élément actif / le verbe / la montagne / le centre du monde
- **l'eau** – élément passif / les eaux vives de l'origine
- **le feu** – élément transformateur
- **l'air** – élément de passage

Entre le Portugal et le Royaume du Maroc, au-delà de la proximité géographique, il y a eu, au cours de l'Histoire, un intense partage de vie qui forgé des similitudes et des échanges culturels et anthropologiques évidents. N'oublions pas que pendant l'Empire Roman on était deux provinces du même État; que pendant les dynasties Almoravide et Almohade le Portugal était

le Gharb al Andalus ; que du XV au XIX siècles on a croisé nos destins sur les villes côtières du Maroc; et que il y a encore quelques décennies, des familles de pêcheurs partageaient leurs vies entre les cotes de l'Algarve et du Gharb. Naturellement ce long et profond partage de notre destin historique a déterminé des transferts de savoirs dans tous les domaines.



Photo 1. Remparts en pisé du Château de Paderne (Portugal)- XII ème siècle



Photo 2. Remparts en pisé du Palais de Moulay Ismaïl à Meknès (Maroc)- XVII/XVIII ème siècles

Au niveau de l'évolution des Architectures de Terre entre nos deux pays on peut accepter que pendant notre appartenance à l'Empire Roman nous ayons pu développer une maîtrise remarquable des constructions en **terre cuite**, notamment au niveau des éléments porteurs et des toitures. Pourtant c'est pendant la glorieuse période des dynasties Almoravide et Almohade que les savoirs faire en **terre crue** se sont transférés entre le Maghreb et le Portugal tant au niveau du pisé qu'au niveau de l'adobe. Naturellement que **la continuité et similitude géologique** de ces deux régions a facilité ce transfert et évolution parallèle des solutions architecturales.

Par contre l'appartenance ultérieure à des influences civilisationnelles différentes a aussi permis que cette **langue commune** s'enrichisse de **dialectes particuliers**.

2. BREVE REGARD SUR LES EVOLUTIONS RECENTES

C'est justement ce sentiment d'appartenance à une même langue architecturale que j'ai ressenti lors de mon premier séjour au Maroc vers 1977, en regardant ce fabuleux Patrimoine d'Architecture en Terre si proche d'un Patrimoine aussi impressionnant qu'on puisse admirer dans plusieurs régions « méditerranéennes » du Portugal.



Photo 3. Bâtiment agricole en pisé en Algarve (Portugal) – XIX ème siècle

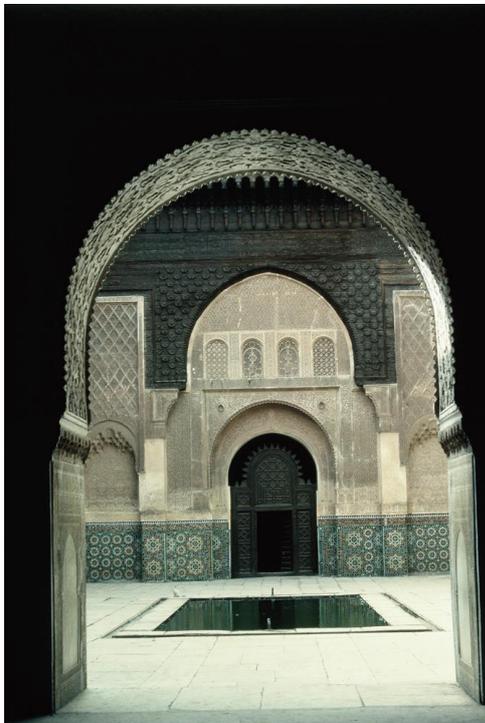


Photo 4. Medersa Ben Youssef à Marrakech - XVI ème siècle

On doit se rappeler que la période 1972/1987 a été particulièrement glorieuse en ce qui concerne le renouveau de l'Architecture en Terre en France et au Maroc :

- Suite à l'exposition organisée par Jean Dethiers à Paris, suite à l'expérience d'Île d'Abbeu et au travail de recherche internationale comme celui d'Alain Hays ou de Joseph Colzani;
- Suite aux travaux pionniers (tant au niveau de la conception comme au niveau de l'exécution) d'Elie Mouyal, au Maroc, le Patrimoine d'Architecture en Terre a gagné une grande médiatisation qui, au même temps, a provoqué des erreurs qui on lui été fatals : on pourrait parler de la catastrophe des opérations Massira et Ait Ourir (menées par le Ministère de l'Habitat), on pourra parler d'une multitude d'opérateurs qui on confondu construction en terre avec facilité et on pourra aussi parler d'une tendance de mimétisme des formes et du vocabulaire par les constructions en béton...



Phot 5. Conférence de Elie Mouyal, arch. à l'Université de Algarve, Faro (Portugal) - 1985



Photo 6. Prototypes de logements de l'ERAC, en BTC, à Massira, Marrakech (Maroc) - 1986

D'après mon regard, le recul que ce renouveau du Patrimoine d'Architecture en Terre a eu ultérieurement au Maroc est le résultat de ces erreurs et d'autres comme celui de la séparation obligatoire entre l'architecte et le bâtisseur ou la dépendance d'institutions formelles éloignées des conditions réelles du vrai travail compétitif.

Au Portugal, à la même période 1972/1985, le thème « renouveau du Patrimoine d'Architecture en Terre » était perçu comme inexistant ou vraie utopie. Seuls quelques anthropologues, géographes ou architectes s'y intéressaient : Orlando Ribeiro, Gomes Guerreiro, Cláudio Torres, Vítor Mestre, Fernando Varandas Joaquim Braizinha, par mis d'autres.

Pourtant la Municipalité de la Ville de Silves (aujourd'hui liée à la Ville de Marrakech par un Protocole de Coopération) a été, a partir de 1986, pionnière dans l'appui à ce renouveau : réalisations d'Inventaires, promotion en 1992 de la conférence « Bâtir en Terre en Méditerrané : rencontre d'Architectes » ; accueil de la VII ème Conférence Internationale Terre 93 ; commande d'œuvres publiques en terre crue, etc.



Photo 7. Un des groupes de l'Inventaire du Patrimoine en Terre de Silves (Portugal) – 1986

Ces derniers dix années, suite à cet exemple, plusieurs circonstances on changé :

- des institutions universitaires qui commencent à intégrer le Patrimoine de Terre dans leurs programmes ;
- des institutions de l'Etat qui font appel à des experts pour la réhabilitation de ce Patrimoine particulier et stimulent des Inventaires;
- accueil du IV Séminaire Ibero-Américain de Construction en Terre;
- des jeunes architectes séduits par des expériences ponctuelles.

Malgré ceci, des risques évidents existent qu'on puisse tomber dans les mêmes erreurs de démarche qui on tellement conditionné le vrai renouveau de l'Architecture en Terre au Maroc. Je veux bien insister sur les risques d'une fausse idée de facilité de cet art de concevoir et de bâtir des risques d'une médiatisation au service de vrais lobbies internationaux qui n'ont rien a voir avec vraie nature de ce Patrimoine et des risques d'absence d'un travail de continuité permanente des équipes impliquées.

J'aimerais aussi ajouter que la compréhension du Patrimoine d'Architecture en Terre du Portugal exige l'analyse de sa profonde interaction avec les Patrimoines d'origine portugaise au Brésil, en Afrique Centrale et même en Asie.

3. BREVE HISTOIRE D'UN PARCOURS

Si un regard m'est permis sur le parcours que nous avons fais dans la voie de l'étude du renouveau de l'architecture en terre au Portugal et au Maroc, on peut y constater deux moments décisifs :

- Le contact avec l'œuvre et les réflexions d'Hassan Fathy, qui ont commencé par la lecture de son livre « Construire avec le peuple » en 1972;

- Le moment où j'ai pris la décision de venir au Maroc pour y étudier le Patrimoine d'Architecture en Terre et les nouvelles expériences de renouveau des techniques traditionnelles qui étaient en cours dans la région de Marrakech.

Une fois prise cette décision de prendre un chemin professionnel qui serait certainement difficile et assez différent des « normes académiques », j'ai voulu tracer une méthodologie d'action schématisée comme suit :

- Etude et inventaire du Patrimoine;
- Recherche technologique et expérimentations;
- Formation de main d'œuvre spécialisée ;
- Divulgateur (séduction des bénéficiaires potentiels), par l'exemple et le vécu des œuvres concrètes ;
- Réévaluation et reformulation continue des méthodes de travail en vue de les améliorer.

Suite à des séjours prolongés et fructueux comme Stagiaire dans le Cabinet de mon Maître l'architecte Elie Mouyal, dans cette belle ville de Marrakech, j'ai pu envisager d'une façon plus consciente la démarche nécessaire pour faire revivre au Portugal des architectures de terre.

A présent, en analysant la séquence des ouvrages réalisés et la progression graduelle des travaux, on peut facilement observer que pour cette évolution certains aspects ont été déterminants, à savoir :

- La création d'un atelier de dessin/conception, où l'on a repris les principes et les règles fondamentales de l'Architecture Traditionnelles, notamment on ce que concerne la rigueur de la géométrie pure et des tracés régulateurs.
- La constitution formelle d'équipes de construction où a été progressivement formée une main d'œuvre apte à réaliser des ouvrages selon les techniques ancestrales. Cette formation a toujours été réalisée dans des situations réelles d'ouvrages sur commande, ce qui a imposé des principes de rigueur temporelle, budgétaire et de qualité, déterminants pour leur acceptation et leur succès. D'autre part, les diverses modalités de transmission du savoir-faire qui se sont naturellement mises en place ont constitué une véritable école, dont le fonctionnement se poursuit quotidiennement.
- La réactivation indirecte d'autres arts et techniques traditionnels, associés aux architectures vernaculaires, que j'intègre à tout moment dans mes travaux (les arts de la production des briques et carreaux artisanaux, du fer forgé, des bois traditionnels, des azulejos (zellij) manuels, de la pierre régionale, des enduits à la chaux aérienne, etc.).
- La collaboration permanente avec des Centres de Recherche Scientifique et des Institutions Académiques de plusieurs pays, dans une perspective d'échange de connaissances et de valorisation réciproque, tant au niveau de la participation à des séminaires et colloques scientifiques qu'au niveau de l'accueil de stagiaires et de l'échange d'information technique, dans une logique de circulation permanente du savoir.
- L'obsession permanente pour un travail de qualité dans lequel les mémoires de notre héritage civilisationnel sont assumées aussi bien au niveau du vocabulaire qu'au niveau du langage architectonique. C'est ainsi que se justifie également l'utilisation

systematique, outre la terre, d'autres matériaux de construction naturels et vernaculaires, notamment la pierre de chaque région et le bois, dans une logique de Géo-architecture. Cette utilisation n'exclut pas l'intégration parcimonieuse de matériaux industrialisés, aussi souvent que cela se justifie.

4. LA GEO-ARCHITECTURE COMME FACTEUR DE DEVELOPPEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

La terre, déjà utilisée par les Egyptiens pour réaliser des constructions monumentales, est le matériel vernaculaire par excellence de l'architecture traditionnelle de tous les peuples riverains de la Méditerranée. En réintroduisant son utilisation dans de nouvelles constructions et aussi dans la réhabilitation du Patrimoine nous sommes en train de sauvegarder des techniques et des principes esthétiques, économiques, environnementales et sociaux.

Au niveau du développement socio-économique des régions dans lesquelles notre action est en cours – que ce soit au Maroc ou au Portugal – on peut facilement constater des résultats positifs bien clairs.

Cette démarche de renouveau d'un art et des techniques traditionnelles de la Géo-architecture nous conduit à une logique de développement très particulière :

- elle permet de faire revivre des métiers qui étaient entrain de disparaître ;
- elle permet aussi de reprendre un vrai esprit de «compagnonnage» qui était associé au travail artisanal et qui peut renaître même une logique actuelle de concurrence ;
- elle permet de rendre à l'artisan l'orgueil de son action et un sentiment de noblesse qui va se traduire dans le résultat de son travail ;
- elle permet même la création de nouvelles équipes professionnelles qui constituent des «écoles de savoir» qui vont au-delà des villes et des pays où elles se sont constituées.



Phot 8. Hotel Rural Quintablanca Palace, en BTC, à Albufeira (Portugal) – 1990 (arch. J. Alegria)



Photo 9. Pavillon de Tourisme, en BTC, à Silves (Portugal) – 1997/99 (arch. J. Alegria)



Photo 10. Maison privée en BTC, à Albufeira (Portugal) – 1996/1998 (arch. J. Alegria)

5. LA GEO-ARCHITECTURE COMME ELEMENT D'INTERACTION CULTURELLE

Le choix de faire revivre au sud du Portugal (et au Maroc) des techniques et des savoirs anciens de la Géo-architecture, considérée comme l'une des spécificités les plus importantes de l'Architecture Méditerranéenne, a ainsi représenté pour moi la quête consciente d'un certain parcours professionnel, philosophique et culturel.

Les transferts constants de savoir-faire et d'expériences professionnelles qui sont en cours entre le sud du Portugal et le Maroc, dans le domaine des Architectures de Terre, sont le meilleur exemple de l'interaction culturelle que la Géo-architecture est entrain de promouvoir entre nos deux pays.

De ces façons particulières de traiter au plan architectural les Archétypes de la Création, sont nées **des règles et des principes** qui sont devenues la propre structure de support de l'Architecture Traditionnelle Méditerranéenne :

- **le géométrisme**
- **les tracés régulateurs**
- **les hiérarchies**
- **les axes « cardo-décomaniques »**
- **le sens de la lumière, des couleurs, des arômes...**

Projeter et construire aujourd'hui des espaces de vie individuelle/collective dans ce Gharb al Andalus du Patio Méditerranéen est ainsi un défi à la capacité de perception, d'analyse et de développement matérialisé de ces règles et de cette logique commune.

Il doit être aussi un défi de respect envers un Patrimoine remarquable dont nous sommes les héritiers temporaires sans être les propriétaires absolus. Bien entendu la notion de Patrimoine d'Architecture en Terre n'est pas restreinte à sa matière-base, mais plutôt intégré avec les autres archétypes qui, avec l'Homme, constituent notre monde tel que Dieu la crée. On ne peut pas, par exemple, réfléchir sur le Patrimoine d'Architecture en Terre de nos deux pays sans réfléchir au **Patrimoine de l'Eau.**

Sur ce thème, devant certains aspects de l'explosion urbaine qui est en train de se dérouler ici même, dans cette Ville de Marrakech, je ne peux que transmettre ma vive inquiétude et ma perplexité devant le silence de ceux qui sont les responsables institutionnels de la sauvegarde du Patrimoine. Où étaient-ils quand on a commis des crimes dans la arsat de la Menara, quand on a détruit des centaines de canaux de khetaras, quand on détruit des bâtiments historiques tels que le marché du Guéliz ou le Lycée Ben Youssef, quand on a laissé partir le café glacier Oukaimedem, quand on a détruit des hectares vergers d'oliviers historiques ? ? ?



Photo 11. Pavillon et bassin de la Menara, (avant « l'attentat » ...), à Marrakech (Maroc)–

Par contre, je ne peux pas terminer cette réflexion sans rendre mon hommage sincère à tous ceux que, dans cette même Ville de Marrakech, sont quotidiennement impliqués - par ses oeuvres, par ses écrits, par ses réflexions - dans la valorisation de ce Patrimoine. Permettez-moi de citer les actions d'architectes comme Elie Mouyal, Charles Boccara et Abderrahim Sijelmassi, d'archéologues comme Hamid Triki, d'anthropologues comme Ahmed Skounti et Sakina Kharib, de créateurs ou penseurs comme Mahi Binebine, et d'universitaires comme Mohamed El Faiz et Ouidad Teebaa, de l'Association J'maâ El Fna, par mis tant d'autres.

Je suis convaincu que l'Avenir du Patrimoine de la Géo-architecture (aussi bien au niveau des anciennes constructions que des nouveaux ouvrages exemplaires) dépend essentiellement de l'action des Architectes / Ingénieurs / Constructeurs. C'est à eux qu'il appartiendra de réaliser les ouvrages qui, par leur exemplarité et leur qualité intrinsèque, serviront d'exemples, d'écoles de formation et de divulgation. Sans nier l'importance des moyens et des instruments (auxiliaires et indispensables) que sont les médias, la législation spécifique et la recherche théorique, je crois que c'est surtout par la qualité des ouvrages concrets que nous, Architectes en Terre, pouvons améliorer et faire progresser notre Architecture...



Photo 12. Maison privée en BTC, à Albufeira (Portugal) - 2007 (arch. J. Alegria)



Photo 13. Maison privée en BTC, à Marrakech (Maroc) - 2004 (arch. E. Mouyal)

Cette action, ce parcours, qui oscillera certainement entre l'humilité de l'Artisan et l'orgueil/orgasme de l'ouvrage réalisé, cherchera à concevoir et construire, au cas par cas, des travaux architectoniques susceptibles de constituer des **documents durables**, possédant une valeur intrinsèque en tant qu'ouvrage/travail et contenant des sens de vie et de passion.

Alors, notre passion pour ce Patrimoine Architectural Méditerranéen, qui nous réunit ici aujourd'hui, gagnera un autre sens.



**Photo 14. Maison de la Culture Islamique et Méditerranéenne, à Silves (Portugal), 1999/2004
(arch. José Alegria)**

LE MONUMENT OUBLIE DE MARRAKECH : VALEUR ARCHITECTURALE ET VALEUR ECONOMIQUE

Mustapha AICHANE

Université Cadi Ayyad, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie, Marrakech – Maroc. aichanemus@yahoo.fr

RÉSUMÉ : Au Maroc Les monuments sont des biens publics leur soutien vient de leurs caractéristiques économiques. Dans le but d'améliorer le dispositif des protections existantes par une approche globale du patrimoine et du territoire dans une perspective de gestion et d'aménagement, cet article démontre l'état actuel des silos de Marrakech, pour la mise en valeur et la sauvegarde d'une architecture méditerranéenne commune .

MOTS CLES : Patrimoine - Mise en valeur - Développement - Architecture - Valeur économique - Silo - Marrakech.

ABSTRACT : The monuments in Morocco are public property their support comes from their economic characteristics. In order to improve the existing protections by a comprehensive approach to heritage and land in a management and development, this article shows the current state of silos Marrakech, for the development and preservation a common Mediterranean architecture.

KEY WORDS: Heritage - Development – Architecture - Economic value – Silo - Marrakech

1. INTRODUCTION

Le patrimoine correspond à l'ensemble des objets matériels, des produits culturels, héritage du passé ou témoins du monde actuel. Il est aussi bien naturel que culturel. Il est considéré comme indispensable à l'identité et à la survie d'une collectivité, et comme résultant de la manifestation de son génie propre. A ce titre, il est reconnu comme digne d'être sauvegardé et accru pour être transmis aux générations futures (www.reseaupatrimoines.ch).

La mise en valeur du patrimoine concerne de nombreux acteurs : les propriétaires, l'État et les collectivités territoriales, les associations, les artisans.... Cette diversité d'acteurs pousse le chercheur scientifique à les convaincre pour considérer le patrimoine comme outil de développement, pour qu'une symbiose entre le paysage et le territoire devient une réalité, surtout quant il s'agit des villes millénaire comme Marrakech.

Dans cet article nous allons mettre le doigt sur l'état d'un monument oublié depuis une quarantaine d'année, il s'agit des silos gouvernementaux de l'époque du sultan sidi Mohamed ben Abdelah, c'est l'une des pièces du puzzle du patrimoine de Marrakech témoignant des relations entre le Maroc et le Danemark pendant le dix huitième siècle.

2. MARRAKECH, LA VILLE MUSÉE

Marrakech une ville charnière entre le Nord et le Sud du Maroc, elle occupe la quatrième position dans l'armature urbaine du pays avec une population d'environ 1 million d'habitants (Debi, 2004). La modernité et le traditionnel caractérisent l'architecture de son cadre bâti.

En fait 1000 ans d'histoire ont fait de Marrakech la ville musée. Fondée en 1071, elle a su se distinguer par son génie urbain. La médina de Marrakech, ou centre ville, est l'une des plus importantes dans la rive sud méditerranéenne. La richesse culturelle matérielle et immatérielle ont poussé l'UNESCO en 1985 à opter pour le classement de ce centre ville historique comme patrimoine universel de l'humanité. La carte de la diversité des aspects architecturaux illustre certaines composantes historiques de la ville :

- Les remparts formant un vaste polygone;
- Les portes de différentes arcatures et décorations;
- Des mosquées et des mausolées imposants;
- La qouba dite « al bu diyne » unique témoin de l'art architectural almoravide à Marrakech, qui nous donne une idée du style et du raffinement décoratif des constructions disparues (Wilbeau, 2001);
- Les fontaines ornées de zellige (mosaïque);
- Les fondouks (caravansérail) lieux de commerce;
- Les zaouïas et Medersas lieu de culte et de savoir;
- Les jardins et les Riads.

Peu ou mal entretenu, ces édifices à haute ou à forte valeur symbolique sont des lieux identitaires pour la population. Ils souffrent d'une manque de stratégie de sauvegarde et de revalorisation, d'ailleurs, (El Faiz, 2002) a démontré dans le premier paragraphe de son livre « Marrakech Patrimoine en péril » que le patrimoine de Marrakech architectural, si dense, si riche et si varié, est aujourd'hui menacé non seulement par la négligence, mais aussi par les transactions immobilières, l'urbanisation et la misère.

Au fil du temps, on peut distinguer trois modes de comportements de la société vis-à-vis du patrimoine architectural :

- L'adaptation à l'évolution : exemple les portes adaptées aux moyens de transports;

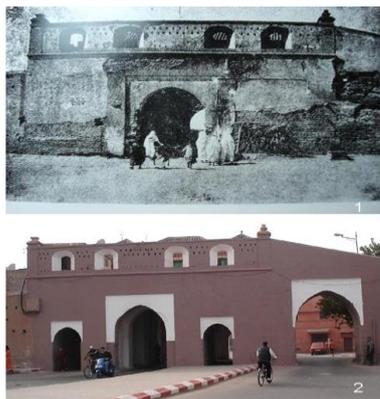


Figure 1. "Bab Hmar" un exemple d'une porte transformée
Source : photo 1 (Deverdun, 1959) , photo 2 (Aichane, 2004)

- L'imitation de la décoration : exemple de la boiserie des fontaines mariée aux matériaux de construction qu'on retrouve dans certains établissements publics tel que l'école primaire de la Kasba;
- l'oubli et la dégradation voire l'inertie.

3. L'ARCHITECTURE DANOISE À MARRAKECH : LES SILOS DE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH

Situé au sein de la Médina de Marrakech, au voisinage du palais royal et faisant parti du collège El Mansour Eddahbi, sis au quartier Jnan El Afia, le monument en question présente des caractères qui montrent son rôle logistique en certaines époques de l'histoire de la cité : entre 1760 et 1768 le sultan sidi Mohamed Ben Abd Allah « construisit deux immenses silos appuyés sur la belle muraille saâdienne Est de la Casbah » (Deverdun, 1959), ils avaient pour fonction de servir de réserves à ses troupes et à ses écuries.

Ce site présente une qualité architecturale unique qui le distingue des autres monuments de la ville de Marrakech : un simple regard sur le dessin de Schroder, le maître bâtisseur, nous permet de découvrir l'importance architecturale de ce monument (Fig.2) (Elzbieta & al., 2007) :

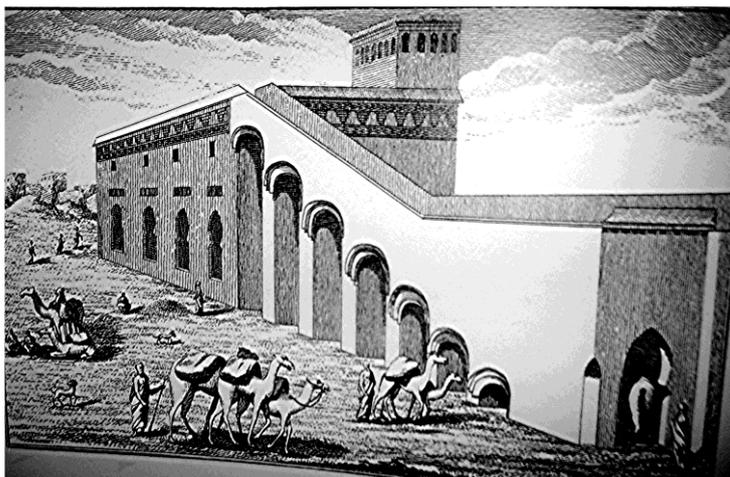


Figure 2. Gravure des silos du sultan mohamed ben abdelah d'après dessin de Schroder
Source :(Elzbieta & al., 2007)

Constitué de sept arcades portant sa voie d'accès, cette dernière fort large et sans marches permet au bêtes chargées de blé de monter aisément, pour arriver sur une terrasse où on trouve des goulets par lesquelles le grain était jadis versé dans le silo.



Figure 3. L'état des goulets et la terrasse actuellement
Source : (cliché Aichane, 2004)

Les composantes architecturales sont les arcades, les goulets, la terrasse, la montée sans escalier et des salles de plus de six mètres de hauteur. Les matériaux de construction sont la brique cuite, la chaux pour le revêtement des murs (Le tadelakt) et le pisé.

Cet bâtiment de 400m² environ est le fruit du tout premier traité de paix, d'amitié et de commerce avec Le Danemark. Pour plusieurs raisons des citoyens danois séjournèrent à Marrakech, parmi eux l'architecte Schroder qui avait construit à la demande du roi du Maroc sidi Mohamed ben Abd Allah, les silos en question. Bien que ce type de construction existait auparavant chez les Almohades et les Saâdiens.

Cet édifice révélait d'une part la fin de la période de destruction qu'avait connue la ville de Marrakech, surtout après la mort du sultan Moulay Ismail et d'autre, il concrétisait l'émergence et l'importance d'un pays comme le Danemark. Ce dernier, suite à la paix signée avec la Suède, mettant fin à la Grande Guerre Nordique en 1720, a connu une ère d'ouverture nouvelle pendant une quinzaine d'années jusqu'à ce que les guerres napoléoniennes le plongent à nouveau dans la tourmente (www.uniurb.it/Uborse/sor2fra.doc). L'architecture des silos de Marrakech, reflète alors l'héritage partagée par le Maroc et un pays d'au delà de la méditerranée.

Malheureusement, actuellement et suite à l'oubli dû à l'anarchie urbaine, ce monument est dans un état très dégradé. Devenu non seulement enclavé au sein de maisons individuelles, il présente en plus une obstruction quasi totale de son chemin d'accès et l'on est tenté de se poser des questions sur le devenir et le potentiel de sa valeur économique

LE MONUMENT OUBLIÉ AURA T-IL UNE VALEUR ÉCONOMIQUE ?

En général les monuments en présentent trois valeurs :

- valeur commerciale : puisque les visites sont payantes;

- valeur scientifique (comme objet d'étude) pour la collectivité ;
- valeur de communication qui tient à la signification sociale du patrimoine, à sa valeur esthétique et qui détermine au moins en partie sa valeur économique.

Cette triple valeur historique, culturelle et symbolique du patrimoine doit être réaffirmée, particulièrement dans un monde où la globalisation et la perte de repères rendent plus que jamais précieux les emblèmes de l'identité.

Au Maroc les monuments sont des biens publics, leur soutien vient de leurs caractéristiques économiques. Dans le but d'améliorer le dispositif des protections existantes par une approche globale du patrimoine et du territoire dans une perspective de gestion et d'aménagement, les silos de Marrakech doivent sortir de leur état actuel. Jadis, leur contribution dans la vie économique a été importante ils jouaient le même rôle qu'un bâtiment bancaire de nos jours. Malheureusement, aujourd'hui ils sont hors circuit économique. Avec le développement touristique que connaît la ville de Marrakech, il est temps de revaloriser cet édifice, nous estimons sa recette annuelle à trois cents milles dirhams, si son attraction quotidienne serait seulement de l'ordre de 100 touristes par jour. En se référant à la recette des autres monuments de Marrakech tel que le palais de la Bahia, qui avait réalisé environs 3 millions de dirhams en 2003, la valeur économique du monument oublié ne sera-t-elle pas aussi importante ?

CONCLUSION

En attendant la revalorisation des silos de Marrakech, je peux conclure que l'isolement des différents acteurs et leur manque de coordination est à l'origine de l'état actuel des silos de Sidi Mohamed Ben Abdellah.

REFERENCES

DEBI F. (2004). Profil environnemental de Marrakech, p 14, Agenda 21 édit ministère de l'aménagement de territoire

DEVERDUN G. (1959). Marrakech des origines à 1912, p. 495, réédité par l'édit. Frontispice. Casablanca (2004).

JOUAD E. & JOUAD H. (2007). Marrakech culture populaire de la médina p.86 édit. Rouergue

EL FAIZ M. (2002). Marrakech patrimoine en péril, p. 15, édition Actes Sud / Eddif.

WILBEAU Q. (2001). La médina de Marrakech. p.220 édition L'Harmattan.

www.reseaupatrimoines.ch/cadres/cad_pat_def.htm

CONSERVATION DE L'ARCHITECTURE HISTORIQUE EN TERRE DE YAZD 1972 A YAZD 2003 : UNE EVOLUTION MANQUEE?

Carla BARTOLOMUCCI

CNR-ICVBC, Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali, Roma
c.bartolomucci@icvbc.cnr.it

RESUME : Cette contribution entend fournir une réflexion au sujet de la conservation de l'architecture historique en terre à travers une analyse critique des documents élaborés à l'occasion des rencontres internationales depuis 1972. Analysant les actes des diverses conférences il résulte un remarquable approfondissement cognitif sur ce patrimoine auquel, toutefois, ne correspond pas une évolution effective de la réflexion théorique; en effet la méthode opérative des interventions sur les bâtiments en cru semble, aujourd'hui, plus portée sur les positions du rétablissement que sur celles de la conservation.

Re-parcourir ces étapes pourrait être l'occasion pour une réflexion théorique sur les principes fondamentaux de la conservation, mais aussi pour orienter les travaux de restauration sur les architectures historiques en terre vers une direction plus étroitement conservatrice visant à l'authenticité des bâtiments.

MOTS CLES : Architecture de terre, conservation, guidelines, documentation

L'attention pour la conservation du patrimoine en terre crue commence vers la fin des années '60, mais c'est à partir de 1972 qu'elle devient l'objet de rencontres internationales d'étude sur l'initiative de l'ICOMOS (International Council on Monuments and Sites).

Après plus de trente ans, à travers l'analyse critique des documents et des recommandations nées de plus de dix rencontres internationales d'étude [1-10], il est important de faire le point de la situation et de comparer les prémisses avec les résultats actuels.

Analysant les actes des diverses conférences et la considérable bibliographie sur ce sujet, il résulte un remarquable approfondissement cognitif sur ce patrimoine auquel, toutefois, il ne semble pas correspondre une véritable évolution de la réflexion théorique.

En principe on peut remarquer que les premières conférences présentaient en nombre très réduit des relations, dont les sujets embrassaient la connaissance historique des bâtiments en terre crue et l'étude des technologies pour la conservation.

De 1990 le nombre des sujets a beaucoup augmenté et les rencontres sont structurées en des sessions différenciées, en ajoutant les analyses structurelles antisismiques, l'attention au contexte urbain et socio-économique, la récupération des édifices.

En particulier, il est évident que dans les premières années les études concernaient presque exclusivement aux sites archéologiques, mais ensuite l'attention sera portée aux édifices existants, dans le but de la réutilisation.

À travers un examen détaillé des actes des différentes conférences, on remarque que le but des premières rencontres était celui d'établir une méthodologie pour l'étude de la conservation des

constructions en terre. En particulier, en 1972 (Yazd, Iran) il est évident une attitude bien définie envers les interventions, qui reflète les principes-guide de la restauration moderne considérée comme conservation et attention à l'authenticité matérielle et figurative.

En effet on dit que "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 des monuments du passé" (Gullini, Torraca, 1972).

En 1976 (Yazd, Iran) il résulte une attention particulière pour les sites archéologiques et on recommande de ne pas entreprendre des fouilles sans un programme de conservation provisoire. Dans les cas des structures en ruine, on doit assurer la stabilité et la cohésion, tandis que pour les édifices en usage l'entretien périodique est fondamental, en précisant que "la conservation doit respecter l'esprit de la Charte de Venise". L'influence de ce document est évidente aussi dans la mention spécifique pour les villes et les quartiers, pour lesquels on souhaite une adaptation aux fonctions actuelles sans altérer leur caractère spécifique.

Dans la rencontre suivante de 1977 (Santa Fé, USA) on manifeste la nécessité de développer la recherche historique sur les architectures en terre et on fournit des "guidelines" pour les projets de conservation: en cohérence avec les principes-guide de la restauration monumentale, on recommande l'emploi de nouveaux matériels compatibles, la distinguabilité des interventions, la conservation des ajouts qui ont une valeur historique, la documentation avant d'intervenir.

En 1980 (Ankara, Turquie) il paraît s'annoncer une inversion de tendance: outre à l'introduction du terme "architecture de terre" qui comporte une attention adressée non seulement au matériel ("mud-brick" o "adobe") mais à "tous les édifices, historiques ou contemporains, bâtis en terre crue", on précise aussi la distinction entre "monuments" et "architecture vernaculaire". De fait, contrairement aux prémisses, l'attention est décidément orientée vers le matériel et les technologies constructives, non plus vers l'objet architectonique, si bien que la valeur historique des édifices semble passer en deuxième plan.

En 1983 (Lima, Perù) le thème de la formation prend une importance particulière, dans le but de récupérer et de transmettre les techniques constructives traditionnelles, tandis qu'il semble évident que les approches sociologique et écologique, jusq' alors restées en deuxième plan, sont associées au thème de la conservation. En particulier pour ce qui concerne les résultats pratiques qu'elles ont comporté, il est important ici de souligner quelques orientations qui marquent un changement à l'égard du passé: le but de cette rencontre est celui "de diffuser la connaissance sur l'adobe et de créer la conscience qu'il faut préserver et revaloriser les monuments en terre, que les techniques appropriées pour bâtir avec ce matériel" plutôt que celui d'étudier les constructions historiques en terre en but de leur conservation.

Le principe de la distinguabilité semble désormais disparu, étant donné qu'on recommande l'emploi des techniques traditionnelles non seulement pour l'entretien, mais aussi "pour compléter et réparer les bâtiments anciens, en assurant ainsi la survivance du savoir-faire dans l'emploi des mêmes techniques et des mêmes matériels".

En 1987 (Roma, Italie) le but de la rencontre est celui de "élargir la connaissance actuelle sur les méthodes et les techniques appropriées pour la conservation de la terre", mais dans ce cas

aussi on remarque une attention particulière vers des programmes de formation spécifique, dans le but d'actualiser les techniques constructives traditionnelles. On affirme, en effet, que "cette connaissance instruite sur l'héritage du temps et du savoir-faire des anciens est un legs inestimable, un trésor qui peut être aujourd'hui recrée avec l'apport de la technique moderne et de la science" (Doat, Verdillon, 1987).

Il n'y a plus de recommandations finales dans la rencontre de 1990 (Las Cruces, USA), mais il y a un nombre considérable de contributions, subdivisées pour la première fois en des sessions différenciées par sujets: histoire et tradition, conservation et restauration, sauvegarde des sites, consolidation matérielle, constructions actuelles, problèmes d'humidité, chimique et microstructure de l'argile, directions futures.

En 1993 le nombre des relations est en constante augmentation et il y a encore la subdivision en sujets spécialisés. Dans les recommandations finales on souligne que "la conservation du patrimoine bâti en terre ne devra pas se limiter à la préservation des édifices, mais il faudra aussi prendre en considération les traditions constructives" et que "dans cette optique il est prioritaire d'entreprendre des actions non seulement de formation, mais aussi d'actualisation des procédés constructifs et des technologies en terre".

Comme s'était déjà annoncée dans les rencontres précédentes, la confusion entre conservation et récupération/réutilisation est toujours plus évidente, aussi bien que pour les interventions sur les bâtiments historiques et les nouvelles constructions. Des intérêts diversifiés, souvent rappelés, ont progressivement émergé ("la conservation du patrimoine architectonique devra se situer dans un projet plus vaste de développement, de milieu et de qualité de vie : les questions techniques ne pourront pas être séparées des conditions sociales, économiques, politiques et culturelles") ce qui semble avoir contribué à détourner toujours plus la réflexion théorique du domaine de la restauration des monuments.

La conférence de 2000 présente encore la subdivision en sujets différenciés: sites et monuments archéologiques, matériels, conservation et entretien, continuité de tradition, contexte politique, économique et juridique. Dans les résolutions finales on rappelle encore une fois l'approche holistique à la conservation (on introduit pour cela le mot "geo-architecture") et on répète le principe que "la conservation des architectures de terre doit viser non seulement à préserver les constructions, mais aussi les traditions constructives". Même dans ce cas, la conservation architectonique paraît exclusivement encadrée dans l'optique de la réutilisation.

Dans la dernière rencontre internationale de 2003 il n'y a plus de structuration par sujets ni de recommandations finales, mais ce qui semble encore évident c'est l'ambiguïté entre histoire et tradition, l'approche écologique pour un développement soutenable, et au fond, l'opposition pas encore réglée entre progrès et continuité avec le passé.

En conclusion, on peut encore aujourd'hui remarquer, comme on a déjà fait (Galdieri 1996), que la recherche concernant la conservation des architectures en terre crue dans leur "totale intégrité de la matière" semble encore en retard, tandis que c'est évident soit l'étude des techniques constructives du passé, commencée et poursuivie efficacement dans les derniers trente ans, a comporté, toujours plus souvent, la proposition à nouveau des anciens savoir-faire constructifs visant surtout à l'actualisation et à la récupération qui ont peu à faire avec la conservation du patrimoine culturel dans son authenticité en vue de la transmission à l'avenir.

En reparcourant les étapes de ce processus cognitif il est évident que la grande confiance dans les possibilités offertes par la recherche technique et scientifique pour la conservation de la terre crue, soit pour les traitements chimiques superficiels que pour la consolidation des structures a toujours plus diminué parallèlement au progrès de l'étude des techniques constructives, en faveur d'une attitude apparemment plus "prudente" mais en réalité décidément rétrospective (encouragement à employer des méthodes et des matériels traditionnels). Ces tendances ne semblent pas dériver d'une consciente exigence de compatibilité, plutôt d'une position favorable au rétablissement typologique et technologique.

D'ailleurs la confusion des mots que l'on enregistre dans les dernières années entre histoire et tradition empêche le "détachement" nécessaire qui est donné, au contraire, à partir d'une correcte perspective storiographique. Ce détachement nous permettrait d'intervenir avec la conscience critique actuelle et avec les moyens modernes, évitant toute intervention mimétique; au contraire de là il résulte la confusion entre conservation et récupération et, au fond, entre moyens et buts de la sauvegarde.

Par rapport aux prémisses énoncées dans les premières rencontres, il semble insuffisant, surtout dans les développements les plus récents, une approche plus consciente à la véritable conservation architectonique; il est probable que cela a été favorisé par la subdivision initiale des cas d'étude en "sites archéologiques" et "édifices abandonnés ou encore en usage" sans avoir jamais cherché à les connaître par des méthodes storiographiques qui pourraient permettre une compréhension critique de leur valeur.

D'ailleurs l'exigence de connaître et d'élaborer un inventaire du patrimoine en terre crue dans le monde était déjà présente au début et elle a continué à se manifester dans le temps sans que les buts et les modalités soient définis. Ce qui aujourd'hui semble encore manquer c'est donc une "histoire de l'architecture en terre crue" qui permette d'encadrer le phénomène non plus seulement au niveau géographique et typologique, mais surtout au sens chronologique. Les difficultés, comme on a déjà remarqué (Bartolomucci 2005), sont remarquables surtout parce que la datation de ces architectures est presque impossible à cause de plusieurs interventions de réfection qu'elles ont subi, mais c'est précisément pour cela qu'il paraît urgent de repenser les critères d'intervention, en cohérence avec les principes de la restauration des monuments, dans une direction plus strictement conservatrice avec plus d'attention à l'authenticité matérielle de l'oeuvre.

		Histoire & tradition	Conserv. & restauration	Site preserv.	Etudes de consoled.	Résistenc e sismique	Probl. d'humidit é	Chim. argile	Futur es direct.	Resol.	Tot.
<i>Yazd</i>	197 2	2	8		1	1				<i>si</i>	13
<i>Yazd</i>	197 6									<i>si</i>	
<i>S.Fè</i>	197 7									<i>si</i>	
<i>Ankara</i>	198 0	3	13		1	1				<i>si</i>	18
<i>Lima</i>	198 3	6	8		1	1				<i>si</i>	16
<i>Roma</i>	198 7	5	6		1					<i>si</i>	12

<i>Las Cruces</i>	199 0	25	9	8	11	8	3	6	2	<i>no</i>	75
<i>Silves</i>	199 3	33	51			7			14	<i>si</i>	96
<i>Torquay</i>	200 0	15	12	17	5	1	3	5		<i>si</i>	79
<i>Yazd</i>	200 3									<i>no</i>	
<i>totale</i>		89	107	25	20	19	6	11	16		30 9

Tableau 1. Sujets des présentations depuis 1972 jusqu'aujourd'hui. La comparaison met en évidence l'attention croissante sur ce sujet, mais aussi l'évolution des différents l'intérêt qui ont motivé la sauvegarde d'un patrimoine presque complètement ignoré jusqu'alors.

RÉFÉRENCES

- ALVA A. & al. (1990). *CRATerre-EAG, ICCROM long-term plan for the preservation of the earthen architectural heritage: the Gaia Project*, in 6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture. Adobe 90 Preprints, Los Angeles 1990, pp. 461-468
- ALVA A. (2001). *The conservation of earthen architecture*, in "Conservation newsletter", Getty Conservation Institute, 1/2001, pp. 4-11
- BARTOLOMUCCI C. (2005). *L'architettura storica in terra cruda: problemi di conservazione e questioni di metodo*, in G. Mochi (edited by), "Teoria e pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli", Atti del Seminario Internazionale, Ravenna 27-29 ottobre 2005, Bologna 2005, pp. 947-954
- BARTOLOMUCCI C. (2006). *Da Yazd 1972 a Yazd 2003: percorsi della conservazione dell'architettura in terra*, in "Lo stato dell'arte" Atti del IV Congresso Nazionale IGIIC, Siena, 28-30 settembre 2006, ed. Nardini, Firenze 2006, pp. 439-445
- CANCINO C. & MATERO F. (2000). *The Conservation of earthen archaeological heritage. An assessment of recent trends*, in: Terra 2000, cit. Postprints. Torquay-UK, London 2000, pp. 11-21
- CORREIA M. (2006). *The conservation of earthen architecture: the contribution of Brandi's theory*, in "Theory and practice in conservation", Lisbon 4-5 maj 2006, pp. 233-241
- GALDIERI E. (1996). *Da Yazd al progetto Gaia: storie di una strategia di conservazione*, in F. Storelli (a cura di), "Habitat e architetture di terra", Atti del Convegno Internazionale, Roma 2-3 dicembre 1994, Roma 1996, pp. 41-46
- GULLINI G. & TORRACA G. (1972). *Rapport general*, in: "1st International Conference on the Conservation of Mud-Brick Monuments", Yazd (Iran), p. 83

DOAT P. & VERDILLON C. (1987). *Préface*, in: "5th International Meeting of Experts on the Conservation of Earthen Architecture", Roma (Italia), p. V.

1st International Conference on the Conservation of Mud-Brick Monuments, 25-30 Nov. 1972, Yazd (Iran)

2nd International Conference on the Conservation of Mud-Brick Monuments, 6-11 Mar. 1976, Yazd (Iran)

Adobe preservation working session, 3-7 Oct. 1977, Santa Fe, New Mexico (USA)

3rd International Symposium on Mudbrick (adobe) Preservation, 29 Sept.-4 Oct. 1980, Ankara (Turkey)

Adobe: 4th International Symposium and Training Workshop on the conservation of adobe, 10-22 Sept. 1983, Lima (Perù)

5th International Meeting of Experts on the Conservation of Earthen Architecture, 22-23 Oct. 1987, Roma (Italia)

6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture, 14-19 Oct. 1990, Las Cruces (New Mexico, USA)

7th International conference of the study and conservation of earthen architecture, 24-29 Oct. 1993, Silves (Portugal)

Terra 2000: 8th International conference on the study and conservation of earthen architecture, 11-13 May 2000, Torquay (U.K.)

9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture. Terra 2003, 29 Nov.-2 Dec. 2003, Yazd (Iran)

LES MURS EN BRIQUES CRUES DE L'ARCHITECTURE RURALE EN LOMBARDIE (ITALIE DU NORD)

Daniilo BIONDELLI, Roberto BUGINI & Luisa FOLLI

Istituto CNR Conservazione - Valorizzazione Beni Culturali, sezione "Gino Bozza" Via Cozzi 53 -
2125 Milano, Italie. r.bugini@icvbc.cnr.it

RESUME : La plupart de la Lombardie est occupé par la plaine alluvionale du Pô où il n'y a aucune sorte de pierre, mais où on y trouve un sous-sol (Würm) constitué de couches d'argile mêlées aux couches de sable et de limon. L'argile devint ainsi la matière première pour la fabrication des briques crues et, ensuite, des briques cuites. Les briques crues sont diffusées dans l'architecture rurale tandis que les briques cuites sont plus répandues dans l'architecture urbaine. La technique utilisée pour bâtir c'est le mur en briques crues, mais les parties inférieures et supérieures sont bâties avec la brique cuite. La terre argileuse est composée de illite et chlorite et contient une fraction silteuse de cristaux de quartz (40-80 µm). Les murs en briques crues sont arrangés avec des couches de mortier à base de terre: ici on a utilisé une terre argileuse où la fraction détritique est sableuse (quartz 100-200 µm). Une revue des traités d'architecture est proposée en ce qui concerne l'usage de la brique crue.

MOTS CLES : Brique crue, Argile, Lombardie

ABSTRACT: Different adobe architecture from a rural area between Piadena and Calvatone (Padania floodplain) in Lombardy (Northern Italy) were investigated. The adobe architecture is made of sun dried mud bricks and concern walls of farmsteads or store-houses dating back to the second half of 19th century. The adobe walls lie on burnt brick foundation and are covered by tiled roofs. The clay components are illite and chlorite, with quartz, silicates and calcite. Microscopic examination on thin section identifies a mud with large detrital fraction; the quartz crystals are 40-80 µm long, with angular shape and conchoidal fractures. The raw material belongs to glaciofluvial deposits (Würm) forming the fluvial terraces in the floodplain where sand, silt and clay sediments are interbedded. The bricks were bedded in a mortar with irregular joints about 1,0-1,5 cm thick. The mortar is made of a mud with sand; the components are: illite, chlorite, quartz (100-200 to 700 µm), calcite and muscovite. A review of architecture treatises is reported on the use of the adobe.

KEY WORDS: Adobe, Clay, Lombardy

1. INTRODUCTION

Une partie de la Lombardie, région de l'Italie du Nord, se trouve dans la plaine du Pô appelée Pianura Padana (Fig.1). L'absence de pierres pour bâtir a joué un rôle important dans l'architecture de ce pays: on a développé l'usage de la terre crue en utilisant l'argile qui se trouve mêlée au sable et au limon dans les alluvions de la plaine. La même argile a fourni aussi la matière première pour la fabrication de la terre cuite, une technique très répandue au cours des siècles en Lombardie.

L'analyse des caractéristiques des briques crues utilisées dans les murs de Piadena (prov. Crémone) est supportée par l'examen des textes des Auteurs qui se sont occupés de l'architecture à l'époque romaine et du XV^e au XIX^e siècle en Italie et en France.

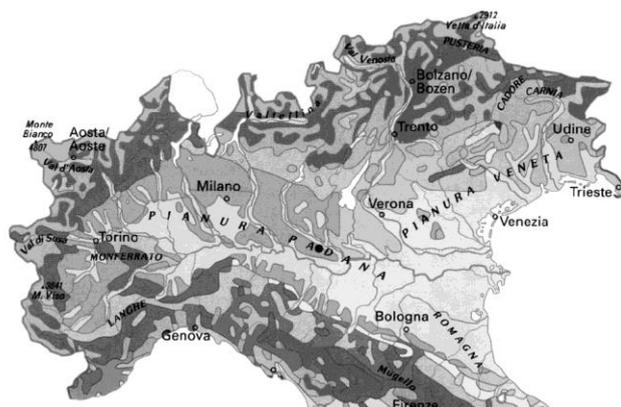


Figure 1. Plan schématique de l'Italie du Nord avec la plaine du Pô, appelée Pianura Padana. La zone de Piadena est indiquée par un petit cercle noir, les différentes nuances de gris représentent les différentes lithologies.

2. LES MURS EN BRIQUES CRUES DE PIADENA

2.1 Description

L'architecture de terre du territoire qui se trouve entre Crémone et Mantoue près de la confluence de la rivière Oglio dans le fleuve Pô remonte au XIX^e siècle. Il s'agit d'une architecture qui utilise les briques crues pour bâtir les murs des édifices ruraux (fermes, entrepôts etc.) et qui fabrique ces briques avec un mortier dépourvu de chaux (Fig.2). Dans ce territoire l'architecture en terre a ses origines dans les murs en briques crues trouvés au cours des fouilles archéologiques des villes romaines de Cremona_(Crémone) et de Bedriacum (Calvatone) (PASSI PITCHER, 2007; GRASSI, 2007).



Figure 2. Un mur rural de Vho (Piadena) Les briques crues se trouvent dans la partie centrale; les parties inférieures et supérieures sont fabriquées avec la brique cuite.

La brique crue était fabriquée avec un moule prismatique, les dimensions mesurées sur les bâtiments examinés (Fig.3) sont presque les mêmes fixées sur la pierre du Baptistère de Crémone (Fig.4). À ce sujet on peut citer le traité “La nuova architettura civile e militare” publié à Crémone par CAPRA (1717); les mesures gravées sur le Baptistère y sont citées exactement.



Figure 3. Brique crue: longueur 28 cm - largeur 13,5 cm - épaisseur 6 cm.



Figure 4. Les dimensions des briques fixées sur la pierre du Baptistère de Crémone (voir A. Capra 1717)

La forme des moules est illustrée dans la traduction incomplète du traité de Vitruve *De Architectura* publiée à Venise par RUSCONI (1590). La gravure du Livre II, à la page 32, montre une équipe de travailleurs qui pétrissent l'argile avec la paille et, à l'aide de moules, préparent les briques à faire sécher (*Gruppo di persone che impastano terra e paglia e con l'ausilio di forme predispongono i mattoni ad essiccare*) (Fig.5). Les mêmes moules étaient encore utilisés, au XX^e siècle, pour la préparation de briques cuites dans une manufacture de Villa Pasquali (prov. Mantoue) (Fig.6).



Figure 5. Une équipe de travailleurs pétrissent l'argile avec la paille et préparent les briques crues à l'aide de moules (gravure de G. Rusconi 1590)

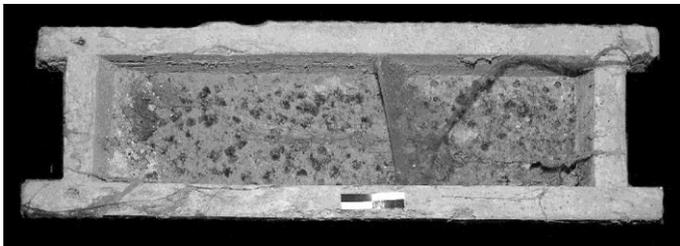


Figure 6. Moule utilisé au XX^e siècle pour la préparation de briques à Villa Pasquali (Mantoue)(longueur de la barre 4 cm).

2.2 Résultats

On a étudié un mur rural de Vho (Piadena), une ville près de la rive droite de la rivière Oglio à 25 km à l'est de Crémone. Les briques crues se trouvent dans la partie centrale du mur sur une hauteur de 150 cm sur les 320 cm de la hauteur totale (47%). La partie inférieure (150 cm, soit 47%) est fabriquée avec la brique cuite. La partie supérieure (20 cm, soit 6%) est fabriquée encore avec la brique cuite couverte avec une rangée de tuiles. Les mesures des briques crues sont: 28 cm de long - 13,5 cm de large et 6 cm d'épaisseur. Les briques sont mises en oeuvre avec un mortier de terre crue totalement dépourvu de chaux; les joints ont 1,0-1,5 cm d'épaisseur. Les murs étaient recouverts avec un enduit qui évitait aux briques le contact direct avec la pluie et les autres agents atmosphériques.

Les échantillons de brique et de mortier ont été analysés par la diffraction au rayon-X pour détecter la composition minéralogique et par la microscopie optique en lumière polarisée (lame mince) pour détecter la fraction grossière.

La matière première des briques est une argile composée de illite et de chlorite, les autres minéraux sont le quartz, la calcite, la muscovite et d'autres silicates. Les cristaux de quartz ont 40-80 µm de long avec un contour anguleux et une cassure conchoïdale (Fig.7). La paille, un composant habituel des briques crues, est absente.

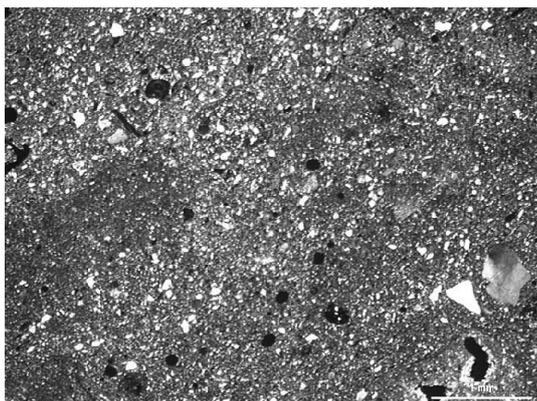


Figure 7. Echantillon de brique crue (microscopie optique en lumière polarisée, lame mince).

La même argile de la brique a été détectée dans le mortier, mais ici la fraction quartzreuse a une granulométrie différente: les cristaux de quartz ont 100-200 μm de long (max. 700 μm) (Fig.8).

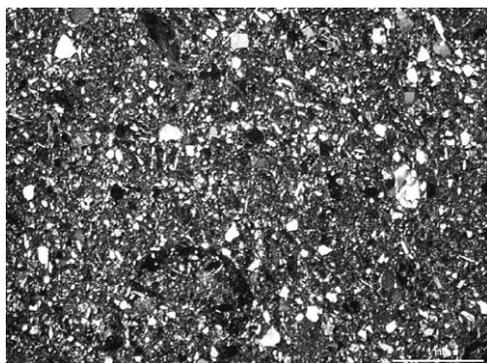


Figure 8. Echantillon de mortier (microscopie optique en lumière polarisée, lame mince).

L'exposition des briques et des mortiers aux agents atmosphériques est facilitée par la chute des enduits. Ceux-ci sont tombés pour la plupart à cause du manque d'entretien. La surface des briques est touchée par la formation d'écailles, ce phénomène de détérioration est accéléré par le climat particulier de la plaine. La pluviosité moyenne annuelle (650 mm) est bien répartie dans les quatre saisons, la variation de la température montre le minimum en janvier (0/-6°C) et le maximum en juillet (28/32°C) (MIN. LAVORI PUBBLICI, 1913).

Aujourd'hui les réfections dans les murs sont réalisées avec des briques cuites et avec des mortiers à base de ciment Portland.

2.3 Provenance des matières premières

Le territoire près de Piadena se trouve entre la rive droite de la rivière Oglio (au Nord) et la rive gauche du Pô (au Sud) et se présente avec les caractéristiques typiques de la plaine alluviale. Les lits des fleuves sont occupés par les alluvions récentes constituées surtout d'argiles sableuses avec des intercalations de sable. Sur le talus qui délimite au Sud le lit de l'Oglio, se trouvent les dépôts fluviaux du Würm constitués de sables avec des intercalations soit d'argile brunâtre et de sable, soit d'argile et de limon. Autour de Piadena il y a le dépôt de l'Interglacial Riss - Würm constitué d'argile jaunâtre et de sable. L'argile est donc disponible au-dessous du sol, sans besoin de creusement (PETRUCCI & TAGLIAVINI, 1969). On a effectué une comparaison entre l'argile utilisée pour les briques de Piadena et l'argile qu'on a échantillonnée dans les dépôts du Würm près de la rivière Oglio: les dimensions (40-80 μm) et la morphologie des cristaux de quartz de l'argile utilisée pour la brique et ceux de l'argile échantillonnée sont les mêmes (Fig. 9a, b).

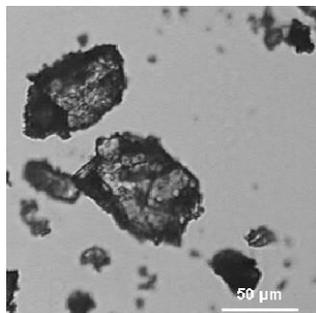


Figure 9a. Cristaux de quartz de la brique (microscopie optique).

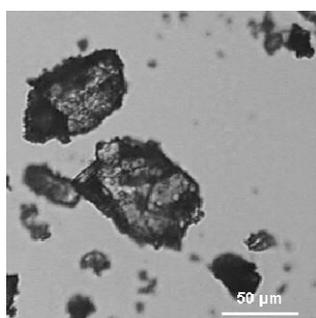


Figure 9b. Cristaux de quartz de l'argile (microscopie optique).

3. LA BRIQUE CRUE PAR LES AUTEURS ANCIENS

La brique crue (anglais: adobe) est une des différentes techniques qui peuvent être employées pour la construction des édifices en terre; les autres techniques sont le pisé (anglais: rammed earth between form-work) et le torchis (anglais: mixed earth with reed-matting or timber tie-beams).

On cite ici une série d'ouvrages (latins, italiens et français) où se trouve une description de l'architecture en terre et, en particulier, de la brique crue (matières premières, méthode de fabrication, formes et dimensions). Dans la plupart des cas la description est peu détaillée en témoignage de la faible considération réservée à cette technique de bâtir.

L'usage de la brique crue est très ancien, selon le témoignage de la BIBLE: "Ce jour-là même, Pharaon donna cet ordre aux exacteurs du peuple et aux scribes: «Vous ne donnerez plus, comme on l'a fait jusqu'ici, de paille au peuple pour faire des briques; qu'ils aillent eux-mêmes en ramasser. Néanmoins vous leur imposerez la quantité de briques qu'ils faisaient auparavant, sans en rien retrancher (...).»"

L'architecture de terre était très répandue à l'époque romaine: à ce propos il est intéressant de noter que la langue latine a un terme (*later*) pour indiquer la brique crue et un autre terme (*testa*) pour indiquer la brique cuite. Beaucoup de langues européennes ont un seul terme pour indiquer

les deux types de briques (italien: mattone; allemand: ziegel; espagnol: ladrillo; portugais: tijolo), tandis que le turc a lui aussi deux termes différents (kerpiç and tuğla).

Cependant les écrivains latins dédient peu de lignes à l'architecture de terre, mais ces lignes sont suffisantes à montrer que les techniques sont restées les mêmes pendant les siècles.

Vitruve dans son traité *De Architectura* (VITRUVÉ, 1931) s'occupe de la brique crue (lateres) dans le troisième chapitre du deuxième Livre. Il donne des indications sur la terre à choisir (terra albida cretosa sive rubrica) et sur la terre à écarter (harenosum neque calculosum neque sabulonolum lutum), le mélange avec la paille (palea), la meilleure période pour la fabrication (vernum tempus et autumnale) et le long séchage avant l'usage (lateres maxime utiliores erunt, si ante biennium fuerint ducti) qui prévient les défauts (lateres rimosi facti efficiuntur imbecilli). Les formes décrites sont trois: Lydion (un pied et demi de long et un pied de large), Pentadoron (cinq palmes) et Tetradoron (quatre palmes). Et encore, dans le huitième chapitre du même livre, l'Auteur en décrivant les espèces de maçonnerie fait mention des murs en brique crue (latericii parietes) pour les édifices extra-urbains (extra urben opus): pour les protéger de l'infiltration des eaux des averses (ex imbris aqua perpluere), il faut terminer les murs avec une rangée de briques cuites (structura testacea) avant de mettre en oeuvre les tuiles (tegulae).

L'autre source latine qui décrit les matériaux de construction se trouve chez Pline dans son *Histoire naturelle* (PLINE, 1962). Le livre XXXV^e (§48-49) s'occupe de la terre soit pour la technique du pisé soit pour la technique de la brique crue. Le pisé (parietes formacei) est considéré très solide et utilisé surtout en Afrique et en Espagne. La brique crue (later) est décrite pour la terre à choisir, la période de fabrication et le temps de maturation. Les trois formes de briques sont celles déjà citées par Vitruve. Enfin l'Auteur décrit les exemples les plus importants de l'architecture de terre en Grèce et en Asie Mineure.

Les écrivains latins qui s'occupèrent de l'agriculture ont laissé un témoignage sur l'emploi des briques crues dans l'architecture rurale: CATON (II^e siècle av. J.-C., 1864), VARRON (I^{er} s. av. J.-C., 1864) et PALLADIUS (IV^e s. ap. J.-C., 1843): ce dernier, non seulement décrit la méthode pour la fabrication des briques à la manière de Vitruve, mais il décrit aussi l'usage des briques cuites dans la partie supérieure des murs bâtis avec les briques crues. Au contraire COLUMELLE (I^{er} s. ap. J.-C., 1864) décrit seulement les activités agricoles.

Caton - L'Auteur, à-propos des maisons de campagne, cite les matériaux pour bâtir: pierre (lapis), chaux (calx), sable (arena), eau (aqua), paille (palea) et terre (terra).

Varron - L'Auteur décrit les manières de bâtir les clôtures des fermes "(...) en maçonnerie, et de quatre sortes de matériaux: de pierres de taille (lapis) comme à Tusculum (Frascati), de briques cuites (later coctilis) comme dans la Gaule, de briques crues (later crudus) comme dans les champs sabins, enfin de blocs composés de terre et de cailloux jetés en moule (terra et lapilli in formis), comme en Espagne et dans la plaine de Tarente."

Palladius - "Si vous voulez que les murailles du maître-logis soient en briques (lateritii parietes), ayez soin, lorsqu'elle seront achevées, d'élever sur la partie supérieure qui dominera la charpente, une maçonnerie en terre cuite (structura testacea) d'un pied et demi avec des corniches saillantes, afin que si les tuiles ou les gouttières viennent à se dégrader, la pluie ne s'infiltrer pas dans le mur."

La description "de la confection des briques" se trouve dans le Livre VI, chap. XII

La plupart des traités publiés en Italie de la Renaissance jusqu'aux premières années du XIX^e siècle n'est que la traduction du traité de Vitruve enrichie de notes explicatives. Les traductions les plus importantes sont celles de CESARIANO (1521), de BARBARO (1567), de RUSCONI (1590), de GALIANI (1758), de ORSINI (1802), de AMATI (1829).

Cesariano et Barbaro. Leurs notes sont très vagues à-propos des briques crues (Ces.: "Ma nota alcuni voleno che queste generatione de lateri se debeno intendere non essere mai coquendi in fornace" – Bar.: "Dei mattoni alcuni si cuocevano altri si lasciavano crudi").

Galiani, Orsini et Amati. Ces Auteurs remarquent seulement l'usage ancien des briques crues (Gal.: "gli Antichi usarono molto i mattoni crudi fatti di creta soda impastata con paglia e lasciavansi asciuttare per più anni" – Ors.: "gli Antichi usarono i mattoni crudi e lasciavansi asciuttare per parecchi anni" – Am.: "gli Antichi usarono i mattoni crudi i quali lasciavansi asciuttare per alcuni anni").

On a déjà cité le traité de G. A. Rusconi où sont illustrés les moules utilisés pour la préparation des briques crues.

Au delà des traductions de Vitruve il y eut, en Italie, un grand nombre de Traités d'Architecture qui traitent la brique crue, les plus importants sont: ALBERTI (1452), PALLADIO (1570), SCAMOZZI (1615), MILIZIA (1785) et CAVALIERI SAN BERTOLO (1840).

Alberti. L'Auteur met en évidence l'avantage des édifices bâtis avec la brique cuite (nihil ad omnis aedificationum usus invenire commodius lateri non crudo veum cocto - aucun matériau est plus convenable pour l'usage dans les bâtiments que la brique, pas crue naturellement, mais cuite. II, 10), mais il loue la résistance et la salubrité des murs bâtis avec des briques crues (Pariis crudo ductus lateri, valetudini habitantium aptus et contra ignes tutissimus cum sit, tum et terraemotibus non multo commovetur; se idem, ni fiat crassior, contignationes non tollerat - Un mur bâti avec les briques crues c'est profitable à la santé des habitants de l'édifice, il résiste très bien aux incendies et il ne subit pas de dégâts excessifs lors de tremblements de terre, mais il ne soutient pas les plafonds si ce n'est qu'avec une épaisseur convenable. III, 11). Enfin, la technique du pisé est citée à-propos des maçonneries bâties en Afrique [(...) duabus utrinque seu tabularum seu craticiorum spondis adactis (...) terram lentosam humectatione et subactione redditam ductibilem inculcant pede et planatoriis vectibus. (...) spartum aut maritimum iuncum luto immiscent - On dispose deux bords de planches ou de clayons (...) on tasse avec le pied et avec les dames, une terre gluante rendue malléable avec l'arrosage et le pétrissage. (...) on mêle à la boue le spart ou le jonc. III, 11].

Palladio. L'Auteur cite les mots de Vitruve à-propos de l'argile, de la fabrication, de la maturation, des dimensions des briques. Cependant tout paraît rapporté aux briques cuites.

Scamozzi. L'Auteur décrit avec grande précision les terres et les argiles qu'on doit utiliser pour la fabrication des briques. Les briques crues sont décrites dans les bâtiments de l'Antiquité [Libro VII, cap. XV, pag. 218-19: "Si vede (...) che gli Antichi per molto tempo non usarono a cuocer i laterculi o mattoni, ma li adoperavano crudi (...)"] et dans les bâtiments de la plaine du Pô près de Ferrare et Mantoue [Libro VII, cap. XV pag.219: "(...) le case de laterculi si marcirono essendo fatti teneri, e molli, e deboli a sostenere il peso, dove è da credere che rovinassero senz'altro; come fanno in molte terre e villaggi nel Ferrarese e Mantovano con il crescimento del Po (...)"]. Il reporte des exemples des murs de l'Espagne avec un mortier de terre et il décrit aussi la technique du pisé, choisie pour l'absence de chaux [Libro VIII, cap. IX pag. 303: "In buona parte delle province di Spagna (...) per la carestia delle calci (...) mettono

tavole posticce (...) fra le quali riempiono di terra spruzzata, e ben calcata tenace, e di color rossiccio (...)].

Milizia. L'Auteur décrit la préparation des briques suivant le texte de Vitruve, et il conseille résolument les briques cuites à cause de leur résistance ["Gli antichi usarono due sorti di mattoni, o cotti nelle fornaci, o crudi disseccati soltanto all'aria. Vitruvio, benché conoscesse che i mattoni cotti sieno incomparabilmente preferibili ai crudi, pure non descrisse se non la maniera di far questi" - "Fra le rovine antiche non si sono mai scoperti mattoni crudi (...) forse perché la pioggia a lungo andare li ha stemprati e disfatti. Per questa ragione sono stati sostituiti i mattoni cotti, e di questi soli si deve far uso nelle fabbriche"].

Cavaliere. L'Auteur dédie un chapitre à la description des pierres artificielles. Les premières sont les briques crues et il décrit, en suivant Vitruve, la terre à utiliser, les saisons, l'eau, les formes; mais il pense que la brique cuite donne un meilleur comportement. La technique du pisé est aussi bien décrite en se référant à l'architecture rurale de la France. [§514: "(...) La cottura rende i laterizi più leggeri, ne aumenta notabilissimamente la durezza, e la resistenza, e sopra tutto comunica ad essi la facoltà di reggere alle intemperie, della quale vanno sforniti mentre sono crudi." - §515: "I mattoni crudi non s'impiegano ordinariamente nella costruzione de' muri se non sono perfettamente disseccati ed induriti (...). Si ha tuttavia un genere di struttura, che i Francesi chiamano pisé, in cui la terra si adopera cruda ed umida a formare le masse murali, entro grandi forme posticce di tavole (...)]."

Le texte de Vitruve fut traduit en langue française par MARTIN (1547), PERRAULT (1673) et MAUFRAS (1826). À-propos de la brique crue, sont intéressantes les notes que les traducteurs ajoutèrent au texte de Vitruve.

Martin. Il n'y a pas de notes et l'Auteur traduit seulement les mots de Vitruve.

Perrault. "Les briques dont Vitruve parle ici ne sont point cuites, mais seulement sechées par un long temps, comme de quatre et cinq années. C'est pourquoi on y mêlait de la paille, ou du foin, de même qu'on fait en plusieurs endroits en France ou les cloisonnages et les planchers sont faits d'une composition de terre grasse pétrie avec du foin, apellée torchis, parce que cette composition est entortillée au topur de plusieurs bâtons en forme de torche."

Maufras. "Les Romains se servaient de deux espèces de briques, les unes cuites, les autres crues (...) (note 27, page 211) - (...) Dans ces briques [non cuites], sechées seulement on mêlait de la paille et du foin. On se sert encore aujourd'hui presque partout en France d'une composition semblable appelée torchis; on en fait des cloisonnages et de planchers (note 28, page 211). (...) Ces murs (de briques crues), dit Plin, durent éternellement quand ils sont bien d'aplomb. Il y a beaucoup d'exagération: car quelque bien établis que soient des murs de briques, peuvent-ils résister au passage des siècles, comme le granit et le marbre? (...)" (note 34, page 213).

En France aussi on a publié beaucoup d'autres Traités de l'architecture qui décrivent la fabrication et l'usage de la brique crue: FELIBIEN (1676), BRISEAUX (1728), BELIDOR (1729), BLONDEL (1752), DIDEROT & DALEMBERT (1751), D'AAVILER (1755), JOMBERT (1768), QUATREMER de QUINCY (1788), Rondelet (1802) et COINTERAUX (1790, 1791). Il est significatif de souligner que la même définition de la brique est répétée par plusieurs Auteurs.

Felibien. “Les principales matières nécessaires pour bâtir, sont le Bois, le Sable, les Pierres et la Terre; car de la terre on fait les briques et les tuiles et de la pierre l’on fait la chaux”.

Felibien. “Brique. (...) Les Anciens se servaient de briques cuites au fourneau et d’autres non cuites, mais séchées à l’air pendant plusieurs années (...)”.

Briseux. L’Auteur décrit les règles pour fabriquer les briques cuites: la matière première (terre grasse et fine), le mélange avec “de la bourre et du poil de boeuf”, les temps de séchage (automne et printemps). Mais il ajoute: “(...) Les anciens se servaient de briques qui n’étaient point cuites, mais seulement séchées pendant quatre ou cinq ans, ils y mêlaient de la paille hachée (...)”. Enfin il rappelle les briques non cuites des forteresses Vénitiennes.

Bélidor et Blondel. Les Auteurs décrivent seulement la fabrication de la brique cuite.

Diderot. “Brique. Sorte de pierre factice, de couleur rougeâtre, composée d’une terre grasse, pétrie, mise en quarré long dans une moule de bois, et cuite dans un four, où elle acquiert la consistance nécessaire au bâtiment. (...)”. L’usage de la brique crue est cité seulement à-propos des antiquités de l’Asie.

D’Aviler. “Brique. Sorte de pierre factice, de couleur rougeâtre, composée d’une terre grasse pétrie, mise en quarré long dans une moule de bois, et cuite dans un four, où elle acquiert de la dureté (...)”

Jombert. “Brique. C’est une sorte de pierre factice, de couleur rougeâtre, formée d’une terre grasse pétrie, mise en quarré long dans une moule de bois, sechée à l’ombre, et cuite dans un four, où elle acquiert la dureté et la consistance nécessaire pour le bâtiment.(...)”

Quatremère de Quincy. “Brique. Sorte de pierre factice, de couleur rougeâtre, composée d’une terre grasse, pétrie, mise dans une moule de bois, et cuite dans un four, où elle acquiert la consistance nécessaire au bâtiment. (...)”

Rondelet. La description occupe plusieurs pages et comprend, après la définition du terme et l’histoire de l’usage dans les siècles, une reproduction du texte latin de Vitruve avec une précise traduction à côté, les différentes dimensions des briques, les espèces de terre à utiliser, la méthode de fabrication et l’exemple de l’architecture de terre en Perse (Iran). “Dans plusieurs départements de la France, tel que ceux de la Somme, de l’Oise, de l’Aisne et de la Marne, on fait des murs et remplissages de pans de bois et cloisons, avec un mélange de terre broyée avec de la paille ou du foin, qu’on appelle torchis, qui ne vaut pas les briques crues.”

Rondelet. “Le pisé est une manière de construire en terre, qui est encore plus simple que celle de bâtir en briques crues”. La description de cette technique est aussi précise que la précédente (diffusion de la technique, méthode de fabrication, dimensions des planches). L’Auteur réporte la citation de Pline sur la terre et conseille aussi le texte de Cointeraux pour “faire usage de cette manière économique de bâtir”. Les briques cuites forment l’argument du troisième article.

Le traité de Rondelet, traduit en langue italienne, fut publié à Mantoue (1832) et à Naples (1840), la traduction de Basilio Soresina fut accrue par Raffaele Pepe.

Les plus intéressants sont les textes de Cointeraux exclusivement consacrés à l’architecture de terre et, en particulier, au pisé. La diffusion de ces textes est témoignée par la traduction presque

immédiate en langue italienne publiée à Florence par DEL ROSSO (1793). Le traducteur a pour but de réintroduire l'usage de la terre comme matière première pour l'architecture rurale.

Cointeraux (1790). "Avis (...) Avec ce traité, on évitera les fautes ruineuses que l'on fait toujours en bâtiment; on saura faire le choix du genre de construction que l'on aura à faire et donner la préférence aux matériaux que produira le canton. Et lorsque la pierre ne sera pas bien abondante, on apprendra que le pisé peut la remplacer avec le plus grand succès et la plus grande économie, sans produire moins de solidité."

Cointeraux (1791). "Introduction. La possibilité d'élever les maisons de deux, même de trois étages avec la terre seule (...) étonne tout le monde, ou plutôt tous ceux qui n'ont pas été à la portée de voir ces constructions originales (...)"

Del Rosso. Discorso preliminare: "(...) Il soggetto di quest'opera è la ripristinazione dell'antico lodevolissimo uso di costruire all'aperta campagna le Case rurali, e qualsivoglia altra Fabbrica, di quella ampiezza che il proprietario desidera, e d'una sicurezza tale da equiparare qualunque altro edificio della miglior costruzione senza porre in uso altri materiali fuorché la semplice terra, che il suolo produce (...)".

4. CONCLUSIONS

L'architecture de terre est documentée dans différentes parties de l'Italie (BERTAGNIN, 1999; GILIBERT & MATTONE, 1998; SCUDO & SABBADINI, 1997). En particulier, on cite le Piémont (Novi Ligure - prov. Alessandria) et l'Emilie (Ferrare); les Marches (Corridonia - prov. Macerata) et les Abruzzes (Casalincontrada - prov. Chieti) et l'île de Sardaigne (plaine du Campidano, prov. Cagliari).

Le territoire situé entre Pô et Oglio dans la province de Crémone, près du centre géographique de la plaine du Pô, présente lui aussi une intéressante architecture de terre comprenant des bâtiments ruraux en briques crues fabriqués avec les argiles des dépôts alluviaux de la plaine, sans l'adjonction de paille.

Une analyse des textes latins sur l'architecture et sur l'agriculture et des textes imprimés et publiés à partir de la Renaissance (traités d'architecture et traductions de Vitruve en Italie et en France) révèle une certaine pauvreté de renseignements sur l'architecture en terre: les Auteurs signalent surtout la réduite résistance des édifices bâtis avec la brique crue en comparaison aux édifices bâtis avec la brique cuite. Scamozzi témoigne la présence de maisons en briques crues dans la plaine du Pô, maisons mouillées par les crues du fleuve. Seulement au XIX^e siècle, avec Rondelet et Cavalieri San Bertolo, on trouve un développement complet de l'argument.

RÉFÉRENCES

ALBERTI L B. (1485). De re aedificatoria libri decem, Firenze. Liber II,10; Liber III,11.

AMATI C. (1829). Dell'Architettura di Vitruvio Libri dieci (...), Milano. Libro Secondo, Capo Terzo De' mattoni crudi.

BARBARO D. (1567). I dieci libri dell'Architettura di M. Vitruvio tradotti e commentati (...), Venezia. Libro Secondo, Cap. III Dei Mattoni.

- BELIDOR B.F. (1729). La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile, Paris. Livre troisième, chapitre deuxième Où l'on considère les qualités de la brique et la manière de la fabriquer pag. 5-7.
- BERTAGNIN M. (1999). Architetture di terra in Italia. Tipologie, tecnologia e culture costruttive, Monfalcone.
- BLONDEL J.-F. (1752). Architecture française ou Recueil des plans, elevations, coupes et profils des Eglises (...) de la France, Paris. Tome premier, livre premier, De la brique en général - Manière de fabriquer la brique.
- BRISEUX CH.-E. (1728). Architecture moderne ou l'art de bien bâtir pour toutes sortes de personnes, Paris. Chap. VII Des Briques, Ardoises, Tuiles, Carreaux et pavés
- CAPRA A. (1717). La nuova architettura civile e militare. Crémone
Libro secondo - Delle fabbriche. Della fattura delle Pietre che sono necessarie all'Edificio - Cap. I.
- CATON (1864). De re rustica, édition Les agronomes latins, Paris. chap. XIV
- CAVALIERI SAN BERTOLO N. (1840). Istituzioni di architettura stitica e idraulica, Napoli.
Libro terzo, Sezione prima, Capitolo terzo Delle pietre artefatte §514-524.
- CESARIANO C. (1521). - Di Lucio Vitruvio Pollione De Architectura libri dece traducti de latino in vulgare affigurati (...), Come. Liber secundus, De la generatione de li quadrilateri Capo tertio.
- COINTERAUX F. (1790). Ecole d'architecture rurale, Paris.
- COINTERAUX F. (1791). Traité sur la construction des manufactures et des maisons de campagne, Paris
- COLUMELLA (1864). De re rustica, édition Les agronomes latins, Paris.
- D'AVILER A.-CH. (1755). Dictionnaire d'architecture civile et hydraulique et des arts qui en dépendent, Nouvelle édition, Paris.
- DEL ROSSO G. (1793). Dell'economica costruzione delle case di terra, Firenze.
- DIDEROT & DALEMBERT (éditeurs) (1751). Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, Paris. Tome II, pag 421- 423 (par M. de Vandenesse)
- FELIBIEN. (1676). Des principes de l'architecture, de la sculpture, de la peinture et des autres arts qui en dépendent, Paris. Livre premier, chapitre XII Des choses nécessaires à bastir.
- GALIANI B. (1790). L'Architettura di Marco Vitruvio Pollione tradotta e comentata (...), Edizione seconda, Napoli. Libro Secondo, Capitolo Terzo De' Mattoni.
- GILIBERT A. & MATTONE R. (éditeurs) (1998). Terra: incipit vita nova. L'architettura di terra cruda dalle origini al presente, Torino.

- GRASSI M.T. (2007). Calvatone (CR) località Costa di Sant'Andrea. Notiziario 2005 Soprintendenza Archeologica Lombardia : 109-116.
- JOMBERT CH.-A. (1768). Dictionnaire portatif de l'ingenieur et de l'artilleur, Paris.
- LA BIBLE, traduction de A. Crampon (1904). Exode, Livre 5, lignes 6-8, Paris,
- MARTIN J. (1547). Architecture ou art de bien bastir de Marc Vitruve Pollion Auteur romain antique mis de latin en françois, Paris. Second livre, Des quareaux ou tuyles chap. III.
- MAUFRAS CH. (1847). L'architecture de Vitruve traduction nouvelle, Paris. Livre second, III Des briques.
- MILIZIA F. (1785). Principi di architettura civile, Bassano. Parte Terza, Libro primo, Capitolo secondo Dei mattoni.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, Servizio idrologico (1913). Annali ideologici dell'Ufficio Idrografico del Po. Roma.
- ORSINI B. (1802). Dell'Architettura di M. Vitruvio Pollione libri diece, restituti nell'italiana lingua, Perugia. Libro Secondo, Capo Terzo De' mattoni crudi.
- PALLADIUS (1843). De re rustica, traduction Cabaret-Dupaty, Paris. Livre I, chap. XI
- PALLADIO A. (1570). I quattro libri dell'architettura, Venezia. Libro primo, cap. III Delle pietre.
- PASSI PITCHER L. (2007). Cremona piazza Marconi. Notiziario 2005 Soprintendenza Archeologica Lombardia : 107-109.
- PERRAULT J. (1673). Les dix livres d'Architecture de Vitruve, corrigez et traduits nouvellement en françois avec des notes et des figures, 1673. Livre II, chapitre III Des Briques; de quelle terre, en quel temps et de quelle forme elles doivent estres faites.
- PETRUCCI F. & TAGLIAVINI S. (1969). Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 61 Cremona. Napoli.
- PLINE (1962). Histoire naturelle, traduction D.E. Heichholz, London. Livre XXXV chap. 48-49.
- RUSCONI G.A. (1590). Della architettura di Gio. Antonio Rusconi, con Centossessanta Figure disegnatte dal medesimo, secondo i precetti di Vitruvio, e con chiarezza e brevità dichiarate, Libri X. Venezia. Gravure à la page 32.
- QUATREMERRE DE QUINCY (1788). Encyclopedie méthodique. Architecture, Paris. Tome premier.
- RONDELET J.B. (1802). Traité théorique et pratique de l'art de bâtir, Paris. Livre second, Section première, Article premier Des briques crues

RONDELET J.B. (1802). *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, Paris. Livre second, Section première, Article second: Du pisé:

SCAMOZZI V. (1615). *L'idea dell'architettura universale*, Venezia. Parte seconda, Libro settimo, capp. XIV, XV, XVI; Parte seconda, Libro ottavo, cap. IX.

SCUDO G. & SABBADINI S. (1997). *Le regioni dell'architettura di terra. Culture e tecniche delle costruzioni in terra in Italia*, Rimini.

VARRON (1864). *De re rustica*, édition Les agronomes latins, Paris. Livre I, chap. XIV.

VITRUVE (1931). *De Architectura*, traduction F. Granger, London. Livre II, chap. III et chap. VIII.

ENTRE LA PROCEDURE OFFICIELLE ET LA PROCEDURE PARALLELE A QUEL DEGRE LE PLAN TYPE EST-IL APPLIQUE DANS LES COOPERATIVES IMMOBILIERES

Hynda BOUTABBA , Mohamed MILI & Samir-Djemoui BOUTABBA

Institut de gestion des techniques urbaines, Université Mohamed Boudiaf M'sila
hyndabm@caramail.com.

RESUME : Actuellement et ceci à l'échelle mondiale une nouvelle vision de l'espace à bâtir est entrain de se forger avec un urbanisme qui semble accorder une place importante à la maison individuelle et à son corollaire le lotissement résidentiel. Cette alternative réservée aux seules couches aisées est devenue actuellement le souhait de tout citoyen désireux de jouir de son intimité et de sa liberté (JOLY. R, 1976). En effet le désir d'accéder à la propriété d'une maison individuelle s'est développé jusque dans les classes les plus modestes de la population vu la place qu'occupe ce type d'habitat dans la mentalité algérienne, qui sur le plan psychologique fait l'objet d'un individualisme très poussé. Or pour réaliser ce rêve en toute légalité, l'habitant a besoin d'une pièce maîtresse: le permis de construire, qui régit par une réglementation ignorant la réalité sociale des utilisateurs pousse

- L'architecte à dessiner un plan officiel répondant aux directives des services d'urbanisme (la procédure officielle) ;
- L'habitant à le modifier en adoptant un plan parallèle répondant à ses besoins socio physiques. (la procédure parallèle).

Dans le présent papier, nous allons essayer de démontrer les décadences liées à l'attribution de cet outil d'urbanisme en identifiant les causes du non-respect du dossier du permis de construire par l'habitant en mettant en exergue l'intérêt de ces modifications

A travers cette confrontation, nous espérons identifier d'une part les catégories d'espaces architecturaux « officiels » qui font problèmes et d'autre part les alternatives spatiales correspondantes qui préfigurent le type « modifié » pensé et mis en œuvre par l'habitant.

MOTS CLES: Maison individuelle, lotissement résidentiel, permis de construire, procédure officielle, procédure parallèle, outil d'urbanisme

ABSTRACT: At present and this at the world level a new vision to build the space is on her way to come out with a town planning which gives an important place to the individual (single-family) dwellings and its corollary the residential lot. This alternative reserved for the only wealthy classes became actually the wish of any citizen who is eager to enjoy his intimacy and freedom. Indeed, the desire to own property in a single-family dwelling developed to the most modest classes of the population seen the place(square) which occupies this type of habitat in the Algerian mentality, which on the psychological plan been the object of a very pushed

individualism. But to realize this dream in all legality, the inhabitant needs a centrepiece: the building permit, which governs by regulations ignoring the social reality of users grows

- The architect draw an official plan responding to the directives of the services of town planning (the official);
- The inhabitant changes (modifies) it by adopting a parallel plan responding to his socio physical needs (the Parallel procedure).

In the present paper, we are going to try to demonstrate the declines connected to the allocation (attribution) of this tool of town planning by identifying the causes of the non compliance with the file of the building permit by the inhabitant by highlighting the importance of these modifications. Through this confrontation, we hope to identify on one hand the categories of architectural spaces "officials" which make problems and on the other hand the corresponding spatial alternatives which prefigure the implemented "modified" type thought by the inhabitant.

KEY WORDS: House, residential subdivision, building permits official procedure, urban planning tool

1. PERMIS DE CONSTRUIRE

1.1 Définition et champ d'application

Le permis de construire est l'autorisation administrative préalable nécessaire avant une opération de construction. Le droit de l'urbanisme s'est développé autour du mécanisme de l'autorisation administrative préalable, qui assure la sanction des règles d'urbanismes, et la maîtrise des pouvoirs publics sur l'utilisation des sols et des particuliers. C'est aujourd'hui l'ensemble des utilisations des sols, de la plus complexe (l'opération d'urbanisme) à la plus élémentaire (l'édification d'une clôture) qui se trouvent soumis à une telle autorisation préalable. En particulier le droit de construire s'exerce dans le respect des dispositions législatives et réglementaires relatives à l'utilisation des sols. Le permis de construire est l'instrument principal, le plus efficaces et le mieux connu du public '' (MERLIN. Pet CHOAY. F, 1996). Donc toute construction ou transformation de construction est subordonnée à la possession d'un permis de construire.

Les catégories d'opération entrant dans le champ d'application du permis de construire sont :

Les constructions privées et neuves, certains travaux sur constructions existantes lorsqu'ils ont pour effet d'en changer la destination, de modifier leur aspect extérieur (tel que les travaux de surélévation et reprise de gros œuvre) ou leur volume ou bien encore de créer clairement des niveaux supplémentaires.

Le permis de construire est exigé aussi pour les travaux d'aménagement, pour les travaux exécutés sur les constructions existantes lorsqu'ils ont pour effet de modifier

leur aspect extérieur ou leur volume tel que percement ou réduction des baies, de tout changement de crépis ou enduit extérieur.

Le permis de construire constitue un élément crucial de détermination de la qualité urbaine et architecturale future du lotissement dans la mesure où il constitue un instrument essentiel d'orientation de la construction et de l'urbanisme. En effet, il permet de :

- De contrôler les règles techniques de construction ;
- D'appliquer les coefficients d'occupation des sols ;
- De surveiller la qualité architecturale ;
- De prendre en considération l'environnement ;
- De sanctionner les normes d'urbanisme.

I.2 Introduction du permis de construire en Algérie et étape de son évolution

Le permis de construire est entré en vigueur en Algérie par la loi du 7 juillet 1955. En effet l'Algérie s'est vue appliquée la même loi coloniale en matière de permis de construire et ce à partir de 1955 limité à quelques articles du code de l'urbanisme et de l'habitation qui se présentaient en : l'article 7, 8, 9,10 et 89 du 4 alinéa. Son évolution a connu plusieurs étapes.

I.2.1 Obligation du permis de construire ou Loi de 1960

En 1960 et dans le cadre des projets du plan de Constantine, la législation s'est munie des principaux articles du règlement bien que avec des adaptations partielles. Cette loi avait apporté les nouveautés suivantes :

- Le permis de construire s'était substitué à toutes les autorisations des lois antérieures ;
- Le permis de construire était devenu obligatoire (par dérogation aux dispositions des articles 84 et 86 du code de l'urbanisme et de l'habitation) pour toutes les communes de 10.000 habitants autrement dit les communes qui étaient munies d'un plan d'urbanisme. (HAFIANE. A, 1989)

Pour les communes qui n'étaient pas munies d'un plan d'urbanisme, le permis de construire n'était obligatoire que pour les constructions édifiées dans le cadre d'un lotissement et que pour les constructions étatiques sous l'égide des collectivités publiques et leur concessionnaires

I.2.2 Inopérationalité du permis de construire ou ordonnance n°75 –67 du 26 /05/1975

Durant les premières années de l'indépendance, la réglementation coloniale en matière de permis de construire est restée en vigueur et ce jusqu'à la promulgation de l'ordonnance n°75-67 relative au permis de construire et au permis de lotir. Cette ordonnance ainsi que deux circulaires diffusées dans la même année étaient promulguées dans le but de créer des outils solides d'orientation de l'aménagement de l'espace, de la production urbaine et du cadre bâti.

Dix années plus tard ces textes se sont révélés inopérants, difficilement applicable et en constant déphasage par rapport à l'évolution de la situation du terrain.

I.2.3 Abolition du permis de construire ou Loi n°82-02 de 1982

Dans le but de renforcer la nouvelle politique qui était en faveur des investissements sociaux (politique du premier plan quinquennal), un remaniement législatif de la réglementation en vigueur fut instauré en votant la loi n°82 .02 qui était caractérisé entre autre par la décentralisation du pouvoir de décision.

Le permis de construire fut aboli et remplacé par la seule approbation du lotissement et des plans types furent distribués aux bénéficiaires en même temps que l'arrêté de la cession du terrain

2. LES COOPERATIVES IMMOBILIERES : CHAMP D'APPLICATION DES PLANS TYPES

2.1 Contexte Général dans Lequel sont apparus les plans-types

Les plans types furent attribués aux acquéreurs de lot suite au remaniement législatif de 1982 avec la promulgation de la loi N° 82-02. Cette loi avait deux objectifs :

- encourager la promotion immobilière ;
- améliorer l'habitabilité du logement en introduisant les éléments de confort élémentaire dans la conception du plan.

Cette loi dispensait les acquéreurs des lots communaux des procédures habituelles de permis de construire. Ce dernier fût en quelque sorte aboli. (MUC, 1990)

Les bénéficiaires de la cession du lot pouvaient alors engager directement les travaux de construction qui devaient être en principe réalisé conformément avec le cahier des charges et avec les plans-types délivrés en même temps que l'arrêté de cession du lot de terrain.

Les plans-types concernaient beaucoup plus les coopératives immobilières les acquéreurs étaient alors obligés de choisir une des trois variantes offertes par l'A.P.C (Abolition du permis de construire) sans cela, cette dernière ne leur attribuera guère l'autorisation de construire.

Force est de constater que ce n'est pas toujours le cas. Trois positions sont observées.

2.1.1 L'acquéreur rejette dès le début le plan type (nourri par l'idée qu'ils ne sont pas bien conçus) et suite à des interventions, l'autorisation de construire lui est attribuée malgré que les plans associés à la demande sont différents des plans proposés par l'APC.

Dans ce cas le coopérateur fait appel a un bureau d'étude et construit conformément aux plans dessinés par ce bureau, et ignorant complètement les variantes de la coopérative.

2.1.2 L'acquéreur (le coopérateur) choisit au hasard une des variantes proposées par l'A.P.C. afin d'obtenir l'autorisation de construire. Une fois l'autorisation acquise, il construit à sa manière selon « ses goûts » ;

2.1.3 Le coopérateur choisi une variante construit conformément à ce plan-type mais toujours avec une exactitude relative en apportant certaines modifications qu'il juge convenable voire tableau ci- dessous

	Nbre de lots	Rejet du plan type	%	Respect du plan type	%	Modification du plan type	%
<i>Coopérative Ennasser</i>	24	22	91.66	00	0	02	8.34
<i>Coopérative Houari Boumediene</i>	18	09	50	04	22.22	05	27.77
<i>Coopérative El Amel</i>	31	20	64.51	00	00	11	35.47

Tableau 1. Nombre de respect et de rejet du plan – type
Source : Boutabba hynda, 2001

On remarque que 69.9 % ont rejeté le plan-type, 5.5 % l'ont respecté et 24.6 % l'ont modifié.

3. MODIFICATION ENREGISTREES

Le plan type n'a pas enregistré le taux de réussite escompté. En effet 24.9% des acquéreurs qui ont accepté de l'adopter l'ont modifié. Ces modifications se résument en :

3.1 Modifications enregistrées au niveau du plan et de la façade

On s'est limité aux éléments qui ont une incidence directe sur le paysage urbain

3.1.1 - Au niveau du plan

3.1.1.1 Modification de la cour

On a constaté que la modification de la cour est la transformation la plus fréquente deux cas sont enregistrés, le cas le plus répandu est : le rétrécissement de la largeur de celle –ci en ajoutant une a deux chambres. Cette modification est observée dans les parcelles dont la surface varie de 180 m² à 120 m².

Par contre le deuxième cas est plus rare : l'agrandissement de la cour. Cette modification est observée dans les parcelles dont la superficie excède 350 m².

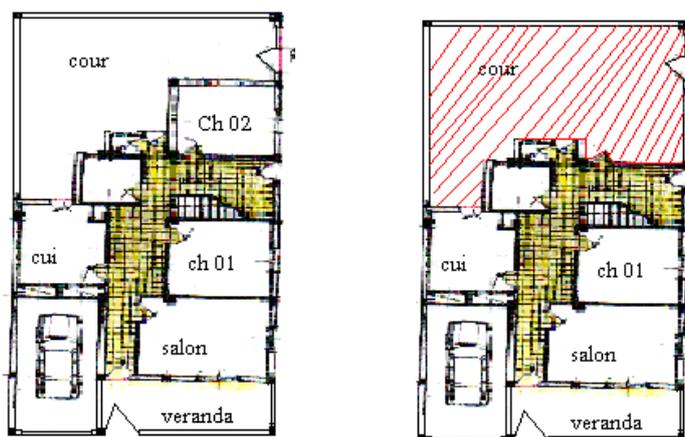


Figure1. Modification de la cour Rajout d'une chambre
Source : Boutabba hynda, 2001

3.1.1.2 Rajout d'un garage

Voué à des fins locatives commerciales, c'est la deuxième modification dans l'ordre des importances. En effet, la création de locaux commerciaux au rez-de-chaussée des maisons est devenue une véritable épidémie même dans les lotissements à caractère strictement résidentiel ou le garage est normalement prévu pour le stationnement des voitures personnelles.

Le rajout du garage est une source financière supplémentaire au père de famille, soit par l'intermédiaire de la location à des tiers personnes, soit par création d'un commerce permettant l'emploi d'un membre de la famille.

3.1.1.3 Récupération de la véranda

C'est la modification la moins enregistrée deux cas sont à observer :

- La véranda est annexée au salon ;



Figure 2. Annexion de la véranda au salon

Source : Boutabba hynda, 2001

- La véranda avec son espace vert est remplacée par une chambre a travers la quelle, le propriétaire affirme son attachement a son mode de vie originel *bit el bagura* .Avec ce rajout selon les propres termes de l'habitant « ma maison répondra au mode de vie urbain et n'exclue surtout pas mon mode de vie traditionnel »

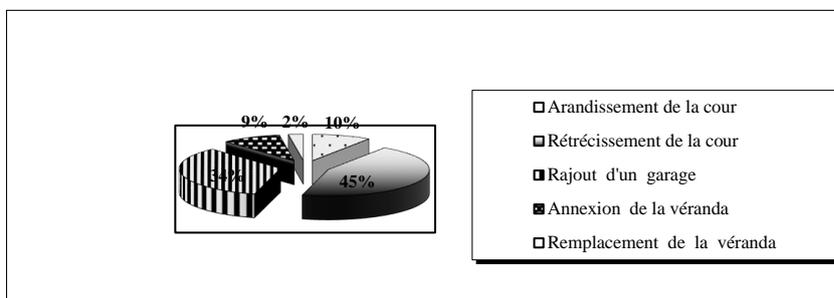


Figure 3. Transformations enregistrées au niveau du plan

Source : Boutabba hynda, 2001

3.1.2- Au niveau de la façade

En plus des modifications concernant l'utilisation ornementale des constructions, on observe d'importantes transformations qui se présentent comme suit :

3.1.2.1 Rajout d'un étage

Ce dépassement s'effectue par étape en commençant par le rajout à la buanderie (prévue par l'architecte) située au dernier étage une première chambre, puis une deuxième et finir en fin de compte par l'occupation totale du niveau. Ce malgré l'interdiction formelle du cahier des charges de dépassement d'une certaine hauteur ou d'un certain niveau et malgré l'incompatibilité avec les règles de prospect

Cette élasticité verticale est le résultat soit d'un réajustement de l'espace à la taille de la famille (abriter un fils marié) soit montrer sa richesse balançant ainsi toutes les règles d'architecture et d'urbanisme en vigueur

3.1.2.2 Surélévation du mur de clôture

Afin de s'abriter des regards indiscrets ainsi que pour des buts sécuritaires

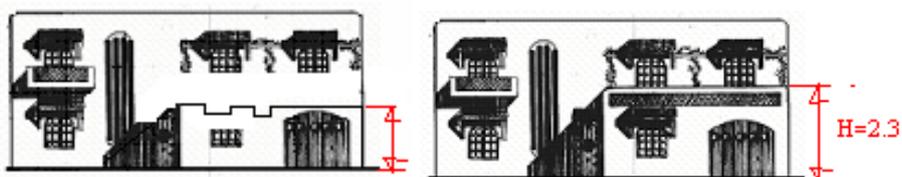


Figure 4. Surélévation du mur de clôture/ variante 01

Source : Boutabba hynda, 2001

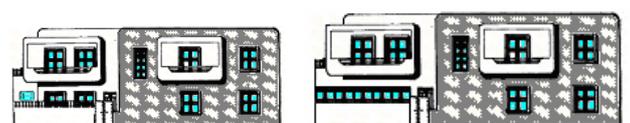


Figure 5. Surélévation du mur de clôture / variante 02

Source : Boutabba hynda, 2001

3.1.2.3 Transformation des balcons

Pour en faire des espaces appropriés de l'intérieur en les fermant de grilles de fer forgés et des fois même en parpaing ou en brique.

3.1.2.4 Transformation des dimensions des ouvertures (portes et fenêtres)

Et des fois même de leur formes pour quelles soient aussi belles que celles du voisin ou d'un parent dont l'habitation se trouve par fois même dans un autre lotissement (régit par un autre cahier des charges)

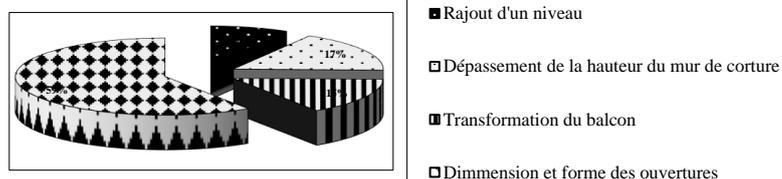


Figure 6. Transformations enregistrées au niveau de la façade

	N°	Modifications enregistrées	Nombre de cas
Au niveau du plan	01	Rétrécissement de la cour	38
	02	Agrandissement de la cour	08
	03	Rajout d'un garage	29
	04	Annexion de la véranda	08
	05	Remplacement de la véranda	02
	06	Rajout d'un étage	05
Au niveau de la façade	07	Sur élévation du mur de clôture	10
	08	Transformation du balcon	09
	09	Transformation des dimensions et de la forme des ouvertures	35

Tableau 2. Modifications enregistrées

Source : Boutabba Hynda, 2001

CONCLUSION

Les causes du rejet peuvent se résumer comme suit :

- 1- 58 % des gens interrogés ont répondu que le plan-type proposé par l'état ne reflétait pas la vie sociale des habitants ;
- 2- 42% d'entre eux ont répondu qu'ils n'étaient pas fiables (des trames de 9m d'entre axe), architecturalement parlant, ils étaient mal conçus.

L'acquéreur de lot à M'sila (Algérie) peut être identifié au malade qui pour se guérir développe un anticorps. Notre habitant développe comme la bien défini Daniel pinson " une résistance à " une pédagogie " très orientée de l'évolution d'un mode de vie voulu par l'administration. Il retourne alors le model architectural qui lui est imposé par la réglementation vers son propre model qui est en accord avec "les schémas conscients intériorisés structurant sa manière d'habiter. D'ailleurs M. cote, 1979 a explique dans maints ouvrages que l'espace ne pourra jamais être subi, mais vécu, assumé et intériorisé.

L'acquéreur du lot, ne respecte pas le plan type car " la pédagogie étatique "en matière de lotissement ne prend pas en considération la réalité sociale – physique de l'habitant.

Il s'agit là d'une incommunicabilité issue d'une procédure qui fait préexister les plans avant toutes suggestions du propriétaire. L'acquéreur est donc confronté à un document qui lui dicté à priori son mode futur d'habiter

Suite au faible écho trouvé par les plans-types, cette procédure s'est vue rejetée au profit d'une conception résultant d'une concertation entre client et architecte.

En effet l'architecte s'est vu confier la mission d'établir avec les acquéreurs des lots, des plans conciliant à la fois la volonté du client et le respect du règlement, rompant ainsi avec l'idée « du standard » soutenu par la politique de l'époque.

REFERENCES

- ANNELISE. G. (1977). Quartier et unité de voisinage dans la pratique urbanistique française, thèse de doctorat troisième cycle, non éditée, école d'architecture de Strasbourg, France.
- BOUTABBA H. (2001). Le lotissement légal entre la procédure « officielle » et la procédure parallèle cas de la ville de M'sila, Thèse de magister non éditée, M'sila, Algérie.
- HAFIANE A. (1976). Les défis à l'urbanisme, office des publications universitaire Alger, 1989.
- JOLY R. (1976). Racines historiques du lotissement, DUNOD édition, paris, France.
- MINISTERE DE L'URBANISME ET DE LA CONSTRUCTION M.U.C. (1990). Aménagement des lotissements Recommandations, office des publications universitaires, Alger, Algérie.
- OUAGUADFEL H. (1994). A la recherche d'une modernité habitat tradition et modernité, anonyme
- COTE. M. (1979). Mutations rurales en Algérie: le cas des hautes plaines de L'Est, office des publications universitaires OPU, Alger.
- MERLIN P. & CHOAY F. (1996). Dictionnaire de l'urbanisme et de la construction, DUNOD édition, paris, France.

LA RESTRUCTURATION DE LA VIEILLE VILLE DE M'SILA (ALGERIE). A-T-ELLE STOPPEE SON AGONIE URBAINE ? CAS DU QUARTIER D'EL ARGOUB

Hynda BOUTABBA, Mohamed MILI & Hadda MEZRAG

Institut de gestion des techniques urbaines, Université Mohamed Boudiaf M'sila, Algérie.
hyndabm@caramail.com

RESUME : Avant l'avènement du colonialisme français et à la rive Est de l'oued Ksob, la vieille ville de M'sila fut construite à l'image des villes arabo-islamiques. Caractérisée par un tissu dense hiérarchisé avec un lacs de ruelles, de rues, d'impasses, de placettes fermées connues sous le nom de « rahbas » et un habitat continu, fermé sur l'extérieur et ouvert de cours et de jardins sur l'intérieur, Sa grande mosquée était à la fois le centre religieux et politique et sa grande "rahba" constituait le centre économique et commercial.

En 1868, la vieille ville constituée des trois principaux groupements : Keraghla-Chetawa, Djaafra, et El Argoub-Kouche, connu à la rive Ouest de l'oued Ksob une greffe ex-nihilo : la ville coloniale nettement différente par sa forme et son paysage, porteuse selon la tradition descriptive coloniale de « civilisation » et de nouvelles rationalité et idiologies, lui usurpa la plupart de ses atouts et la totalité de ses pouvoirs économiques et de gestion.

L'indépendance n'a pas à son tour épargné la vieille ville notamment le quartier d'El Argoub de ce délaissement, pire encore la situation socio-économique et urbano - architecturale s'est vu aggravée par un double départ constitué d'une part par une bonne partie de habitants autochtones en quête de modernité dans la ville coloniale, d'autre part par la quasi-totalité de la communauté juive véritable colonne vertébrale économique de jadis.

Aujourd'hui cet héritage dualiste s'efface progressivement pour ne plus constituer qu'une ville au centre bi polaire dont l'un est en évolution constante, l'autre ancien, dépassé, confronté aux différents problèmes d'accessibilité et de vétusté incapable de s'adapter aux besoins de la vie actuelle.

Devant cette dégradation alarmante, une prise de conscience de l'intérêt de préserver un héritage culturel, un patrimoine architectural et urbain s'est éveillé et a permis dans le cadre d'un projet étatique d'amélioration urbaine de restructurer et revaloriser le quartier d'ElArgoub en luttant contre sa paupérisation croissante afin qu'il puisse s'adapter et répondre aux exigences de la ville contemporaine. *S'agit – il de muséographier un quartier ancien sous prétexte de conserver la tradition ou bien démolir sous prétexte de moderniser?* (BEJAQUI, 2004)

MOTS –CLES : Restructuration, Vieille ville, Héritage culturel, Dégradation, Amélioration urbaine, M'sila, Algérie.

ABSTRACT : Before the advent of the French colonialism at the eastern bank of Wadi KSOB, the old town of M'sila was built as the Arabian Islamic cities. Characterized by one tissues

dense organized into a hierarchy with a maze of alleys, streets, impasses (dead ends), closed places known under the name of " rahbas " and a continuous habitat, closed on the outside and opened by yards and gardens on the inside., its great mosque was at the same time the religious and political centre, and its great Rahba established the economic and commercial one.

In 1868, the Old City consisted of three main groupings: Keraghla-Chetawa, Djaafra, and El Argoub-Kouche, experienced in the Western bank of Wadi Ksob an ex-nihilo graft : the colonial city was neatly different in form and landscape, bearing the traditional colonial description of "civilization" and new rationality and ideologies which usurped her most assets and economic power and management. The Independence did not spare in its turn the old town notably El Argoub district from this neglect and solitude, worse still the socioeconomic and the urban-architectural status which saw an aggravated double departure.

Which consisted of the indigenous inhabitants in search of modernity in the colonial city on a hand. On the other hand of the Jewish community which was the economic spine of that time.

Today this dualistic inheritance fades gradually to establish more than a bipolar city in the centre among which the one is in its constant evolution, the other ancient, exceeded, and confronted with various problems of accessibility and outdatedness incapable to adapt itself to the needs of the current life.

In front of this alarming degradation, an awareness of the interest to protect a cultural inheritance, an architectural and urban one woke up and allowed within the framework of a state project of urban improvement to restructure and to revalue the district of El Argoub by fighting against his increasing impoverishment so that he can adapt himself and respond to the requirements of the contemporary city

Involves - it to museograph an ancient district under pretext to preserve the tradition or to demolish under pretext to modernize?

KEYWORDS : Restructuring, Old city, Cultural heritage, Environmental degradation, Urban improvement, M'sila, Algeria.

1. VIEILLE VILLE DE M'SILA: FORMATION ET HISTORIQUE

Carrefour et point de rencontre de plusieurs civilisations, la ville de M'sila située à 250 km au sud de la capitale dans la région Ouest du bassin du chott d'El Hodna, fut une terre Amazighe (Ibn Khaldoun, 1978).

Son premier noyau fut construit par les romains à 5 km du Oued Ksob : le fort Zabijustinia
Au VII siècle d'après la tradition orale recueillie par la notice historique, un personnage religieux venu du Maghreb El Aqssa en quête de pèlerinage à la Mecque, Sidi ben Abdallah construisit, suite à une inspiration divine une mosquée à l'endroit où s'arrêtèrent ses deux chameaux. La mosquée de Sidi A bou El Djamalaine fut le centre de la nouvelle ville islamique El Masila ou Maysil.

En 1516, les Turcs s'installèrent à M'sila et édifièrent selon le modèle endogène et toujours à la rive Est du Oued El Ksob le quartier d'El Keraghla.

Le noyau formé par les groupements urbains de Djaafra, de Keraghla, de Chettawa et de kharbet Tellis ont constitué la vieille ville de M'sila qui abritait derrière des murailles les musulmans, les korghlis et les juifs.

Sous le double effet de la croissance démographique et de l'insuffisance spatiale de l'enceinte à abriter cette croissance, les nouveaux ménages autochtones décidèrent de construire des maisons dans leurs vergers à la rive Sud Ouest du Oued d'El Ksob. (BOUTABBA, 2001) C'est ainsi que naquit le quartier d'El Argoub aux environ de 1840.(voire fig 1)

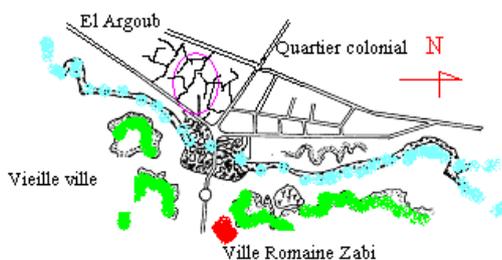


Figure 1. Naissance du quartier El Argoub

Aux alentours de 1887 et avec l'avènement du colonialisme français, l'exode de la population juive vers ce quartier se faisait ressentir de plus en plus voulant ainsi se démarquer des musulmans et profitant des atouts de la ville coloniale émettrice de nouvelles rationalités économiques.

2. PRÉSENTATION DU SITE D' INTERVENTION

A l'instar des villes arabo islamiques. El Argoub est caractérisée par un tissu urbain dense, un réseau de rues, de venelles étroites et tortueuses ainsi que d'impasses desservant des maisons à cours accolées les unes aux autres. El Argoub épouse fidèlement la forme curviligne de l'oued qui le sépare au Sud- Est de la vieille ville.

Au Nord, EL Argoub est limité par le quartier colonial, alors qu'il est limité à l'Ouest par les vergers et traversé par un boulevard important la RN 40.(voire fig. 2). Il occupe une superficie de 27 hectares. Il est structuré par :

- Deux ruelles Est-ouest parallèles au grand axe reliant la ville coloniale à la ville autochtone.(Voire Ph 1)
- Un axe Nord-Sud séparant le quartier en deux zones Est et Ouest



Figure 2. Le quartier El Argoub



Photo1. L'artère principale D'EL Argoub

2.1 Formation spatiale

La division spatiale des îlots s'est faite selon la logique des "Harras" : des groupements d'habitation occupées par des personnes unies par le liens du sang, de pratiques sociales et culturelles (Ibn Mandour. D, 1980) et dans le noyau est la famille patriarcale.

Le tracé parcellaire du groupement reste donc pendant des générations en perpétuelle formation. En effet le patriarche de la famille vient s'installer sur une partie d'un lot de terrain hérité de ses ancêtres construisant sa maison, faisant impérativement suite par l'intermédiaire d'une porte Bab El –Khokha au verger.



Photo 2. L'espace centrale "la Rahba"

Le mariage d'un fils aîné est une occasion d'édifier sur le terrain familiale en mitoyenneté à la maison parentale une deuxième maison est s'ouvrant aussi sur le verger. De la même façon les maisons des autres fils viennent se greffées formant un espace centrale : le "M'rah" et s'ouvrant chacune sur l'espace extérieur « Zaneke ».

La naissance d'un deuxième groupement d'une autre famille permet de créer la ruelle; leur juxtaposition forme à son tour selon toujours le modèle de l'enclos un espace central semi-public : "la Rahba" (voire Ph 3) permettant une solidarité sociale. Ainsi cette prolifération

organisée, hiérarchisée des "Harra" autour des "Rahba" accolées les unes aux autres constituait est constitue encore le quartier. (GRANDET, 1988) (Voire Fig 3)



Figure 3. Plan d'un groupement de maisons

La maison d'El Argoub était conçue sur la base :

- d'un mode de vie;
- des conditions climatiques;
- de la constitution de la famille;
- des techniques constructives. (MILI et al., 1991)

Morphologiquement, elle représente un tracé irrégulier allant d'une forme proche du carré, à une forme carrément irrégulière couvrant des superficies variant de 90 m², 150 m² à 250 m². Symboliquement, la maison permet par l'ouverture de sa cour une relation divine, par l'existence de son jardin central pour une vie intérieure et par sa façade aveugle une fermeture à l'étranger

3. DIAGNOSTIC

L'indépendance fut marquée par deux grands départs celui de la communauté juive et d'une partie considérable d'autochtones vers la ville coloniale en quête de modernité. Comme elle fut marquée aussi par un afflux massif de ruraux qui ont trouvé un lieu d'accueil et de transit à la recherche d'emploi. Des familles rurales sont venues s'installer dans les maisons traditionnelles ce qui a amorcé entre autres la dégradation du bâti, la détérioration des structures urbaines et la décadence des fonctions économiques.

3.1 Organisation de l'espace équipement

Mise à part les équipements religieux, le quartier d'El Argoub souffre d'un manque en matière d'équipements, ce qui a contribué à son isolement, ainsi que de leur mauvaise répartition (voir tableau 1). En effet, leur localisation se limite à la partie limitrophe de la ville coloniale au nord du quartier et tout le long de la route nationale RN 40. Ces équipements occupent une surface de 4.52 ha ce qui représente 16.7% de la surface totale.

Nature	Equipements existants	Nombre
Educatifs	Ecole primaire	01
Religieux	Mosquée	03
Administratifs	Direction hydraulique	01
	CADASTRE	01
Touristique	Hôtel	02
	Cimetière	01

Tableau 1. Equipements existants
Source URBAS

3.2 L'espace vert et de détente

Le quartier d'El Argoub accuse un manque flagrant en matière d'espace vert et de détente. En réalité l'espace libre existe, mais c'est l'aménagement et l'entretien qui font défaut. La surface occupée par ses espaces est très en deçà par rapport aux normes internationales, elle est égale à 0.3ha.

3.3 Structure viaire

Elle joue un rôle important dans la structuration de l'espace. Sa hiérarchisation se fait par :



Photo 3. Ruelle à El Argoub

- Une voie principale sur laquelle se greffe les activités commerciales et artisanales ainsi que les équipements. Elle est à forte circulation divisant le quartier en deux. Sa largeur n'excède pas les 10m et présente un état satisfaisant malgré l'étroitesse des trottoirs (voire tableau 2);
- Des voies secondaires divisant le quartier à sa largeur. Il s'agit de pénétrante d'une largeur n'excédant pas les 4.40 m. Elles sont à forte circulation piétonne;
- Des ruelles de 1.60m de large permettant l'accès aux "Rahba";
- Des impasses de mêmes dimensions, quelques fois couvertes permettant de desservir les parcelles enclavées.

3.4 Alimentation en eau potable

Le quartier d'El Argoub est alimenté en eau potable par l'intermédiaire d'un vieux réseau datant de la période coloniale. La vétusté de certains tronçons des réseaux engendre des pertes d'eau importantes ce qui a causé la détérioration des fondations d'un grand nombre de vieilles maisons. (URBAS, 2003)

3.5 Assainissement

Le premier réseau de collecte des eaux usées et pluviales en système unitaire datait de 1934. Une deuxième étude a été menée en 1961 pour la réalisation d'un réseau pseudo- séparatif. Ces deux réalisations ne couvraient que la voie principale.

En 1980 le quartier a bénéficié suite à une étude exécutée par le bureau d'étude ARAB-CONSULT, d'un réseau en système séparatif mais hélas n'a concerné, que les voies principales. Beaucoup de vieilles maisons utilisent des fosses septiques qui déversent dans le lit de l'oued El Ksob

Désignation	Etat	Surface m2
Habitation Résidentielle	Bon	18165.84
	Moyen	10478.78
	Mauvais (ruine)	68981.09
Voirie	Principale+ Secondaire	29100.23
	Ruelles et espaces	23851.36
Equipement		54269.24
Espace vert		3066.96
Vergers privés		5956.05
Espace libre		26015.25

Tableau 2. Répartition des surfaces avant intervention
Source URBAS

De ce qui a été analysé, il s'est avéré que le quartier El Argoub souffre d'un grand nombre d'aléas urbano – architectural et socio – économique qui s'accroît d'un jour à l'autre causant la détérioration chronique d'un patrimoine et d'une vie communautaire et "mettant en quarantaine" un quartier par son inadaptation aux besoins réels.

La question qui se pose avec acuité est :

Quels sont les moyens dont nous disposons pour affronter des problèmes qui vont de la gestion quotidienne d'un quartier vivant à la sauvegarde d'un patrimoine menacé?

4. INTERVENTIONS ET ACTIONS PROPOSEES

Compte tenu de l'urgence signalée, les autorités locales avec la coordination du bureau d'études URBAS agence de la ville de M'sila et dans le cadre d'un projet étatique d'amélioration urbaine moyennant la loi n° 90-29 du 1^{er} décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme, ainsi que le décret exécutif n° 91-177 du 28 mai 1991, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation des outils d'urbanisme, ont élaboré un POS (plan d'occupation du sol) visant la requalification du quartier en tant que patrimoine immobilier urbain et social.

Les actions vont rapidement dépasser le cadre d'intervention de sauvegarde ponctuelle pour déboucher sur des propositions d'interventions intégrées et sur une politique de requalification (voire fig 4). Ils sont définis suivant plusieurs axes :

- Restructuration de l'infrastructure;
- Sauvegarde du patrimoine résidentiel;
- Revalorisation socio-économique.

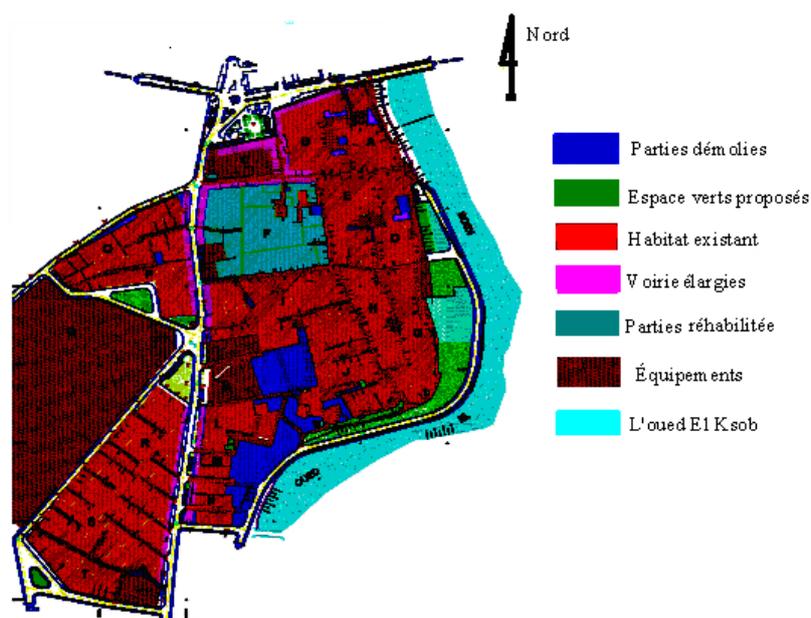


Figure 4. Plan de rénovation Du quartier d'EL Argoub
Source URBAS

4.1 Restructuration de l'infrastructure

Des investissements importants ont été opérés au quartier d'El Argoub concernant les infrastructures. L'approche cohérente du projet de restructuration a réussi à inverser le processus de dégradation et se résume en :

- L'élargissement de 35 % des rues commerçantes en s'appuyant sur une couverture juridique notamment l'article 53 de l'ordonnance n° 67 – 281 du 20 décembre 1967 relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique;
- Aménagement de 25 % des axes secondaires en trottoir et 45 % en pavage;
- Rénovation du réseau d'alimentation en eau potable.
- Rénovation de l'ancien réseau d'assainissement et création de nouveau réseau de collecte d'eaux usées et pluviales en système séparatif.

- Création d'un axe périphérique visant à décongestionner le quartier et renforçant sa liaison avec le reste de la ville;
- Création de certain passage pour désenclaver les îlots remembrés;
- Aération du quartier par la création de plusieurs espaces verts et placettes permettant la détente, le regroupement et la récréation des habitants, d'une surface globale de 6254,99 M2.
- Création de parking;

4.2 Sauvegarde du patrimoine résidentiel

L'opération de sauvegarde du patrimoine résidentiel se résume aux actions suivantes :

- Réhabiliter des maisons inadaptées aux normes d'hygiène de sécurité et de confort;
- Reconstruire de nouvelles maisons sur des terrains vierges;
- La superficie attribuée aux habitations résidentielles est estimée à 11134,83 m2 soit une moyenne de 250 habitations de 250 à 300 m2 par habitation et ce dans le but d'encourager le maintien de la population et le retour à la vieille ville

4.3 Revalorisation économique

La réhabilitation de certain tronçon du quartier prévu dans le plan d'aménagement de la vieille ville comme zone de restructuration à cause de leur état de délabrement a permis d'amorcer une politique de réhabilitation de la zone commerciale. En réalité, ceci a été opéré au détriment des vieilles maisons en ruines qui ont été reconverties en locaux commerciaux (voire fig 5)

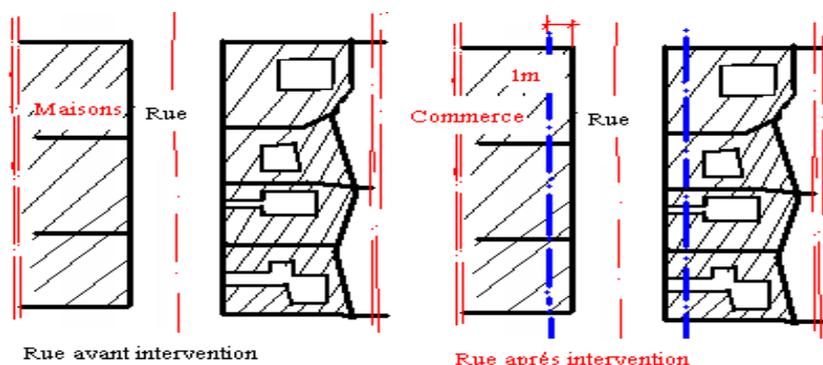


Figure 5. Rues avant et après intervention et formation des locaux commerciaux à EL Argoub

Quant à la programmation des équipements, elle s'est limité à :

- Un centre culturel de 240,75 m2 de superficie;
- Un centre de soins de 1541,38 m2;
- Une extension de l'école primaire "hai El Argoub el jadida" d'une superficie de 238,67 m2;
- Extension de la grande mosquée (voire tableau. 3).

Désignation	Surface en M2	%
Parties démolies	2570,04	0,95
Lots à bâtir	11134,83	4,12
Equipements	2101,67	0,78
Passages proposés	7505,75	2,78
Elargissement des axes secondaires	10127,53	3,75
Espace vert et placettes	6254,99	2,31

Tableau 3. Aménagements proposés
Source : URBAS

5. DÉFAILLANCE DE LA POLITIQUE DE SAUVEGARDE

La réussite de cette opération de sauvegarde du patrimoine à El Argoub nécessitait l'engagement de la part des décideurs, des moyens financiers colossaux, un savoir faire adéquat et surtout une participation associative consciente et active du citoyen. Or cette étude a été conduite :

- En toute hâte à des coûts de maîtrise d'œuvre non adéquats avec l'ampleur de l'opération, malgré une volonté exprimée par L'APC (Assemblée Populaire Communale) et l'OPGI (Office de Promotion et de Gestion Immobilière) à reloger les habitants dont les maisons ont été touchés par l'intervention de restructuration ;
- Avec des délais d'étude courts voire même impossibles pour tenter de produire un « plan de sauvegarde et de mise en valeur » qui s'est vu remplacé par un simple Plan d'occupation du sol conçu sous la tutelle du ministère de l'habitat et de l'urbanisme ;
- Avec un cahier de charges qui ne stipule en aucune clause le respect du cachet architectural ancien lors de la rénovation ou la construction à neuf de l'habitat résidentiel.

« Cette entorse faite aux centres historiques n'est pas fortuite. Elle est la conséquence d'une vision anachronique persistante dont la cause découle de l'impossibilité d'arracher le bâti constituant les centres anciens du registre de l'habitat précaire ». (OUAGUENI, 2003)

6. DISCUSSION

Sauvegarder un des plus importants quartiers de la ville de M'sila, imprégné de culture chargé d'histoire et mémoire de plusieurs générations n'est pas une tâche facile.

L'objectif de protection d'un centre historique ne peut – être atteint sans :

- une couverture juridique sachant que les deux textes de loi se rapportent au patrimoine bien que prévoyant dans leurs contenus des sanctions à l'égard des contrevenants sont désarmées devant les grandes mutations survenues au cours de la dernière décennie qu'a connu le pays.

- Le soutien d'une opinion publique consciente car la sauvegarde du patrimoine est l'affaire de tous. Les associations culturelles doivent œuvrer dans ce sens afin de sensibiliser l'habitant à conserver cet héritage identitaire et de "gommer" cette vision exagérément imprégnée de préjugés à l'égard de tout ce qui se rapporte à la tradition. (OUAGUENI, 2003)
- L'encouragement d'une politique médiatique spécialisée dans le domaine. L'information est considérée comme composante fondamentale dans toute stratégie de sauvegardes adéquates. Spontanées ou organisées, des débats concernant la réconciliation avec l'histoire doivent être organisés. La presse doit contribuer à montrer du doigt et crier haut et fort l'état de délabrement du patrimoine. Les universitaires et les cadres doivent placer le patrimoine parmi leurs préoccupations majeures dans leurs recherches afin de susciter des actions concrètes en vue de sa conservation et de sa remise en valeur.

Malgré le manque de concertation et de coordination entre le ministère de l'habitat et de l'urbanisme et le ministère de la communication et de la culture qui ne profite pas d'une façon positive au patrimoine, cette opération a permis tout de même de traiter quoiqu'il en soit d'une façon sommaire l'insalubrité, de freiner la dégradation et à promouvoir la vie socio-économique. Par contre elle n'a pas pu débarrasser le quartier de l'étiquette de misérable et pauvre ce qui n'a pas encouragé une réconciliation de cet héritage avec le reste de la ville

REFERENCES

- BIJAOU F. (2004). Médina de Tunis patrimoine monumental, Tunis.
- BOUTABBA H. (2001). Le lotissement légal entre la procédure « officielle » et la procédure parallèle cas de la ville de M'sila, Thèse de magister non éditée, M'sila-Algérie
- DESPOIS J, (1953), le Hodna, presse universitaires de France, 1 ère édition, Paris
- GRANDET D. (1988). architecture et urbanisme islamiques, office des publications universitaires, 2 ème édition, Alger
- IBN KHALDOUN (1978). Discours sur l'histoire universelle, Al-Muqqaddima (trad., préface et notes, V. Monteil, tome 1, Edition Sindbad, Paris
- MILI M, MEZGHICHE A. & MESSAAD A. (1991). (Sous la direction de ZEROUALA M-S). La médina de Constantine, revalorisation de l'ancien quartier Souika, Biskra,-Algerie.
- OUAGUENI Y. (2003). L'état du patrimoine un constat métigé, ICOMOS Algérie, www.international.icomos.org secretariat@icomos.org
- SEBHI S. (1987). Mutations du monde rural algérien le Hodna, office des publications universitaires, Alger.

URBAS (2003). Plan d'occupation du sol POS, M'sila-Algérie.

LES TASOTAS MAROCAINES: UN PATRIMOINE INCONNU

Alessandra BRAVIN¹ & Rosanna PONTI²

¹Associazione "Creta" via Foscolo 24, 00185, Rome Italie. cercid@menara.ma

²Associazione "Creta" via Foscolo 24, 00185, Rome Italie. rosannaponti@tiscali.it

RESUME : Dans la région d'El Jadida, une forme architecturale insolite caractérise le paysage: il s'agit de constructions en pierre sèche de forme tronconique que les habitants de la région appellent "*tasotas*". Il s'agit d'habitations bâties avec la pierre calcaire abondante dans le pays de Doukkala, formées de deux parties: un soubassement circulaire épais dans lequel s'ouvre la porte et une voûte de pierres posées en encorbellement, dans laquelle s'ouvre une sorte de fenêtre. Elles sont isolées ou par pair ou regroupées. Ces constructions sont actuellement abandonnées ou utilisées comme étable ou bergerie. L'origine de cette architecture unique au Maroc est inconnue, mais elle renvoie aux formes semblables apparues dès la plus haute antiquité dans tous les pays méditerranéens. Un recensement de ce patrimoine ainsi que sa sauvegarde s'impose.

MOTS-CLES : architecture traditionnelle, encorbellement, pierre sèche, trulli, nuraghe.

Près de la cote atlantique du Maroc, à environ 100 km au sud de Casablanca dans la région d'El Jadida (Fig. 1), on trouve des constructions en pierre de forme tronc conique, que l'on ne rencontre nulle part ailleurs au Maroc, que les habitants appellent *tasotas*. Généralement elles sont par unité, mais elles peuvent être regroupées et peuvent être jointes par un mur qui se prolonge pour renfermer une cour (Fig. 2-3). Elles sont édifiées sur un terrain pierreux d'origine calcaire, typique de la région des Doukkala. La région est à vocation agricole et les habitants sont des paysans et éleveurs de bovins et ovins.

L'origine du mot *tasota* fait l'objet de plusieurs hypothèses, mais jusqu'à présent son étymologie n'a pas pu être établie.

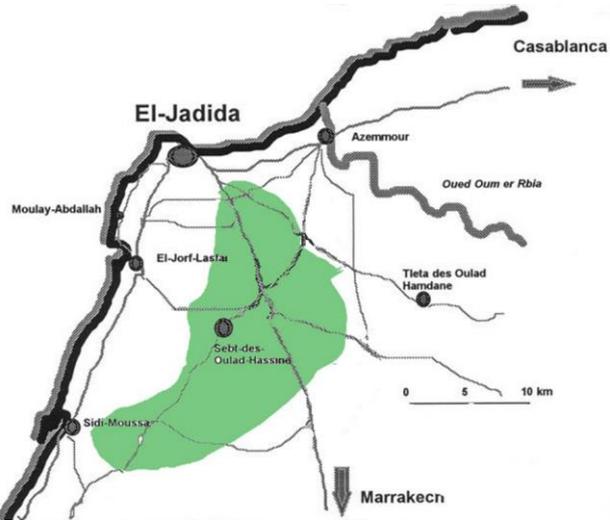


Figure 1. Situation de la région étudiée



Figure 2. Tasotas isolées



Figure 3. Tasotas regroupées

1. DESCRIPTION

Les *tasotas* sont bâties directement sur le terrain, sans fondations, et la construction se fait par la superposition de moellons sans mortier. Les pierres sont sélectionnées selon leur forme pour être posées l'une sur l'autre (Fig. 4). La forme architecturale extérieure d'une *tasota* ne correspond pas exactement à la forme intérieure. L'extérieur présente une base arrondie qui devient rectiligne dans la partie antérieure. Sur cette base se trouve une forme tronc conique de moindres dimensions. En général le diamètre à la base est de 6 à 7 m environs et sa hauteur varie entre 2 et 3 m. La partie tronc conique a un diamètre de 3 m environ et une hauteur de 1,20 à 2 m.

Dans la base de la construction s'ouvre une large entrée trapézoïdale fermée par un linteau, l'entrée est généralement ébrasée vers l'extérieur avec une hauteur de 2 m et une largeur de 1,20 à 1,30 m (Fig. 5). Dans la partie supérieure tronc conique on trouve une ouverture similaire mais de moindres dimensions (40 cm x 50 cm environ) parfois sur l'axe de l'entrée. Les deux ouvertures sont les seules sources d'éclairage et d'aération de la construction. Sur un des cotés de l'entrée, sans une règle fixe, sont visibles de grosses pierres formant l'escalier qui monte jusqu'à la surface supérieure de la base circulaire ou bien il continue jusqu'au sommet. Cet escalier fait corps avec la structure et peut-être il est fonctionnel au moment de la construction (Fig. 5). Un court pronaos de longueur variable de 2 à 3 m. conduit à une chambre circulaire d'un diamètre de 4,50 m. environ. À l'intérieur la construction ne présente pas de solution de continuité entre la partie inférieure et la partie supérieure (Fig. 6) et les parois se rétrécissent vers le haut en encorbellement (Fig. 7).

L'édifice est fermé par une grande pierre de 50 à 80 cm. En général les pierres utilisées à l'intérieur sont plus petites que les pierres de l'extérieur. Le sol est en terre battue avec parfois des affleurements rocheux. Actuellement l'entrée peut être fermée par une porte en bois ou par des branches, mais pour la plupart on ne trouve aucune fermeture. Nous avons remarqué dans

une *tasota* écroulée que la partie à vue de l'élévation est formée par de grandes pierres régulières tandis qu'à l'intérieur le remplissage est formé par des pierres plus petites et des cailloux (Fig. 8).

Aujourd'hui la plus part des *tasotas* sont abandonnées et parfois leur dégradation est très avancée. D'autres sont transformées en entrepôt pour la paille et les outils agricoles ou deviennent des bergeries. Selon les habitants de la région, ces constructions sont des habitations d'une seule pièce qui logeait toute la famille.



Figure 4. Superposition de moellons sans mortier



Figure 5. Vue de l'extérieur d'une tasotas



Figure 6. Vue de l'intérieur d'une tasotas

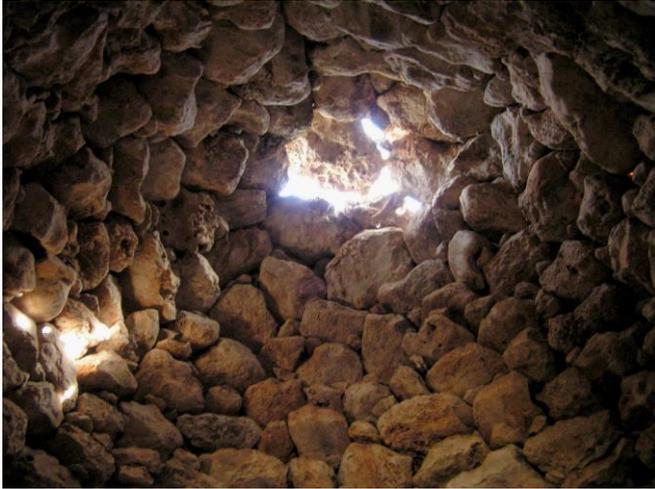


Figure 7. Ouverture dans la partie supérieure du tronc conique



Figure 8. Partie d'une *tasota* écroulée

2. CHRONOLOGIE

Le problème de la chronologie et de l'origine de ce type de construction est très complexe et l'on ne peut pas à priori exclure qu'il s'agit d'une forme architecturale très ancienne et survécue dans cette région du Maroc. Peut-on définir les *tasotas* comme des constructions mégalithiques?

On sait que par le mot mégalithisme on comprend toutes les structures bâties avec des gros blocs de pierres de formes variées, toujours de dimensions remarquables. Leur fonction est en général funéraire et de culte, moins souvent elles sont des habitations. Par conséquent les constructions d'El Jadida ne peuvent pas être définies de mégalithiques, même si dans la langue courante, le mot mégalithisme prend une signification plus large, incluant aussi les constructions réalisées avec des pierres de petite et moyenne taille.

En commun avec des structures similaires du bassin méditerranéen et de la cote atlantique, les *tasotas* ont le plan circulaire, l'emploi de la pierre sèche et la voûte en encorbellement. Ces trois éléments caractérisent un type architectural considéré par certains chercheurs d'une origine très ancienne, voire néolithique. Des vestiges de constructions ayant ces mêmes caractéristiques ont été trouvés sur le site de Yunus, à Arpachyah (aux confins entre Syrie et Iraq actuels), appartenant à la culture Halaf dans sa phase la plus ancienne (5600-5300 av. J.-C.). Selon d'autres chercheurs leur origine est plus récente et remonterait à l'époque byzantine. (V^e -VI^e siècle). Toutefois nous ne voulons pas attribuer aux *tasotas* une origine préhistorique certaine, mais nous y reconnaissons tout de même un model architectural qui remonte aux constructions de type "tholos" d'age néolithique, qui a été transmis par la mémoire de populations jusqu'à nos jours.

Parmi les nombreux exemples que l'on trouve dans les régions méditerranéennes, nous allons examiner de façon comparative les "trulli" des Pouilles (sud-ouest de l'Italie) et les "trulli" de Sardaigne, en considération du fait que ces trois typologies (trulli des Pouilles, de Sardaigne et *tasotas*) ont en commun le plan circulaire, l'emploi de la pierre sèche et la voûte en encorbellement.

2.1 Les "trulli" des Pouilles

Les "trulli" sont des constructions rurales typiques de cette région du sud-ouest italien (Fig. 9). L'étymologie du mot "trullo" remonte à la langue grecque de basse époque (VII^e siècle) et "trullos" signifie coupole. La ressemblance la plus frappante avec les *tasotas* porte sur la technique de construction. En effet il s'agit de constructions en pierre sèche, isolées ou regroupées, avec un soubassement circulaire formé par de grosses pierres superposées, sur lequel on construit une voûte à assise concentrique de pierres en encorbellement dans la partie interne du "trullo". L'édifice est fermé par une grosse pierre. La voûte peut être ogivale ou tronconique. Souvent un enduit recouvre l'extérieur. La hauteur est de 3 à 4 m et le diamètre de 4 m environ. L'entrée est large et surmontée d'un linteau (Fig. 10). Parfois un escalier externe monte au sommet du soubassement ou au sommet de la coupole. A côté du "trullo" ou dans son sous sol on trouve un réservoir d'eau.

L'utilisation continue des "trulli", qui reste jusqu'à nos jours une caractéristique des Pouilles, a permis l'évolution de leur forme, qui s'est agrandie et enrichie de détails, jusqu'à la formation de villages, dont le plus connu est Alberobello, village toujours habité de nos jours, et célèbre destination touristique.



Figure 9. Trullo du sud-ouest italien



Figure 10. L'entrée d'un trullo

2.2 Les "trulli" de Sardaigne

Dans notre communication nous ne comparons pas les *tasotas* avec les nuraghes bien connus de Sardaigne pour la raison que ces derniers sont des constructions mégalithiques, de 20 m de haut et de 50 m de large, situées sur des hauteurs. La comparaison est faite avec des constructions rurales de dimensions modestes, appelées "trulli" ou petits nuraghes, ou encore "pinnetu", "turricula" (Fig. 11).



Figure 11. Trullo de Sardaigne

Ces constructions se trouvent dans la partie sud-ouest de l'île et sont clairsemées dans les terrains agricoles. Les "trulli" de cette région pourraient remonter à l'époque de la présence byzantine en Italie. Vers le V^e voire le VI^e siècle les relations entre les Pouilles et la Sardaigne étaient fréquentes. En Sardaigne, différemment des Pouilles, le "trullo" a toujours été une habitation rurale plus ou moins temporaire, tandis qu'en Pouilles il a atteint le degré d'habitation permanente et citadine.

Les "trulli" de Sardaigne ont une forme variable et des éléments architecturaux divers, mais il s'agit en général de structures en pierre sèche, avec un plan circulaire. Le mur extérieur est haut de 1,70 à 2 m avec une épaisseur de 1,50 environ. Sur ce mur est édifiée une calotte de pierres avec des cercles concentriques de plus en plus fermés jusqu'à former une voûte. Cette dernière est fermée par une grande pierre. Parfois le mur externe ne présente aucune coupure avec la coupole, en d'autres cas nous trouvons une échancrure et un léger pronao. La hauteur de la voûte est variable et est indépendante du diamètre interne de la base. L'entrée, de moins de 2 m, est surmontée par un linteau et est ébrasée vers l'extérieur. On trouve rarement une ouverture dans la voûte, plus ou moins dans l'axe de la porte. Souvent un petit mur externe pourrait représenter un escalier. Les "trulli" de Sardaigne sont actuellement abandonnés ou utilisés comme bergeries et entrepôts.

CONCLUSIONS

L'intérêt représenté par les *tasotas* de la région d'El Jadida consiste dans le fait qu'elles sont uniques par rapport à d'autres constructions traditionnelles du Maroc. Nous serions donc en

présence d'une *épave architecturale*. Il est certain que les *tasotas*, autant que d'autres constructions similaires du bassin méditerranéen, représentent des formes de constructions rurales et populaires. L'emploi de la pierre pourrait être mis en relation avec la grande disponibilité dans la région de matière première facilement accessible et avec les difficultés d'avoir du bois apte à la construction. Une telle hypothèse semble être démentie par l'existence de structures similaires dans des régions où, au contraire, le bois de construction est abondant. Donc il est possible que les bâtisseurs des *tasotas* appartiennent à une population migrante, porteuse d'une culture de construction spécifique. L'hypothèse d'une migration, sûrement modeste, s'appuie aussi sur le fait que les *tasotas* représentent une réalité isolée et circonscrite à la région côtière.

A plus forte raison leur intérêt est certain et nous sommes convaincues qu'il s'agit d'un patrimoine culturel et architectural important, qui mériterait des recherches ultérieures sur l'origine, la technique de construction, l'identité des bâtisseurs et leur fonction. La Délégation Provinciale du Tourisme d'El Jadida, avec d'autres partenaires, a déjà établi des programmes de recherches historique et anthropologique, et des initiatives sont à l'étude dans le but de les conserver et les protéger. La mise en valeur des *tasotas* est importante pour des visiteurs de plus en plus sensibles et demandeurs d'un tourisme culturel.

REFERENCES

- DEVOTO G., (1985). *Dizionario etimologico*. Mondadori, Milano
- LIVERANI M., (1988). *Antico Oriente. Storia Società Economia*. Laterza, Bari, 1031 p.
- LEROI-GOURHAN A., (1991). *Dizionario di Preistoria*. Einaudi, Torino
- LILLIU G., (1967). *La civiltà dei sardi dal neolitico all'età dei nuraghi*. ERI
- SANNA M., (2007). *Trulli e nuraghi della Sardegna*. P.T.M.
- ANGIONI G., (1988). *L'architettura popolare in Italia. La Puglia*. Laterza, Bari
- AMBROSI A., (1989). *Osservazioni sulla singolarità di Alberobello*. Schena
- SEICK F., (1973). *Die marokkanischen "Tasotas"*. *Almogaren*, Vienne (IV): 200-203
- NAJI S., (2006). *Greniers collectifs de l'Atlas. Patrimoines du Sud marocain*. La croisée des chemins, Casablanca, 299 p.

TECHNICAL KNOWLEDGE AND TRADITIONAL ARCHITECTURE IN MEDINA OF CHEFCHAOUEN (MOROCCO)

H. CHADMI¹, L. DIPASQUALE¹, D. GIORGI², Saverio MECCA², V. NICOSIA², Luisa ROVERO², Ugo TONIETTI², V. VOLPI²

¹Association Rif El Andalouz, Chefchaouen, Maroc.

²Research Center on Innovation and Local and indigenous Knowledge Systems INN-LINK-S, University of Florence, Via San Niccolò 89/a, Florence, Italy. saverio.mecca@unifi.it

1. INTRODUCTION

The paper is reporting the results of the first investigation phase of an Italian cooperation project (in which the University of Florence, the "Scuola edile" of Florence, the association Rif Al Andalouz of Chefchaouen and the University of Rabat collaborated) concerning the realization of a "Training Centre on traditional building techniques" at Chefchaouen, town of northern Morocco placed in the western Rif.

We have developed an in-depth investigation on the local architectural knowledge of the Medina of Chefchaouen; in particular the study deals with the morphological structure, the architectural typologies, the traditional building techniques and the social organization. Building and structural weaknesses of the traditional buildings are highlighted in order to identify strategies for the safeguard of the local constructive heritage in a sustainable development.

The devaluation of the traditional constructive techniques is damaging the existing architectural and urban heritage, that in the past was usually preserved through the constant maintenance carried out by the inhabitants. Today in the Medina of Chefchaouen people prefer to abandon the traditional residences, that need small but constant works of maintenance, in order to live in new constructions realized with the modern concrete building techniques (even if often employed in an inadequate way, lacking skilled workers). Consequently the ancient Medina, originally compact, integrated and proper for the territory and the climate, becomes an endless messy building yard.

Therefore there is the need to reuse the traditional technologies in order to improve, to innovate and to assure the maintenance and the restoration of the architectural heritage, considering the requirements of safety, hygiene, functionality but also to restore local urban and cultural identity, weakened by neo-colonialism and tourism.

2. CHARACTERS OF THE TOWN OF CHEFCHAOUEN

The town is well-known for the beauty of its urban landscape, characterized by a tortuous road and white and blue plaster on the walls and the roads which create a special atmosphere that surround the passerby.

Chefchaouen was founded in 1492 by a Maghrebian monk, commander in the town of Granada. The architectural characters are similar to the Andalusian ones since the city was inhabited for centuries by families from the south of Spain, that found refuge here after the expulsion caused by the decline of the kingdom of Granada.

The source of the river Ras el Maâ, situated outside the medina walls, is a fundamental element in the choice of the foundation site of the town. It supplies water to the whole town, feeding its fountains, allowing the operation of the mills and the irrigation of the gardens.

The urban structure is characterized by a very dense grid, typical of the Arabic towns; it seems to follow an associative logic, lacking regulatory tracings. Its cellular structure is tightly conformed to the complex and uneven geography of the site, result and expression of a culture that adapts its own traditions to the existing space. (Fig.1)

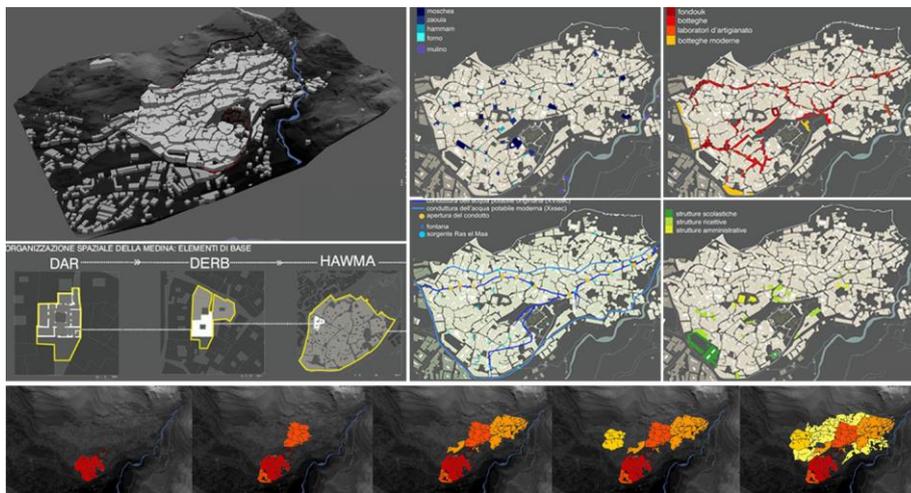


Figure 1. Reading of the urban morphology

In the spatial organization of the medina, the base unity is the "dar", the patio house, where one or more families reside, often related to each other and interdependent for their survival. The individual houses are isolated from the outside; the windows overlook the inside yards - central point of daily life - to protect the family intimacy. This disposition allowed the houses to be built one next to the other, almost like beehive cells. (Fig.2)

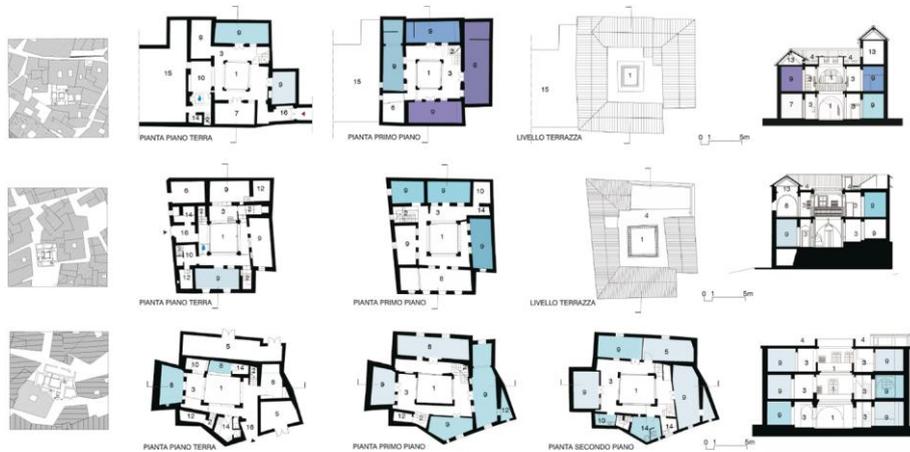


Figure 2. Typical house structure

The life of every district is organized around the "derb". The "derb" is identifiable as a closed alley, a passing space onto which the houses have access. Every "derb" gathers several houses, whose inhabitants constitute a small community that revolves around a well-to-do family. It is the place where the children can play and the women meet; public and private space come into contact.

While the derb had a residential role, the district represented a fundamental level of services indispensable to the daily life. It is a space lived intensely and perfectly perceived by its residents; all of the daily needs are satisfied by the traditional services present in the district: the public wooden oven, the public baths, the fountains, the hammam, the mosques, the zaouias (places of cult) and the shops for the families' daily supply.

The urban structure is not defined by the road network, like in European towns, but is rather given by the cellular associated buildings which form a complex connected by the thick road frame.

The roads are characterized by a continuous flow of motion. A place of transportation, connection, commercial exchanges and colloquial relations, in contrast with the calm of the patios.

The main axis follows the natural terracing of the contour lines. The axis direction was also influenced by the river water course that was canalized from the source to supply the whole Medina. The souk are located along the main axis of communication.

3. BUILDING CULTURE IDENTIFICATION

The paper reports an in-depth investigation on the local constructive culture of the Medina of Chefchaouen; in particular, the study deals with the social organization, the morphological structure, the architectural typologies, constructive features and the traditional constructive techniques.

The morphological and environmental peculiarity, together with the cultural influences, characterized the building typology and determined the development of construction technologies which came about in order to answer the requirements of the residents in function of the local resources.

A second part of the research analyzes the materials and the traditional building technologies based on observations and the reliefs of samples reported to the different districts of the medina.

The building elements are classified in vertical structures (masonries and foundations), horizontal structures (floors and coverings) and complementary elements, such as eaves, openings and angles. They are illustrated by cards that contain the graphic representation of the technology, the description of the building process, the evaluation of the mechanical behavior.

3.1 Vertical structures : the walls

The masonries are composed of stone and bricks bound by a mortar of earth and lime. There are three main types of masonries with respective variants, different in disposition, dimension and connection of the elements.

The most common masonry is composed of stone, with bricks, sorted to create some horizontal planes (Fig.3). In the historical buildings walls in not squared-off stones are also common (Fig.4); the inside walls are often constituted of bricks.

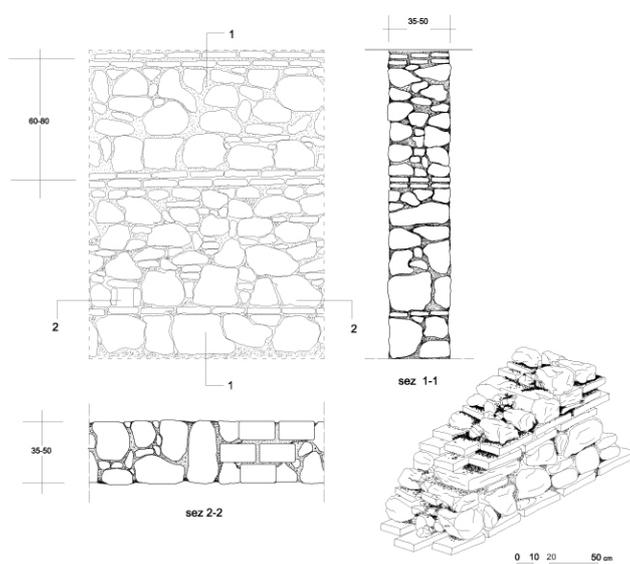


Figure 3. Walls in not squared-off blocks of stone and bricks

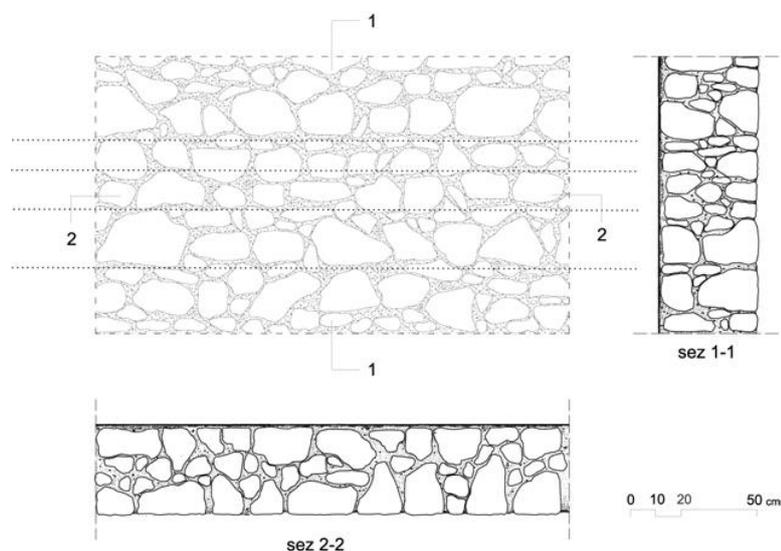


Figure 4. Walls in not squared-off blocks of stone

The most important observation deals with the fact that the blocks of stone, very hard and of local origin, are not squared but very irregular and of differing dimensions. For this reason, the organization of the blocks for the correct construction of the wall requires a considerable amount of mortar, capable of guaranteeing the assembly of the various elements.

In the context of Chefchaouen the mortar is obtained using clayey earth as the main component, which is more readily available than lime; this, however, exposes the wall structure to the aggression of atmospheric agents (here certainly influential and abounding).

To protect the masonries from the dangers caused by the water's washing away action, the precaution of plastering exposed surfaces is adopted, systematically.

This measure, of technical origin, soon becomes a vehicle of expression for the community and will characterize the identity of the houses with the superimpositions of incredible indigo color layers that mark all the walls of the historic city centre.

In the research conducted systematically on the constructions of the Medina, three main types of wall-building technology have been identified :

- walls in not squared-off blocks of stone and bricks
- walls in not squared-off blocks of stone
- walls in cooked bricks

within which some classes of variants have been individualized.

The common feature to the different building typologies is the arrangement, composed of two vertical layers, the outer faces of the wall, and an internal part of filling by means of smaller elements.

The evaluation of the quality of the building structure depends on the greater or smaller presence in the arrangement of big stones, whose dimensions surpass half the thickness, and on their correct disposition.

To appraise the mechanical efficiency, a quality classification is introduced linked to four important factors which affect the result (from a structural point of view): the dimension of the elements-blocks, the adopted arrangement, the connection obtained between the external faces of the wall, the mortar.

In this way an overview of the built heritage is obtained, as are its subdivisions based on the solutions adopted and, consequently, an evaluation of the vulnerability of the different types.

3.2 Horizontal structures : floors and coverings

Floors are present in five variants, and they are generally constituted from wooden beams and planking. The technology used most often for the realization is interesting: a single frame is used, made of beams with a modest section, laid with small wheelbases and leaned on a planking on the perimeter. The function of the distribution planking is extremely useful, since it simultaneously has the role of a weightless strongcourse. (Fig.5)

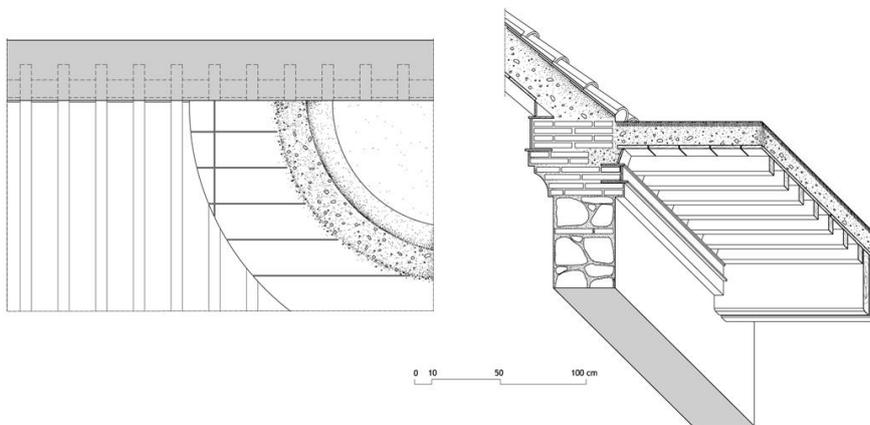


Figure 5. Wooden floor

There are two main types of pitched roofs: the "Andalusian" one, refined and richly decorated, that utilize wooden squared elements, and the "Berber" one, with a simple truss structure, that uses raw wooden elements. They are very different from a structural point of view.

The Berber solution shows a rather primitive structural diagram which is not very effective with regard to the absorption of the thrust components. (Fig.6)

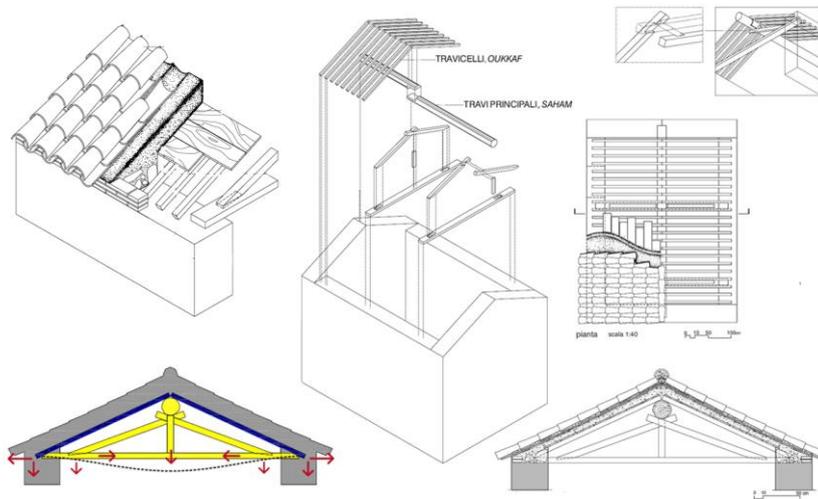


Figure 6. Wooden covering: berbere type

On the contrary, the Andalusian covering presents a very refined static diagram in which the truss work (characterized by the lack of horizontal actions on the piers) is obtained with the insertion of a "chain" close to the top. An insertion of a border beam on the perimeter of the wall is added to this structure, whose role results useful with regards to seismic events. (Fig.7)

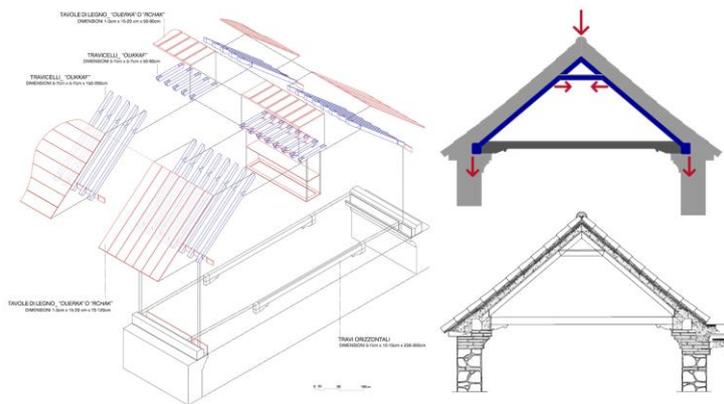


Figure 7. Wooden covering: andalouse type

3.3 Resolution of discontinuities: angles, arches, doors, windows

Arches of the patios, doors, windows and eaves are made from brick elements in order to precisely finish off and to create rich decorations. In this case also an evaluation about the efficiency of the adopted solutions is given; the angle solutions, the lintels and the arches are appreciated. (Fig.8)

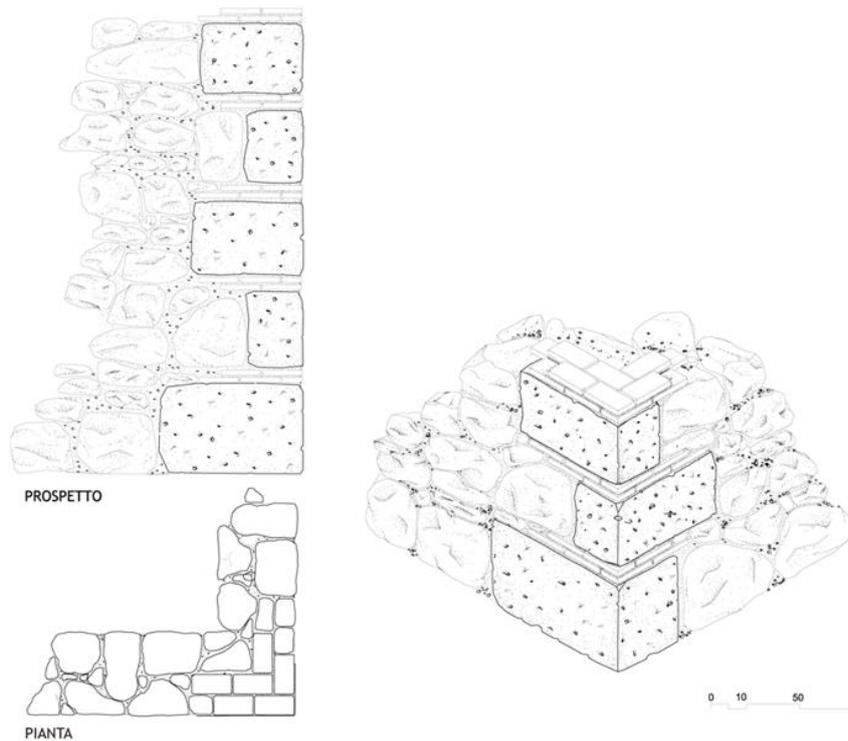


Figure 8. Connection between orthogonal walls: corner solutions

Finally, it is important to underline the recurrence of elements of connection between opposing buildings, separated by the road, consisting in hanging arches which create a collaboration between all parts of the built system in case of an earthquake. (Fig.9)

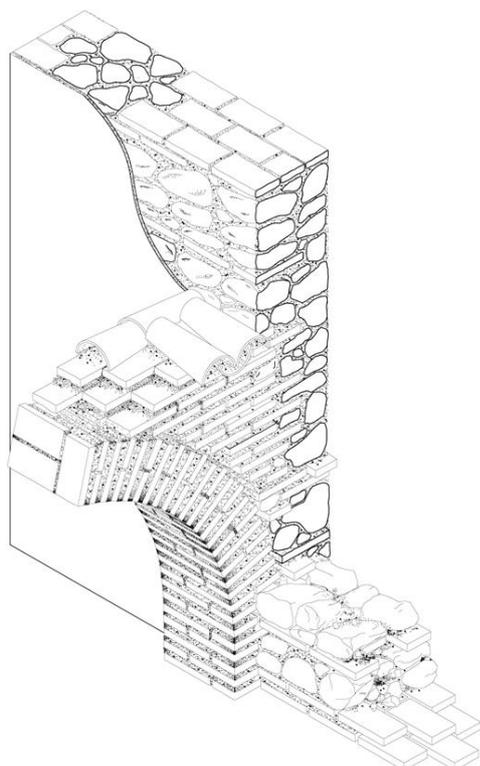


Figure 9. Arch connecting between opposite buildings

3.4 Weaknesses and Architectural heritage Conservation problems

The richness of the heritage in Chefchaouen is today in danger. The historical texture buildings were built according to the wisdom of experience preserved by the spirit of tradition, expression of a culture and a way of life; today the ancient constructions are distorted by wrong interventions, by the filling up of spaces and gardens and in a lot of cases by abandonment and degradation. (Fig.10)

A part of the medina remains object of the inhabitants' care and exterior maintenance (the houses and the roads are still today painted following the tradition), but the typologies and the building elements are not respected, in order to favour the actual growth of the house, with a time and costs saving logic.

The urban center, which is presented traditionally solid, integrated and suitable with the territory and the climate, becomes more and more an eternal disorderly site.

The materials and the original technologies, such as the skilled labour have decreased because of lower demand over the last decades.



Figure 10. Structural and technological incompatibility

Today the workers present serious deficiencies on the modern building technologies; the models and references are the western ones, but any type of formation is absent.

For these reasons it is necessary to recover the traditional technologies, to improve, change and ensure the preservation and requalification of the architectural heritage, respecting safety, hygiene and functionality requirements, in accordance with the identity of the place.

4. TECHNICAL RISKS AND CRITICALITIES OF BUILDING CULTURAL HERITAGE

The basic typologies, the technologies and the building materials, are better analyzed in a building complex, situated in the most ancient areas of the town, in order to show the relations, the actual state of preservation and the contrast with the modern interventions.

The buildings' weaknesses are analyzed in detail, individualizing deficiencies and critical points in the structures and in the ancient architectural characters.

The examined complex can be considered like an example of bad management of town growing, where modern and traditional technologies are put side by side carelessly, bringing serious dangers for the residents' safety and for the image of the town.

Detected weaknesses can be classified with three levels: those due to the degradation of building elements; the weakness due to the intrinsically insufficient quality of the building elements; finally the ones due to structural and typological incompatibility between original structure and successive interventions. (Fig.11)

The last type of criticality can be considered the most serious one, because it determines dangerous structural consequences and damages the city's image.



Figure 11. Individuation of weakness on a part of the urban fabric

5. ELEMENTS FOR A CONSERVATION STRATEGY

The aim of the research is to individualize means and strategies compatible with technology, typology and environment, capable of stopping the actual development with a correct logic of intervention.

A constructive modern culture, in fact, can live alongside the traditional one, only if it is congruent and continuous, in order to identify all the necessary knowledges and know-how and, even more importantly, to integrate the traditional know-how with the scientific know-how.

The first obligatory step in the process of recovering the constructed and cultural heritage is the systematic knowledge of traditional architecture and of the different building techniques. Thus the local knowledge and abilities will be rendered more easily accessible and can be shared with others.

As a second step we need to train technicians and workers, who supply the manuality and the specialized competence, both in the technical field and in the field of anti-seismic security, of the building site's organization and of the housing quality.

Then it is necessary to favour the elaboration and the application of normative instruments that should control the behaviours to be adapted in the building trade. These instruments should also limit the building activity inside the already densely populated city centre.

A third step is to promote the development and the valorization of the local resources in order to achieve a widespread quality of life and a self-sustaining economy. It's finally necessary to put the local community at the center of the innovation process, through actions of participation, awareness of rules, the advantages, and the heritage value.

RÉFÉRÉNCES

- AMERIO C. & CANAVESIO G. (1995). Strumenti per la tecnologia delle costruzioni e la progettazione edilizia, vol.II:Materiali per l'edilizia, Società Editrice Internazionale, Torino.
- BLASI C. & GUERRIERI F. (1999). Manuale per la riabilitazione e ricostruzione postsismica degli edifici: Regione dell'Umbria, DEI, Roma.
- DE CESARIS F. (1996). Gli elementi Costruttivi tradizionali, in: CARBONARA, G.(a cura di), Restauro Architettonico,vol. III., UTET, Torino.
- DIPASQUALE L. & VOLPI V. (2006). La medina di Chefachaouen: lettura dell'architettura tradizionale e individuazione di strategie di recupero. Tesi di laurea in Architettura. Università di Firenze.
- ESLAMI A.N. (a cura di) (2002). Architetture e città del mediterraneo tra oriente e occidente, De Ferrari, Genova.
- GIOVANNETTI F. (a cura di) (2000). Manuale del recupero del comune di Roma, DEI, Roma.
- GIOVANNETTI F. (a cura di) (2000). Manuale di recupero del comune di Città di Castello, Tipografia del genio civile, Roma.

- GIUFFRÈ A. (a cura di) (1993). Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia, Laterza, Siracusa.
- GIUFFRÈ A. (1999). Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione del centro storico di Palermo, Laterza, Roma.
- GIUFFRÈ A. (1995). Lettura sulla meccanica delle murature storiche, Kappa, Roma.
- GUEZ J.P. (2003). L'architettura del Mediterraneo, Gangemi, Roma.
- MECCA S. & BIONDI B. (2005). Architectural Heritage and Sustainable Development of Small and Medium Cities in South Mediterranean Regions. Results and strategies of research and cooperation, ETS, Pisa.
- PABA G., PALOSCIA R. & ZETTI I. (1998). Piccole città e trasformazione ecologica, L'Harmattan Italia, Torino.
- TORRICELLI M.C., DEL NORD R. & FELLI P. (2002). Materiali e tecnologie dell'architettura, Laterza, Bari.

EARTHEN ARCHITECTURE KNOWLEDGE MANAGEMENT BY AN ONTOLOGICAL SEMANTIC WEB

Chiara CIRINNÀ¹ & Saverio MECCA²

¹INN-LINK-S - UNIFI, Via S. Niccolò 89/a, 50125 Firenze, Italy. chiara.cirinna@taed.unifi.it

²INN-LINK-S - UNIFI, Via S. Niccolò 89/a, 50125 Firenze, Italy. saverio.mecca@unifi.it

ABSTRACT : The conservation of the Earthen Architectural Heritage (EAH) is a challenging domain resulting from the intersection of scientific, empirical and practical knowledge, either tacit either implicit. Up to now the knowledge concerning this domain has been collected by means of traditional data storage devices, like manuals, treatises, technical codes: the access to existing data in the field is extremely limited.

At the present time, the need for sharing and communicating knowledge through Web technologies cannot be disregarded: increased access is key to fostering research that is responsive to needs in the field.

Recently the development of ontologies is playing a key role in knowledge management. While for humans, ontologies enable better access to information and promote a shared understanding, for computers, ontologies facilitate comprehension of information and more extensive processing.

The identified objective of the on-going research is the development of prototype based ontology that enables semantic access to information, querying and distributed contribution of new knowledge.

The approach is expected to contribute to a significant advancement of knowledge management in the field of the EAH.

KEY WORDS : Ontologies, Knowledge management, Earthen architectural HERITAGE, Semantic web.

1. INTRODUCTION

This paper presents the results of an on-going project, PRIN2005 “EAH conservation KM system” research project, funded by Italian Ministry of Research. The main goal of the project is to establish an advanced integrated approach to conservation of Earthen Architecture Heritage (EAH) oriented to support and improve main and more critical design and planning actions.

Within the wide area of local and traditional building techniques the proposal will work specifically on EAH building techniques in South Italy context, a widespread form of building, from complex monumental urban structure to simple construction, but everywhere a heritage in danger. The strategic cultural value of conserving culture by the development of earth-building skills has been widely recognized as a value of a tradition which provides a basis for a future that acknowledges specific identities, values, origins, and expressions of communities (Balderrama 2001).

The local applications, cumulating thousands of years of practical and local experiences, of rich and effective tacit knowledge, as well as the modern contemporary applications make the earth architecture not only rich for its variability, but also for its capability to adapt to very different environments. The scientific value of the specific chosen field is that earthen architectures :

- are characterized by a high level of technical variability and integration in geographical and cultural environments and they are characterized by consistent "tacit" and local knowledge;
 - are affected by many problems related to the durability (in chemical and physical sense), to mechanical weakness and to seismic vulnerability;
- need a higher level of competence of technical and procedural knowledge as well as a higher level of information on specific materials and local resources and practices.

The integrated approach for EAH conservation is oriented to propose a web based collaborative space to support an effective interaction and cooperation between the partners as the technical and local communities operating on earthen architectural heritage.

In this paper, we present the development of a portal enabling semantic access, querying, and contribution of new knowledge.

2. AN ONTOLOGY FOR THE EAH DOMAIN

2.1 An evolving scenario

In recent years the development of ontologies is playing a key role in knowledge management. Ontologies allow for sharing and reuse of knowledge bodies in computational form. Ontological technologies mainly originate with the specific purpose of contributing to the realization of the Semantic Web.

The first step in weaving the Semantic Web into the structure of the existing Web is the creation of ontologies to structure knowledge domains: the traditional resources are completed with a semantic description. The semantic information is organised through ontological models, that are technologies used for knowledge representation: ontologies are aimed at organising a shared conceptualisation, clarifying the intended meaning of concepts and defining reciprocal relationships.

The model in Figure 1 describes the relation between traditional resources and semantic annotation that characterise the Semantic Web, in which information has to be semantically defined so as to enable automated processing.

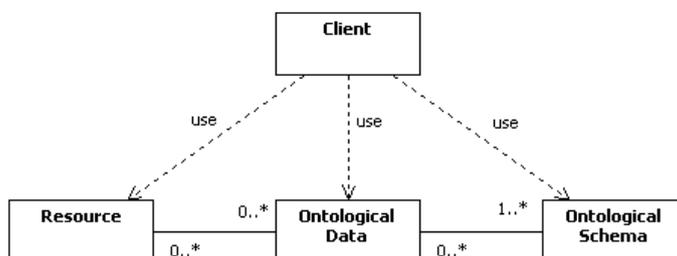


Figure 1. Relation between traditional resources and semantic annotation

As illustrated in Figure 1, the “Client” is a Semantic Web reader (a human or an application); he is considered the generic contributor/user of resources. “Resources” identifies any information object on the web: a text file, an HTML page, an image, a movie etc. Each Resource is related to its Ontological Data, i.e. the semantic information of a resource, that can be assimilated to the records of the database constituted by the ontology. The Ontological Schema is the underlying ontology model, a conceptualisation shared among users that is composed of concepts and relations among them, described through OWL formalism, according to the W3C standards (W3C 2004).

The remarkable complexity of EAH knowledge domain forces all the involved actors to manage large amount of relevant information. Ontological models allow one to tackle this overload of information because they are a form of selected and organised knowledge. They give meaning to the information and focus it on a specific issue. Indeed a domain model is not a particular diagram, it is rather the idea addressed by that diagram. It is not the expert’s knowledge, but rather the abstraction of that knowledge.

Models are utilised in order to manage different kind of data and information. A domain model helps in representing a common comprehension of a certain field of knowledge and for creating a shared knowledge base that allows people to communicate through a not ambiguous way. To model a domain is therefore a complex activity, in so far as each individual has its own conceptual model.

2.2 Advantages of ontologies

Knowledge related to the domain of earthen constructions is disorganised and dispersed: a global framework that collects the existing pieces of relevant information is required. Moreover, in this domain the dispersion and the abundance of information implies a considerable difficulty in finding the right information: an attempt to bridge the semantic gap between the information need of the searcher and the search query, as it is interpreted by the search application, is to insert a domain model as mediator. Domain models serve to improve search results by disambiguating the domain concepts and providing an organizational structure. The disambiguation of the concepts is allowed by the use of a common language among the domain experts, the software developers and the final users.

The use of ontologies and modelling technologies indicates the development of a new paradigm that could contribute to the arrangement of SW architectures with high potentiality like interoperability, cooperation, adaptation and ability to evolve over time.

In this perspective the ontological approach enables to reach several goals; the most relevant are the following :

- for their intrinsic vocation, ontologies allow the explicit representation of semantic models that combine the non-ambiguity, necessary to the technical specifications, with the capability for IT experts and stakeholders to understand each other;

- ontologies enable the application of reasoning technologies aimed at information search, knowledge aggregation and inference, generating new knowledge;
- ontological models are well-suited for distributed contexts, allowing the development of models for re-use, aggregation and adaptation of ontology fragments that have been developed in a concurrent and distributed way;
- ontologies allows to model evolving domains over time, overcoming several complexities resulting from the use of traditional domain modeling schemes.

In this paper we illustrate the development of a cooperative web portal enabling semantic access, querying and supporting distributed contribution that is called Muddy.

3. SYSTEM DESIGN OVERVIEW

3.1 Requirements analysis

The research has started from the definition of the overall objectives, namely :

- the organisation of large amount of information
- the possibility of making explicit the tacit knowledge
- the possibility of sharing structured knowledge
- the opportunity to access the knowledge base using semantic queries

In order to achieve these first objectives, the research has evaluated the possibility of using ontologies in association with web technologies. One of the main obstacles associated to the use of ontology technologies concerns the difficulty in creating a shared, implementable and maintainable model. By analysing the state of the art in EAH domain and the environment of the research, it is possible to infer that :

- no relevant existing models are available;
- the number of experts able to build the model is limited;
- the contribution of experts takes place in different locations;
- experts should be able to improve and enlarge the model over time.

After having defined these more specific objectives, the research has analysed the software requirements that could help satisfy them.

First the application domain has been analysed. In collaborative environments like the Muddy portal, several actors with different and complementary skills are involved in building the same ontology (Tempich et al. 2005) :

- the Domain Expert who is the content creator and deeply knows the domain to be modelled, has its own terminology, which is usually difficult to understand for users from a different domain. He do not necessarily know much about ontologies;
- the Ontology Expert who can interpret the knowledge provided by the Domain Expert by producing the corresponding ontology model; moreover he knows how to create, modify and update the model, following the indications of the Domain Expert;
- the Stakeholder who is the generic user interested in the application domain, but does not necessarily contribute with new knowledge;
- the IT Expert who has to develop the software, according to the requirements expressed by all the other actors.

The Muddy project aims at enabling cooperation among different domains of expertise and at developing a shared model, providing the opportunity to contribute with concrete contents for it. The research has therefore identified two main system requirements: the abstract roles and the use cases, that reflects the users' needs. The semantic portal Muddy was conceived so as to provide and manage the possibility of having different operating roles corresponding to different types of users. In this sense, abstract roles refers to the distinction between two generic users, the Reader and the Writer.

Uses cases refer to the operations that the Reader and the Writer are allowed to perform. The first one is interested mainly in understanding the organisation of concepts (the traditional resources in the conventional web) rather than their creation. He is interested in actions like browsing of pages, link navigation through the semantic relations, querying of the knowledge base. The Writer, besides having access to information, can contribute new knowledge by inserting, updating and deleting resources or modifying the model (the Ontological Schema) by fixing errors, changing or extending the model. Writers can also send or receive feedback and comments about the ontological model.

Finally, abstract roles and use cases have been made operational through the definition of the following profiles, necessary for the implementation of the cooperative portal :

- Administrator: he is a peculiar type of user who is allowed to execute every kind of available operation. His specific task is to assign particular privileges to a user;
- User: he represents the generic user who is allowed to consult the information available on the web site, but he is not allowed to perform any kind of feedback;
- Special user: he is allowed to read and modify the information on the web site in the provided way;
- Expert user: he is a Special user who is allowed to express the vote about the different resources available on the web site: these votes permit to determine the official ranking of a document.

3.2 Architecture of the semantic portal Muddy

The conceptual architecture of the Muddy semantic portal is organised through the assemblage of W3C supported specifications and components.

The Ontology Model is the main component of the architecture, with the main responsibility of providing representation of the domain model of the application. It is implemented with Ontology Data and Ontology Schema (Figure 1), both encoded using the W3C standard Ontology Web Language (OWL) (W3C 2004). In a logic perspective, the ontology is composed of three main parts :

- a collection of Concepts (or Classes): they are the basic structure of the model and they compose the taxonomic tree of the ontology (Mylopoulos 1998). Classes in the Ontology Model are part of the Ontological Schema.
- Properties are the relationships between the Classes: they could represent only a single type of relationship between terms; e.g., a "kind-of" relationship, such as "pisé and adobes are kinds of earthen building techniques." They are also part of the Ontological Schema.
- Individuals are concrete instances of the information. The instances constitute a knowledge base that contains the description of procedures, used tools, materials, actors involved and

it is obtained through the elaboration of data, information, tacit and explicit knowledge in the form of descriptions, images, tables, graphs, classifications, etc.

Commentato [c1]: Togliere

3.3 Functionality of the web portal Muddy

To access the portal, users have to go to the index page, with login and registration. Users can be reader, writer and administrator. Only the administrator can assign them a more precise role, providing them with different functionalities or giving them other privileges.

Once accessed the main page, the user can start navigating the knowledge base by means of different search criteria (Figure 2).

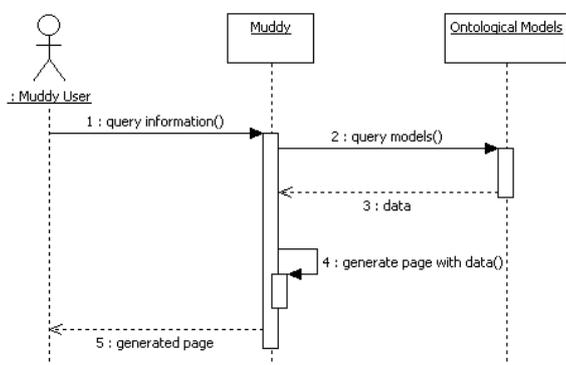


Figure 2. Muddy at work

The first one is the Directory page (Figure 3): at first glance, the portal has a weblike organisation, where pages are organised in the pattern of a tree taxonomic structure and the list of categories is corresponding to the root concepts of the ontological model. By selecting a category, the user goes to a page that contains the list of instances of that category and the list of direct subclasses.

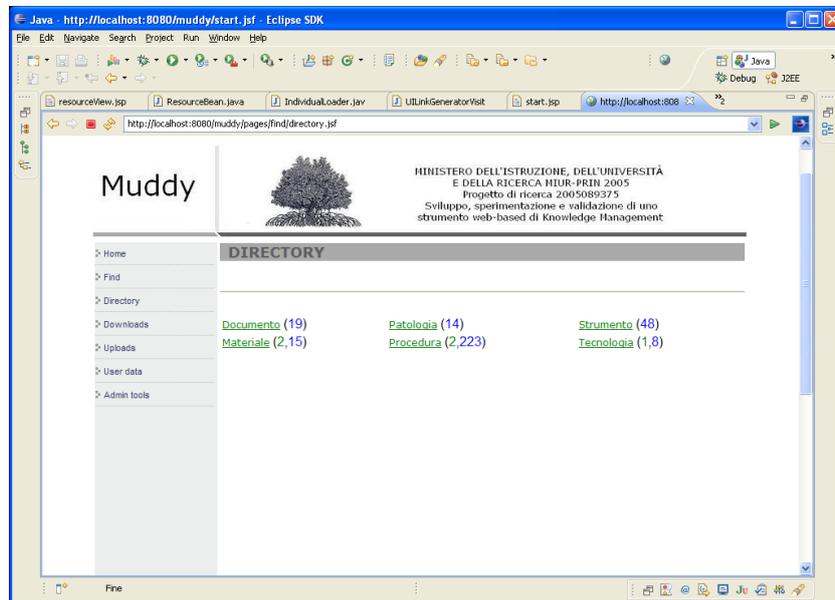


Figure 3. The Directory page

The second one is represented by the Search page. By specifying one or more words, the user can find one or more resources that contain that words. Besides this keyword search, the system implements a more powerful search method: the user can indicate the kind of relations existing between the desired resource and the specified words. For instance, the expression “causesPathology = humidity” helps the user to find all the resources (e.g. the causal factors) that have “humidity” as a resulting pathology.

The third way to navigate the portal and find appropriate results is constituted by the navigation via the Resource page. This page contains all the information about a resource (Figure 4). The user can navigate through semantic links that are on the right side of the page: these links lead the user to other resources, identified by semantic relations (properties), so as to allow a more focussed search towards the most relevant resources.

On the left side of the page, the hierarchical taxonomy helps the user to understand which section of the ontology model he is navigating.



Figure 4. The Resource page

The header of each page allows the user to explore the other functions of the portal. The Upload and Download pages allow the user to contribute with new contents or downloading the ontology model; the User Data page lets the user modify its personal data.

Moreover the portal gives the user the opportunity to express a feedback on each resource by expressing a vote: each vote consists of a numerical score. The average score permits to give a qualitative opinion on the resources and their content.



Figure 5. An instance description

CONCLUSIONS

The Muddy project has evaluated the potentiality of ontologies as operational tools for creating, storing and managing valuable knowledge and make it usable by the actors involved in earthen building processes. Ontological technologies become an important enabling technology for semantic discovery, cooperative contribution and integration of heterogeneous sources.

At this advanced stage of the project, it is possible to outline the achieved results so far :

- In the light of the expressed potentialities, ontology models allow to effectively represent and organise dispersed and abundant knowledge domains like the EAH one, providing them with a clear a sharable structure of relevant concepts, by disambiguating the inherent semantics, harmonizing the terminology among the community of users, and facilitating discussions.

- By making use of a site structure and a page layout typical of portal with weblike organisation, the Muddy portal allows a navigation driven by the inherent semantics of content more than from a hierarchical upfront classification.
- The kind of implemented searches allows the user to choose among customised navigation paths, from a traditional ordered way to a definitely improved search by querying the system or following the proposed underlying semantics.
- The portal supports distributed contribution, enabling the user to directly provide the model with ontology fragments, domain individuals or concepts, accumulating shared knowledge and making tacit or embedded knowledge become explicit and consistent.
- Ontological models are well-suited for distributed contexts, involving different stakeholders who have different purposes and needs and who usually are not at the same location, stimulating the process of consensus building between the involved participants.

REFERENCES

- BALDERRAMA A.A. (2001). "The Conservation of Earthen Architecture", *The GCI Newsletter*, Vol.16.
- BECK K. (2002). *Test Driven Development: By Example*. Addison-Wesley Professional.
- COMPANY H.P.D. (2002). Jena a semantic web framework for java (available at <http://jena.sourceforge.net/>).
- CORCHO O., LÒPEZ-CIMA A. & GOMEZ-PREZ A. (2006). "A platform for the development of semantic web portals", In ICWE '06: Proceedings of the 6th international conference on Web engineering, 145-152, New York, NY, USA. ACM Press.
- EVANS E. (2003). *Domain-Driven Design. Tackling Complexity in the Heart of Software*. Addison-Wesley.
- FOWLER M. (2002). *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA.
- HEUMANN J. (2001). *Generating test cases from use cases.*, The Rational Edge. (available at http://www.therationaledge.com/content/jun_01/m_cases_jh.html/).
- MANN K. D. (2004). *JavaServer Faces in Action (In Action series)*. Manning Publications Co., Greenwich, CT, USA.
- MYLOPOULOS J. (1998). "Information Modeling in the Time of the Revolution", *Information Systems* 23 (3-4), 127-155.
- SCHMIDT D. C., ROHNERT H., STAL M. & SCHULTZ D. (2000). *Pattern-Oriented Software Architecture: Patterns for Concurrent and Networked Objects*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- SCHREIBER G., AMIN A., VAN ASSEM M., DE BOER V., HARDMAN L., HILDEBRAND M., HOLLINK L., HUANG Z., VAN KERSEN J., DE NIET M., OMELAYENKO B., VAN OSSENBRUGGEN J., SIEBES R., TAEKEMA J., WIELEMAKER J., &

WIELINGA B. J. (2006). "Multimedial e-culture demonstrator." In International Semantic Web Conference, pages 951-958.

STOJANOVIC N., MAEDCHE A., STAAB S., STUDER R. & SURE Y. (2001). Seal: a framework for developing SEMantic portALS. Proceedings of the international conference on Knowledge capture.

STUDER R., BENJAMINS V. R. & FENSEL D. (1998). "Knowledge engineering: Principles and methods." Data and Knowledge Engineering (DKE), (25) 161-197.

WOODFIELD S. N. (1997). "The impedance mismatch between conceptual models and implementation environments." ER'97 Workshop 4 Proceedings.

W3C (2004). Semantic Web, W3C Recommendations, <http://www.w3.org/2001/sw/>.

YUHUI JIN & STEFAN DECKER G. W. (2001). "Ontowebber: Model-driven ontology-based web site management." 1st International Semantic Web Working Symposium, Stanford University, Stanford.

IMPACT DE L'ÉROSION CÔTIÈRE SUR LE TRONÇON NORD DU REMPART D'ESSAOUIRA

Lahcen DAOUDI¹, Abdelhadi EL MIMOUNI¹, Aziz ELMOUATEZ² et Edward ANTHONY³

¹ Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, B.P. 549. daoudi@fstg-marrakech.ac.ma.

² Urbanisme et Environnement - Municipalité d'Essaouira.

³ Laboratoire de Géographie dynamique et Aménagement littoraux, Université du Littoral -Côte d'opale, Dunkerque

RESUME : L'érosion côtière constitue un risque majeur pour le patrimoine historique de la ville d'Essaouira. C'est le tronçon nord du rempart exposé à la houle qui est dans un état de dégradation avancée. La dissipation d'une plage à galets au pied de la muraille, sous l'effet de l'érosion, est à l'origine de cette dégradation. Les causes de cette érosion sont à la fois d'origine naturelle et anthropique. Les conditions climatiques de plus en plus sévères entraînent une forte migration des sables vers le Sud. Par ailleurs, les actions anthropiques qui accélèrent ce processus sont très diverses (construction de plusieurs barrages sur les oueds en amont de la dérive littorale, extension de la ville au dépens des massifs dunaires, extraction des sables et des galets sur la plage pour la construction, déboisement excessif, ... Dans l'immédiat, le plan d'action à Essaouira, doit consister en : 1) la protection du rempart vis-à-vis de l'attaque mécanique des vagues par la mise en place d'un brise-lames au large du centre historique et par le rechargement de la plage au pied du rempart, 2) la protection et le rétablissement de l'environnement dunaire côtier.

MOTS CLES : Essaouira, Rempart, Erosion, Restauration, Protection, Environnement

ABSTRACT: Coastal erosion constitutes a major risk on the historical inheritance of the Essaouira cities. The northern section of the rampart exposed to the swell is in an advanced state of degradation. The dissipation of a roller beach with the foot of the wall, under the effect of erosion, is at the origin of this degradation. The causes of this erosion are at the same time of natural and anthropic origins. The increasingly severe climatic conditions involve a strong migration of sands towards the South, the anthropic actions which accelerate this process are very diverse (construction of several stoppings on the wadis upstream of the littoral drift, extension of the city in depend of the dune solid masses, extraction of sands and the rollers on the beach for construction, excessive deforestation... In the immediate future, the action plan in Essaouira, would consist of: 1) the protection of the rampart with respect to the mechanical attack of the waves by the installation of a mole to broad of the historical center and by the recharging of the beach to the foot of the rampart, 2) the protection and the re-establishment of the coastal dune environment.

KEY WORDS : Essaouira, Rempart, Erosion, Restauration, Protection, Environment

1. INTRODUCTION

Dans la plupart des pays méditerranéens, les villes côtières se distinguent par une histoire longue et riche, remontant parfois à la préhistoire. Les centres historiques de ces villes font face aux mêmes défis ; ils souffrent de problèmes de surpopulation, de détérioration des bâtiments, de vétusté et d'inadéquation des infrastructures (Cervellati & al., 1981 ; Chaline, 1996). Dans les villes côtières historiques du Maroc, la dimension patrimoniale à savoir la valeur identitaire et culturelle qui commence à être reconnue comme un aspect essentiel du développement joue un rôle fondamental dans le développement durable de ces villes.

Dans cet article nous avons choisi de traiter l'exemple de la ville d'Essaouira, située sur la façade atlantique du Maroc. Son site exceptionnel et sa vie culturelle intense attirent les artistes et les touristes marocains et étrangers. Toutefois, si l'activité touristique a bien été dynamisée, se traduisant notamment par une multiplication des transactions immobilières (Pagnon-Maudet, 2003), ce décollage économique a des effets dévastateurs sur l'héritage culturel. En effet le développement de ces possibilités s'effectue dans un climat de connaissances scientifiques insuffisantes ; il s'ensuit des conséquences économiques et environnementales peu prévisibles. Dans cet article nous allons montrer comment les capacités techniques et scientifiques constituent l'un des outils principaux pour traiter la question patrimoniale et environnementale.

Au Maroc, la ville d'Essaouira est connue depuis l'Antiquité par sa position stratégique au Nord-Ouest de l'Afrique. Elle est située sur la côte atlantique du Maroc, à environ 300 km au sud-ouest de Casablanca (Fig.1). Longtemps connue sous le nom de Mogador, les Carthaginois y établissent un comptoir au V siècle av. J.-C. (Jodin, 1957). La ville d'Essaouira est fondée dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, en face de l'île de Mogador, par la volonté du sultan Sidi Mohamed Ben Abdellah. Elle présente un caractère pittoresque, sans équivalent en Afrique du Nord, qui tient à ses fortifications entourant des quartiers anciens aux rues étonnamment rectilignes et larges. La création de la ville témoigne du contexte historique de l'époque marquée par la signature de traités de commerce avec des pays européens. Pour animer les échanges économiques, on fit appel à des familles juives et des consulats s'installèrent. Essaouira a été ainsi un authentique centre d'échanges entre civilisations (Mouline, 1997).

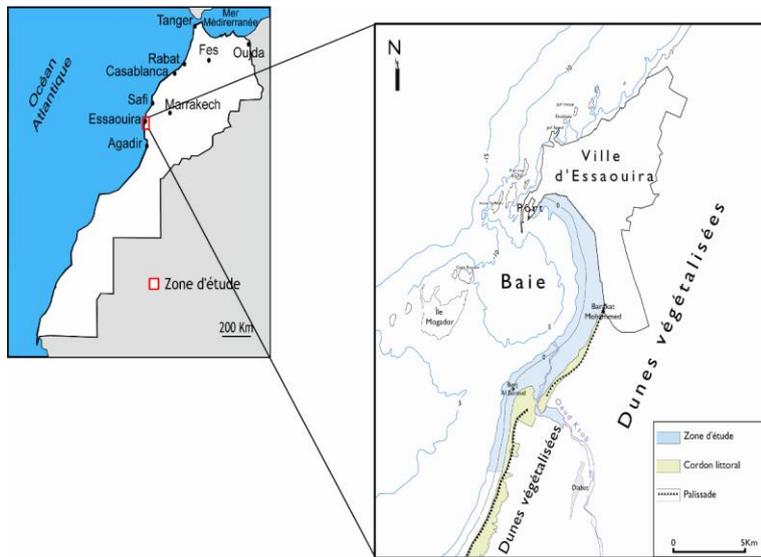


Figure 1. Carte de localisation du littoral et de la ville d'Essaouira

Les monuments historiques de la ville sont marqués par une architecture assez originale. Elle combine l'art arabo-musulman à l'architecture européenne de la Renaissance. (Remparts, tours, portes, Skala, Borj El Barod, pont du village Diabet, prison de l'île Mogador, Phare de sidi Mogdoul, etc...). Le basculement de la plupart des activités économiques de la région de l'intérieur vers les rivages se poursuit de nos jours à un rythme soutenu. Ainsi, les pressions démographiques, les migrations massives, l'urbanisation accélérée et la crise urbaine ont produit des effets dévastateurs sur l'héritage culturel. L'ancienne Mogador voit ainsi, ces atouts sérieusement menacés par une série de problèmes : transformations socioéconomiques rapides, délabrement du bâti, dégradation des conditions de vie des habitants érosion de la côte, intrusion d'eau salée dans les aquifères, épuisement des ressources naturelles (ONEM, 1996). Le Mellah (quartier juif), adossé à la Muraille, est toujours dans un état de dégradation avancée, alors même que la Médina d'Essaouira est classée sur la liste du patrimoine mondial depuis 2001.

C'est sur le tronçon nord du rempart de la ville d'Essaouira, directement soumis à l'action des vagues, que notre attention sera focalisée dans cet article. En effet, en dépit des renforcements successifs et des réparations multiples qu'il a subis au cours des dernières décennies, ce tronçon de la muraille est dans état de dégradation de plus en plus avancé.

2. ETAT DES LIEUX DU REMPART D'ESSAOUIRA

Essaouira a été dotée dès sa création d'ouvrages de défense. La ville est protégée par un rempart ; c'est une enceinte crénelée, percée de portes du côté de la terre et flanquée de bastions face à la mer. Actuellement, le rempart de la ville est dans un état de dégradation avancée. Les outrages du temps et le manque d'entretien expliquent les désordres qui affectent aujourd'hui le rempart et beaucoup de constructions de la ville ancienne. Une telle situation porte atteinte au patrimoine historique et architectural de la ville d'Essaouira.

Les aspects de dégradation de cette muraille sont multiples. Du côté terre, on assiste à la détérioration de l'enduit de la muraille, sous l'effet du vent et des remontées capillaire. Du côté mer, la force des vagues et l'érosion chimique accélérée par les eaux usées et les acides déversés directement dans la mer sont à l'origine de brèches très profondes et de cavités dans les rochers de soubassement sur les côtés nord et ouest de la muraille. Cependant, le secteur le plus menacé correspond à la courtine nord, directement baignée par la mer, qui protège l'ancien quartier juif, le mellah (Fig.2 et planche photo).

L'Unesco qui a lancé en 1996 un réseau de coopération entre des petites villes côtières du bassin méditerranéen, connues pour leur intérêt historique et environnemental, se préoccupe de cet état de choses (Perrot-Lanaud, 2005). Elle a demandé à des experts d'évaluer la dangerosité de la situation et de proposer des mesures qui permettraient de remédier aux désordres qui affectent le rempart, sans pour autant toucher à l'originalité de l'architecture et au caractère maritime de l'ouvrage (Mouline, 1997). Cependant, les travaux de consolidation en ciment ont eu des effets néfastes ; le ciment se décolle avec les éléments constitutifs de la muraille (planche photo-b).

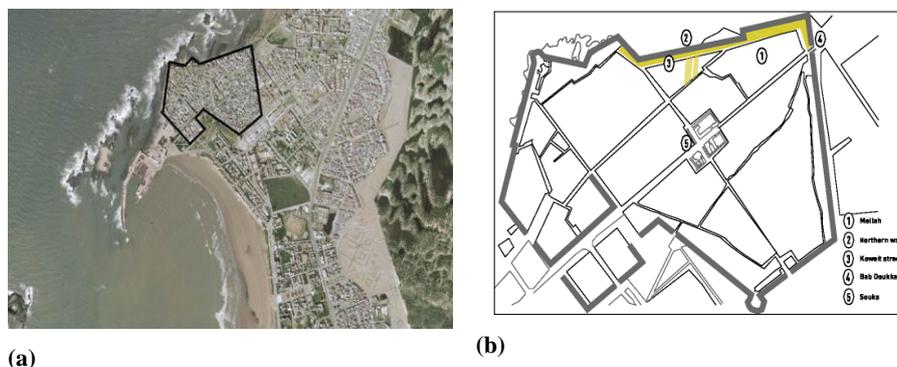


Figure 2. a) Photo aérienne montrant la localisation du rempart d'Essaouira, b) Plan du rempart d'Essaouira, avec tracé du tronçon le plus menacé d'effondrement

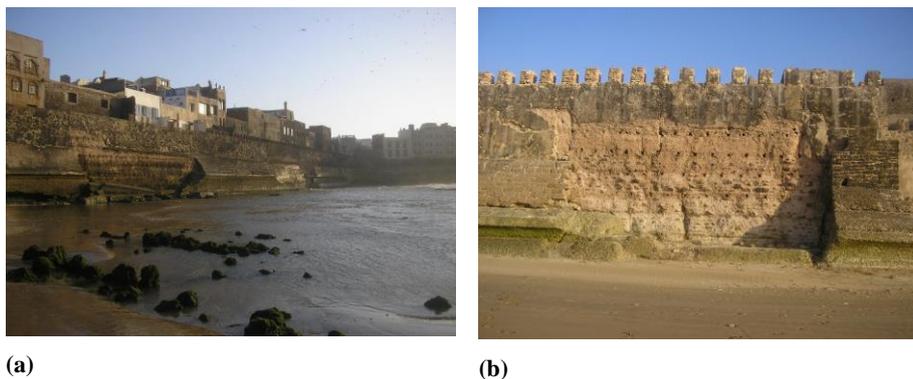


Planche photo. a) Photo montrant les désordres subis par la partie nord du rempart directement baignée dans la mer, b) Photo montrant les effets néfastes du ciment sur la muraille.

3. CAUSES DE LA DEGRADATION

Suite à l'étude que nous avons effectuée durant ces dernières années, nous avons constaté que l'attaque mécanique des vagues représente le processus fondamental qui est à l'origine de l'état de dégradation avancée du rempart d'Essaouira du côté de la mer (Daoudi et al., 2005a ; Daoudi et al., 2005b). Les suivis morphodynamique et topographique de haute précision que nous avons effectué sur le littoral d'Essaouira depuis Avril 2004 montre que la côte d'Essaouira est une côte en érosion avec un recul de trait de côte assez important ; le système dunaire est

sérieusement menacé (Daoudi et al., 2007 ; Lharti et al., 2006 ; Simone, 2000). Les causes de cette dégradation sont multiples ; elles sont à la fois d'origines naturelles et anthropiques. En effet, le littoral d'Essaouira fortement exposé aux vents dominants de direction NNE parfois NE et à une houle incidente très active, subit une forte migration des sables vers le Sud par des processus éoliens d'une part et par une érosion importante de la plage et des infrastructures aux abords immédiats de la côte suite à la dérive littorale d'autre part (Weisrock, 1982 ; Weisrock et Foutugne, 1991 ; Atillah, 1993). A ces processus de dégradation naturelle s'ajoutent des actions anthropiques qui amplifient le phénomène :

- La construction de barrages en amont des principaux oueds qui alimentent la côte atlantique marocaine en sédiments est la principale cause du déficit de sable que connaissent les plages.
- L'extraction des sables et des granulats sur la plage entre l'estuaire de Ksob et le Cap Sim (sud de la ville d'Essaouira) est à l'origine du démaigrissement de la plage. Ce déficit de sable, au niveau de la partie sud du littoral, est compensé par la dérive littorale qui ramène le sable, au nord de ce secteur. Ceci entraîne par conséquent une érosion de la plage et un recul du trait de côte sur toute la longueur de la plage d'Essaouira.
- L'extension de la ville et le développement d'installations touristiques au Sud immédiat de la ville se font généralement au dépens du système dunaire stabilisé.
- La déforestation intensive (pâturage et exploitation du bois) entraîne la détérioration du système racinaire des plantes qui joue un rôle très important dans la fixation des dunes.

La déstabilisation du système dunaire d'Essaouira par ces différents processus de dégradation entraîne la perturbation de l'équilibre dune-plage (Daoudi *et al.*, 2005a ; Simone, 2000). Ceci entraîne, à l'échelle de l'unité littorale, une accélération du transit sédimentaire du Nord vers le Sud par la dérive littorale, provoquant ainsi un grand déficit sédimentaire pour alimenter les dunes et une érosion au niveau de la ville (Fig.3). Cette érosion de la plage s'exprime très nettement au niveau de la ville d'Essaouira, où les vagues viennent buter, à marée haute, contre la digue de la plage et contre le rempart de la ville. Les observations effectuées sur le terrain ainsi que l'analyse des photos aériennes montrent que les plus fortes vagues déferlent avant d'atteindre le rempart. Ceci est certainement dû à l'existence à environ 300 m en avant du rempart, d'un alignement d'îlots toujours émergés et, à sa base même, d'un platier rocheux qui découvre à marée basse. Ces structures contribueraient au freinage, par diffraction et réfraction, des houles du nord-ouest dominantes quand elles arrivent à la côte (Gentile, 1997).

C'est sans doute durant la saison hivernale que la muraille subit le maximum de dégradation. En effet durant cette saison se produit une conjonction entre une forte tempête (la hauteur significative de la houle annuelle est de l'ordre de 5 à 7 m), une marée ordinaire de vives-eaux (marnage voisin de 3 m) et de basses pressions atmosphériques qui peuvent relever le niveau de la mer jusqu'à 0,50 m (Atillah, 1993). Ainsi, le rempart est directement frappé en situation de pleine mer par des lames jaillissantes de quelques mètres de haut. Le rempart subit alors des coups de boutoir répétés qui, en produisant des vibrations, accrues par le phénomène de résonance, fragilisent la paroi en la fissurant. L'air comprimé dans ces fissures se agrandit et les élargit. A l'inverse, une succion se produit lors du retrait de l'eau, ce qui a pour effet d'entraîner le délogement de moellons et de pierres taillées. Par ailleurs, à marée basse nous avons observé sur la plage, au pied du rempart, une quantité très importante de galets de nature carbonatée et de taille importante provenant du bassin de Ksob. Les vagues se servent de ces galets naturels et d'autres matériaux solides provenant des décharges comme des projectiles pour bombarder le pied de la muraille, ce qui renforce considérablement leur puissance d'attaque et permet un travail de sappe.

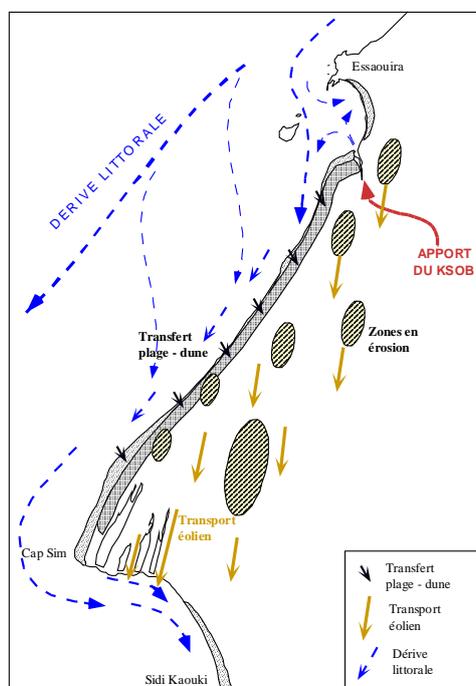


Figure3. Schéma montrant le transit sédimentaire sur le littoral d'Essaouira suite aux différents processus d'origine naturelle et anthropique

4. EVOLUTION AU COURS DU TEMPS

Dans plusieurs écrits historiques relatifs aux monuments d'Essaouira, il apparaît que la muraille n'avait pas été conçue à l'origine pour résister à l'assaut des vagues de tempête. En effet, ni son épaisseur qui est de 1,50m seulement, ni sa structure en moellons appareillés ne sont celles d'un ouvrage maritime (Desjacques et Koeberle, 1955). Il est donc très probable qu'à l'époque de sa construction durant la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle, la mer ne l'atteignait pas ou du moins rarement. L'analyse des photos aériennes, des cartes historique et des photos anciennes datant de la fin du XIX^{ème} siècle et du début du XX^{ème} siècle, montre l'existence d'une plage au pied du rempart, au droit du Mellah (Fig.4). Ces différents documents montrent clairement un épais dépôt de galets sous laquelle disparaît le platier rocheux.

Si l'existence de cette plage à galets a déjà été évoquée par plusieurs auteurs (Weisrock, 1982 ; Weisrock et Foutugne, 1991) les raisons de sa mise en place ainsi que les causes de sa disparition restent encore inconnues. A la lumière des études que nous avons menées sur le littoral d'Essaouira depuis quelques années, nous avons essayé de trouver une explication à l'origine et à l'évolution de cette plage.

L'étude des galets rencontrés sur le littoral de part et d'autre de la ville d'Essaouira entre Moulay Bouzerktoun (15 km au nord) et le Cap Sim (12 km au sud) montre qu'ils sont de deux types :

Type 1 : des galets aplatis de couleur généralement sombre dont la taille décroît du nord (5 à 10 cm à Moulay Bouzerktoun) au sud (0,5 à 2 cm au Cap Sim). Ces galets sont généralement de nature magmatique (granite, rhyolite, syénite, basalte, diorite, gabbro, ...). Ils proviennent de la partie centrale de la chaîne du Haut Atlas et sont véhiculés vers la plage par l'Oued Tensift (Chahboun, 1984). Une fois déposés à l'embouchure de l'Oued Tensift (80 km au nord d'Essaouira), ils sont pris en charge par la dérive littorale qui les transporte vers le Sud, ce qui explique la diminution de la taille des galets du nord au sud.

Type 2 : des galets arrondis, de couleur généralement blanchâtre dont la taille peut atteindre plusieurs décimètres. Ces galets plus fragiles que le premier type se localisent autour de la plage d'Essaouira (nord immédiat de la ville jusqu'au sud de l'estuaire de Ksob). Ils sont de nature carbonatée (calcaire et dolomie) avec de rares silex [(Elmimouni et al., 2005). Ces galets proviennent de terrains jurassico-crétacés de la partie occidentale de la chaîne du Haut Atlas. Ils sont véhiculés vers la plage par l'Oued Ksob, dont l'embouchure se situe au sud immédiat de la ville d'Essaouira.

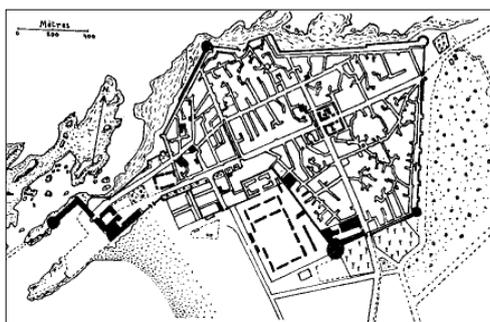


Figure 4. Plan de la médina d'Essaouira (fin du XIX^{ème} siècle), montrant l'existence d'une plage au pied du rempart, au droit du Mellah.

Sur la plage de galets au pied du tronçon nord du rempart d'Essaouira, les galets observés à marée basse correspondent majoritairement au type 2. Il s'agirait donc vraisemblablement d'une accumulation résiduelle due à l'oued Ksob. Cependant, avec un cours d'eau qui atteint aujourd'hui la mer au sud de la ville, associé à une dérive littorale qui porte vers le sud, il est difficile de concevoir les conditions de la mise en place de cette plage à galets.

L'étude diachronique des photos aériennes et des cartes historiques du littoral d'Essaouira a montré que l'Oued Ksob a connu dans sa partie aval (près de l'embouchure) des divagations à l'époque historique (fin du XIX^{ème} siècle et XX^{ème} siècle) de part et d'autre de l'embouchure actuelle (Daoudi et al., 2004). Ceci montre que l'Oued Ksob a pu déboucher dans un passé plus ou moins lointain au nord de la ville. Dans ce cas, la dérive littorale qui porte vers le sud aurait permis un apport et un dépôt de sédiments aux abords du rempart. L'existence, à l'est de la ville d'Essaouira, d'une série de lagunes allongées et alignées parallèlement à la côte pourrait correspondre à l'ancien tracé de l'Oued Ksob durant cette époque. Ces lagunes qui se poursuivent largement au nord de la ville laissent supposer la mise en place d'une quantité importante de sédiments au nord de la ville, qui suite à la dérive littorale serait à l'origine des plages à galets au droit du rempart. La disparition de cette accumulation de galets dans le courant du XX^e siècle, pourrait être attribuée à différents types de processus :

- une recrudescence de la fréquence et de la force des épisodes tempétueux pendant notre siècle (Atillah, 1993), ce qui a eu pour résultat de la disperser totalement,
- erreurs de gestion des flux de sédiments : la construction de barrages en amont des principaux oueds au nord du littoral d'Essaouira, ainsi que la construction de certains ouvrages imposants que sont les ports en eau profonde installés le long des côtes meubles, et parfois des structures plus petites (épis et brise-lames) destinées généralement à protéger les zones en érosion, entraînent un déficit de sable que connaissent les plages (Daoudi *et al.*, 2005a).
- les différentes actions anthropiques décrites précédemment auraient pour effet d'accélérer les processus d'érosion (extraction des sables et des granulats sur les plages, extension de la ville, déforestations intensives, déstabilisation des dunes,...) (Daoudi *et al.*, 2004)

Ces différentes hypothèses ne sont d'ailleurs pas contradictoires, en effet, il apparaît dans cet analyse que quelques soit leur ampleur et leur fréquence, les atteintes à l'environnement sont à l'origine de cette situation.

5. RESTAURATION ET PROTECTION DU REMPART

Le rempart d'Essaouira, là où il protège le quartier du Mellah, a fait l'objet de renforcements successifs et de multiples réparations au cours des dernières décennies (Gentile, 1997). Cependant, les travaux de consolidation en ciment ont eu des effets néfastes ; le ciment se décolle avec les éléments constitutifs de la muraille. Il est donc nécessaire d'assurer une protection efficace et à long terme de la muraille.

L'approche méthodologique préconisée pour la sauvegarde de la muraille d'Essaouira et du centre historique doit comporter plusieurs opérations à deux échelles temporelles : le moyen terme (de l'ordre de quelques mois à quelques années) et le long terme. La première échelle consiste à contrecarrer l'attaque mécanique des vagues à la base du rempart. La seconde s'applique à une extraction et une projection des tendances évolutives sur des durées de temps qui cadrent bien avec l'aménagement du littoral (durée de plusieurs années). L'approche est construite de façon à tenir compte des spécificités environnementales du littoral d'Essaouira.

La protection du rempart vis-à-vis de l'attaque mécanique des vagues doit être effectuée en deux étapes :

1) la mise en place d'une structure comblant le vide existant entre les récifs rocheux se trouvant à peu près à 300 m de la muraille : cette étape consisterait à édifier sur le platier rocheux qui précède la muraille, un ensemble de récifs sur lesquels se briseraient les vagues avant qu'elles n'atteignent l'ouvrage. C'est ce qui se passe plus à l'ouest où il est à l'abri de l'attaque mécanique de la mer. Ces structures, hautes de 2 à 3 m, seraient faites de gros blocs d'éolianite et placés sur la ligne des plus basses mers. En atténuant les houles, la muraille serait protégée de l'attaque directe des vagues. L'opération présente plusieurs avantages. Sa réalisation peut être rapide car elle est à la fois simple, légère et souple. Elle n'exige pas de modélisation préalable. L'érection d'un récif artificiel n'est pas irréversible: il est susceptible d'être déplacé, sa forme peut être modifiée. Enfin, c'est là un aspect essentiel du problème, le paysage côtier n'est pas dénaturé.

2) un rechargement en galets au pied de la muraille : il s'agit de reconstituer au pied du rempart l'accumulation de galets qui existait encore au début de ce siècle et qui devait dissiper, au moins en partie, l'énergie des vagues avant que celles-ci n'atteignent la muraille. En effet, sous les conditions hydrodynamiques actuelles (c'est-à-dire sans la mise en place de brise lame), le rechargement de la plage serait inefficace à cause de la dispersion rapide des matériaux ainsi

apportés par les tempêtes hivernales. Il faudrait alors procéder périodiquement à de nouveaux rechargements, d'où un problème de coûts récurrents. On court aussi le risque, en fournissant aux vagues déferlantes des galets qui seront utilisés comme outils de sape, d'accroître leur action d'érosion du pied du rempart, ce qui irait à l'encontre du but recherché. Cependant, l'installation de cette structure entraînera des conditions hydrodynamiques relativement moins agités au pied de la muraille.

Ce n'est que lorsque ces deux opérations seront réalisées que l'on pourra prétendre à une protection à long terme de la muraille d'Essaouira et de sa Médina. Il s'agit de tenir compte des spécificités environnementales et des tendances évolutives du littoral d'Essaouira, sur des durées de temps qui cadrent bien avec l'aménagement de ce littoral (Paskoff, 1993 ; Bal, 1993). Ceci doit passer inévitablement par la protection et le rétablissement de l'environnement dunaire côtier, dont la gestion doit se faire à l'échelle de chaque cellule littorale (Anthony et al., 2006). Chaque cellule comporte en effet, des secteurs en érosion, des zones stables assimilables à des secteurs de transit en équilibre, et des zones en accrétion. Les actions anthropiques (ouvrages, dégradation directe ou indirecte) qui perturbent le transit sédimentaire, constituent des éléments importants de la dynamique littorale. La nécessité de concevoir l'aménagement et la protection des littoraux davantage en fonction des unités naturelles morphosédimentaires qu'en fonction des découpages administratifs est aujourd'hui incontournable. En effet, ces découpages (limites communales, provinciales et régionales) sont rarement en adéquation avec les limites des unités naturelles côtières. Par le passé, dans différents littoraux du monde, des aménagements peu judicieux reposant sur des connaissances insuffisantes des processus naturels et sur des solutions lourdes d'ingénierie ont souvent entraîné une dégradation importante et irréversible de ces littoraux (Paskoff, 1993). Dans le littoral d'Essaouira, malgré une pression socio-économique de plus en plus forte, cette région a encore la possibilité, d'éviter les erreurs de cette démarche au coup par coup et sans intégration des connaissances scientifiques et techniques.

CONCLUSIONS

Cette étude montre qu'une démarche intégratrice basée sur des études scientifiques et techniques rigoureuses, constitue aujourd'hui la façon la plus efficace pour lutter contre la dégradation des monuments historiques des villes côtières. En effet, par cet exemple du rempart d'Essaouira, nous avons pu montrer que les travaux de restauration de la muraille par le ciment, sous les conditions naturelles (climatiques) et anthropiques actuelles ne feront qu'aggraver le processus de sa dégradation. Il est donc nécessaire avant tous travaux de restauration des monuments de bien étudier les causes de sa détérioration.

D'un autre côté, la diversité paysagère du littoral d'Essaouira est sans égal dans le littoral atlantique du Maroc. Cependant, il devient de plus en plus urgent et nécessaire de préserver l'équilibre de ce milieu. Si les vecteurs de progradation des sédiments (sables et galets), qui sont le vent et la dérive littorale ne peuvent pas être contrôlés par l'homme, son action doit se focaliser à contrecarrer l'avancée sableuse une fois arrivée sur la plage, autrement dit, à préserver l'équilibre de ce système complexe par le contrôle de l'érosion anthropique et par la fixation des sédiments sur la plage. Cette démarche qui s'insère dans des préoccupations de développement durable peut être reproductible à d'autres villes côtières historiques du Maroc.

Remerciements : Cette étude est réalisée en partie dans le cadre du Projet d'Action Intégrée n° MA/03/73. Les auteurs remercient les autorités d'Essaouira (Municipalité et Province) pour l'aide et les facilités qu'elles ont accordées pour la réalisation de ce travail.

REFERENCES

- ANTHONY E., DAOUDI L., ELMIMOUNI A. & SIPKA V., (2006). La cellule littorale : concepts, définitions et implications pour l'aménagement littoral. 13^{ème} Rencontre des Géomorphologues Marocains : Espaces littoraux ; Dynamique et Gestion, Safi, p. 97.
- ATTILAH A., (1993). Les influences maritimes sur le climat du Maroc atlantique central. Une analyse par télédétection spatiale. Thèse Univ. Rennes II, 300p.
- BAL M., (1993). Dynamique de la végétation et évolution des sols des dunes maritimes d'Essaouira. Mémoire 3^{ème} cycle, Ecole Nationale Forestière de Salé, 98p.
- CERVELLATI P.L., SCANNAVINI R. & DE ANGELIS C., (1981). La nouvelle culture urbaine. Bologne face à son patrimoine. Ed. du Seuil, Paris.
- CHAHBOUN A., (1984). Recherches sédimentologiques sur le bas oued Tensift et le Plateau d'Akermoud. D.E.A. Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 61p.
- CHALINE C., (1996). Les villes du monde arabe, A. Colin, Paris, 181p.
- DAOUDI L., ANTHONY E., BEN ALI A., EL MIMOUNI A., RUZ M.H., SAIDI M.E. & SIPKA V., (2005a). Vulnérabilité et dégradation de l'environnement littoral d'Essaouira (Maroc atlantique). Acts of International Workshop on Marine and Coastal Protected Areas, Meknès, pp. 485-493.
- DAOUDI L., DINIS J., NUNES L.J., VIDINHA J.M., SAIDI M.E & LHARTI S., (2004). Sedimentary hydrodynamics of the Essaouira Littoral (Atlantic Morocco). International Association of Sedimentology, 23rd IAS Meeting of Sedimentology, Coimbra-Portugal, p. 94.
- DAOUDI L., EL MIMOUNI A., ANTHONY E., BEN ALI A. & SIPKA V., (2007). Suivi topographique de la baie d'Essaouira : un outil efficace pour l'évaluation du comportement morphodynamique de la plage. 4^{èmes} Journées Internationales des Géosciences de l'Environnement (IV^{ème} GEOENV), Tétouan, p. 110.
- DAOUDI L., FLOR RODRIGUEZ G., LHARTI S., BEN ALI A., FLOR BLANCO G., SAIDI M.E. & EL MIMOUNI A., (2005b). L'érosion côtière du littoral d'Essaouira : causalité et tendances évolutives. 3^{ème} journées Internationales des Géosciences de l'Environnement, El Jadida, p. 78.
- DESJACQUES J. & KOEBERLE P., (1955). Mogador et les îles purpuraires. Hespéris, t. XLII, pp. 193-202.
- EL MIMOUNI A., DAOUDI L. & OUAJHAIN B., (2005). Rôle de la lithologie des versants sur les écoulements superficiels de l'oued Ksob (bassin d'Essaouira, Maroc). 3^{ème} journées Internationales des Géosciences de l'Environnement, El Jadida, p. 127.

- GENTILE W., (1997). Caractérisation et suivi d'un champ dunaire par analyses sédimentologiques et télédétection (Essaouira-Cap Sim, Maroc Atlantique). Thèse Université de Provence – Aix-Marseille I, 307 p.
- JODIN A., (1957). Note préliminaire sur l'établissement pré-romain de Mogador (campagnes 1956-57). Bull. Archéologie du Maroc, t. II, casablanca, pp. 9-40.
- LHARTI S., FLOR G., DAOUDI L., FLOR G.B., EL MIMOUNI A. & BEN ALI A., (2006). Morfología y Sedimentología del complejo playa/dunas costeras de Essaouira (Marruecos atlántico) : modelo de transporte costero. Actas de la IX Reunión Nacional de Geomorfología, Santiago de Compostela. A. Pérez Alberti y J. López Bedoya, Eds., pp. 401-417.
- MOULINE S., (1997). Essaouira, repères de la mémoire, Ministère de l'habitat, Rabat, 91 p.
- ONEM (Observatoire National de l'environnement du Maroc), (1996). Monographie locale de l'environnement d'Essaouira. Ministère de l'environnement et Ministère d'état à l'intérieur.
- PAGNON-MAUDET Ch. & SAÏGH BOUSTA R., (2003). Le tourisme durable, Actes du Colloque international Le tourisme durable, Faculté des lettres et des sciences humaines, publication coordonnée par Saïd Boujrouf, Université Cadi Ayyad Marrakech.
- PASKOFF R., (1993). Les littoraux, impact des aménagements sur leur évolution. 2^{ème} édition, Masson, coll. Géographie, 256 p.
- PERROT-LANAUD M., (2005). Petites villes côtières: historiques et pionnières. L'UNESCO en action: sciences sociales, le nouveau Courrier.
- SIMONE C., (2000). Le géosystème dunaire anthropisé d'Essaouira-Est (Maroc Atlantique) Dynamique et Paléoenvironnements. Thèse d'Université de Provence, Aix-Marseille I, 140 p.
- WEISROCK A. & FONTUGNE M., (1991). Morphogenèse éolienne littorale au Pleistocène supérieur et à l'Holocène dans l'Oulja atlantique marocaine. Quaternaire, vol. 2, n° ¾, pp. 565-569.
- WEISROCK A., (1982). Signification paléoclimatiques des dunes littorales d'Essaouira-Cap Sim (Maroc). Rev. De géomorpho. dyn. T. XXXI, n°3, Paris, pp. 91-106.

VERNACULAR MUD BRICK ARCHITECTURE IN THE EGYPTIAN WESTERN DESERT : CASE STUDIES IN THE DAKHLEH OASIS

Francesca DE FILIPPI

CRD-PVS, Dept. Housing and city, Politecnico di Torino, Torino (Italy). francesca.defilippi@polito.it

RESUME : Le but de ce travail est d'analyser les principaux caractères des règlements traditionnels (Al Qasr, Balat), datant du XII - XIII siècle. Le vestige est situé dans l'oasis de Dakhleh, à 250 kilomètres West de Luxor et à 800 kilomètres SSE du Caire, dans le désert occidental égyptien. Nous mettons en évidence comment la typologie urbaine et la morphologie du bâti ne sont pas le résultat d'événements accidentels, mais l'effet d'une interaction forte des valeurs locales, culturelles, sociales, religieuses, et d'éléments : bioclimatiques, et de conception. Ces facteurs, tous ensemble, ont contribué à la réalisation d'un modèle urbain soutenable. De nos jours les anciens règlements sont abandonnés et de nouveaux édifices sont construits selon des modèles de planification occidentaux avec l'utilisation de nouveaux matériaux en contrastes avec les matériaux traditionnels qui ne sont pas adaptables au climat chaud et aride.

Pour comprendre comment un bâtiment est construit et apprécier ses qualités inhérentes, il est nécessaire que les habitants, les décideurs et le pouvoir public, veillent par le contrôle afin de profiter de l'avantage de ses valeurs environnementales et économiques. La protection de l'héritage vernaculaire dépend d'une part, de la participation et de l'appui de la communauté et d'autre part, de l'entretien par le maintien ou le rétablissement du savoir faire en perdition.

MOTS CLES : Architecture traditionnelle, Héritage vivant, Conservation, Oasis de Dakhleh.

ABSTRACT: The aim of the paper is to analyse the main characters of the traditional settlements (*Al Qasr, Balat*), dating from XII - XIII century a. C. in the Dakhleh Oasis, situated in the Egyptian Western Desert. We put into evidence how the urban morphology and the building typology are not the result of accidental layered events, but the acquainted effect of a strong interaction of local, cultural, social and religious values, bioclimatic design knowledge elements and an extreme attention to the local resources. Those factors all together have contributed to the realization of a sustainable urban model *ante litteram*. Nowadays the old settlements are mostly abandoned and new houses are built on western planning models and new materials, breaking down with traditional uses and not adaptable to the harsh hot-arid climate.

To understand how a building is constructed, how it works, is a prerequisite to make the inhabitants, the decision-makers and the larger public appreciate its inherent qualities, to manage and transform it correctly, and to take benefit from its environmental and economic values. The successful protection of the vernacular heritage depends on the involvement and the support of the community, continuing use and maintenance. The achievement of this result will allow maintaining or reviving lost abilities and offering sustainable and compatible technologies for adaptation to contemporary living standards.

KEY WORDS : Traditional architecture, Living heritage, Conservation, Dakhleh Oasis

1. THE DAKHLEH OASIS, NEW VALLEY (EGYPT)

This paper is based on an ongoing research project, funded by the Italian and Egyptian Ministries of Foreign Affairs, between the Politecnico di Torino in collaboration with the University of Florence and the Assiut University (Egypt).

The specific field of this research is the traditional mud brick architecture in the New Valley Region situated in the Egyptian Western Desert. This site, which includes many ancient human settlements in the form of towns, villages and oases, is characterized by hyper arid climatic conditions with rare rainfall and extremely high temperature.

The specific area considered within that region is the Dakhleh Oasis, one of the five principal ones in the Western Desert, the farthest one out of Cairo (800 km SSE of Cairo, 250 km W of Luxor), a large depression covering an area of flat, clay plain, bounded to the north by a steep limestone escarpment.

The oasis is some 80 km west to east and 25 km maximum wide. Population is about 75.000 (2002), settled in 14 ancient villages and in some more recent ones, mainly established after 1900, when the government undertook actions against Bedouins who made unsafe life in the area.

The local economy is based on agriculture, and there are no known mineral or other viable resources. The capital is in Mut, which has been the main town since at least the eighteenth dynasty, about 1.500 BCE. Before then, the site of Ain Asil at Balat in eastern Dakhleh had been the seat of the government, since 2.500 BCE, and before that the less settled Neolithic and earlier populations inhabited the area.

The village of Al Qasr is, one of the most interesting, characterized by a compact structure of mud-walled alleyways narrowly separating houses with elaborately-carved wooden support beams. It contains a wealth of vernacular architectural examples that eloquently represent unique architectural creations of outstanding value, which, over the centuries, were able to adapt the changes in society, defensive needs, climatic conditions, and to interact with the environment.

2. TRADITIONAL ARCHITECTURE

2.1 Urban Morphology

The original settlements have a clear-cut organisation, which defines the use of space and determines the distinction between public, semi-public and private areas, varying in degree of accessibility and enclosure. The social system requires both segregation of domestic life and participation in the economic and religious life of the community.

The ancient villages were developed according to the typical features of the Islamic desert defensive architecture, as a compact fortress with connecting streets to allow internal communications within the village, walls of mud brick surrounding on all sides, closely packed buildings, houses connected to one another by narrow alleys (*zuqûq*). The defensive wall system is formed by the blind rear walls of the houses in the perimeter of the village. The entrance of the village was allowed by more than one gate (Fig.1).

The harsh conditions of the hyper arid desert environment impose to adapt the life to these conditions. The compactness is the technique of minimizing the amount of building surface exposed to the direct radiation of the sun; narrow, often covered and shaded streets avoid the heat of the sun and extreme brightness and provide ventilation shaft. The buildings are internally ventilated by a vertical and cross stream of fresh air thanks to a system of apertures.



Figure 1. Al Qasr, Dakhleh Oasis, Egypt

The typical fortified village is developed from a centre on the top of a hill toward the bottom. In the old core, there are the public utilities such as the *Medrasa*, the mosque, the oil press, the wells, the little shops and the craftsmen's laboratories. The built-up areas are surrounded by cultivated fields and the palm groves.

The structure of the settlement consists of a system of neighbourhoods as relative independent units. Although the quarter is a closely knit group, providing consciousness of social identity and security, there is always a balance between the self-sufficiency and the isolation and the quarter's participation in the community and economic affairs of the city as a whole.

Though the entrance might have been closed and guarded at night and in times of civil unrest, each quarter is not architecturally emphasized and it's physically linked with the neighbouring building of the adjacent quarter. The single buildings are conceived as part of a comprehensive fabric, never as isolated structures, and the repetition and variety of basic architectural typologies produce the lively unit of the built form.

The houses within a unit can be accessed through a semi-public alleys (*Darb*), which lie behind a large gate with a wooden lintel with carved inscriptions and decorations, and which mark the transition from the private space (of the house) and the public street. The *Darb* is inhabited by an extended family, but may be that more families share an alley as an autonomous community (in this case the *Darb* is called *El hâra*).

2.2 Housing typology

The houses are compact with a closed outer face. The layout is similar in most of the villages, except in Al Qasr, the former capital of the oasis, where are built in Townish style. Plans are about 5-6 m width (rooms dimensions are determined by the limited span of the acacia wooden roofing beams), except the upper one usually smaller, unless it extends over a street below.

The limits of the houses, both horizontally and vertically are not always clear. The street coverage system is the result of two opposite requirements: from one side the need for extra space from within buildings, particularly housing, created the *Sabat* (Fig.2); secondarily a pedestrian requirement for coverage and protection from the sun.

Internally the layout is determined by the specific needs of the members of the extended families and by economic activities and social class; the typical building usually has a ground floor, two storeys and a terrace connected by a central staircase, also serving as a ventilation shaft though the construction of perforated wooden steps.

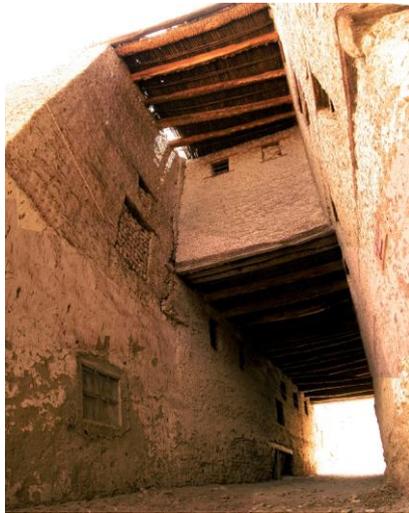


Figure 2. A *sabat* in Al Qasr

Primary entrance has a right-angle turn so that nobody can see into the house from the outside. Rooms and open spaces, albeit of limited size, were used in different ways in relation to the climatic conditions: the open spaces during the night in summer, while the areas under cover were the best place for spending the day, shielded against direct sun rays and naturally ventilated.

The major percentage of ground use for service areas shows the necessity to store food, the requirements for cooking and washing facilities, and often to have space for a home bakery. The terrace at the highest level gave people an opportunity to sleep outside during the hot summer nights. Some houses at this level, in agricultural villages, have earth made containers for cereals and food storage, a kitchen and a poultry house.

Anyway, common traditional rules of urban planning with regard to the mutual privacy have to be respected: the same height of the buildings, for example, which prevents one house from casting a shadow over another one; openings, small and infrequent to control the amount of direct sunlight entering the structure. Screening wooden elements (Fig.3), a kind of *Masharabiya*, reduce the direct amount of direct lighting entering buildings and hide private spaces from unwanted curiosity from the street or from the neighbourhoods.

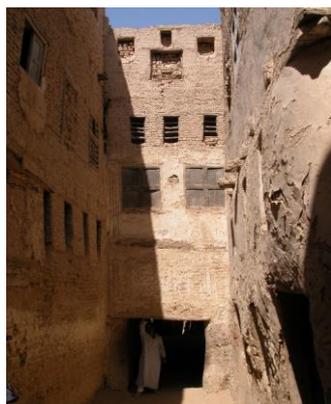


Figure 3. Al Qasr, typical screening wooden elements

2.3 Materials and building techniques

Sun dried mud brick, sometimes mixed with straw, and was the building technique used most widely in this area, which best fits the local conditions: a dry hot climate, the need to reach appreciable heights over small surface areas and to reduce progressively the masonry wall thickness.

Masonry bears witness to builders' great mastery in using bricks and creating particularly sturdy structures. Readily available, this material kept houses internally cool in summer and warm in winter. This technique is also used for roofs, cornices and internal partitions, to obtain lighter-weight structures and be able to create more complex elements, such as arches, bas-reliefs and ornate decorations.

Mud, palm and acacia wood (Fig.4), palm ribs rope and leaves were employed to make traditional plane roofs (sometimes making decorative patterns visible from below). They require constant maintenance due to the high risk of deterioration.



Figure 4. Al Qasr, use of traditional materials

The Mud and straw plastering were applied by hand on the wall surface. The outer coat of plaster protects the brickwork and can be renovated whenever necessary. Its colour endows these buildings with an appearance that blends in perfectly with the landscape.

Many residents decorated the exterior of their houses with whitewash and decorative brickwork. If the owner of the house had made the pilgrimage to Mecca (Hajj), images and narrative of the journey decorate the outside of the house. These Hajj paintings and inscriptions defined the status of person and place within the community.

Larger houses reused carved stonework from the nearby archaeological sites as decorative elements. Wooden doorways of the main entrance in many houses were carved, and report the family lineage, the date of construction and the artisan signature.

CONCLUSIONS

The architecture is one of the main expressions of the cultural landscape. It's a product determined by the harsh and dry climate in a wide deserted hilly territory, with scarce water resources, as well as by the Islamic culture, the influence of Bedouin and Berbers incursions, and of the slaves' trade from Sudan.

Nowadays new towns, designed on European planning models to support the increase in population, ordered on a grid pattern with wide streets, housing projects and public squares - built of corrugated steel and cinder block - sit next to the older settlements. Only in some smaller towns the traditional practice is still in use. Most of them are abandoned, badly conserved, swiftly crumbling into total ruin, which is eroding not only the fabric, but also its original character, and, as an economic consequence, its tourism interest.

The goal to keep the fabric of the village in its current original form should be managed balancing preservation and use, perhaps allowing changes (also in functions) which will keep villages alive and living.

Acknowledgements

This work is supported by the Italian and Egyptian Ministries of Foreign Affairs.

REFERENCES

- ALAAMANDOUR M. (2003). The rejuvenating of urban form shaping the present by learning from the past, in: Terra 2003: 9th international conference on the study and conservation of earthen architecture, Yazd, Iran, pp.10-22
- BLISS F. (1998). Artisanat et artisanat d'art dans les oasis du désert occidental Egyptien, Rudiger Koppe Verlag Koln.
- De FILIPPI F. (2006). Conservazione e Valorizzazione dell'architettura tradizionale per lo sviluppo del territorio. Strategie di ricerca e cooperazione a sud del Mediterraneo. Phd Thesis XVIII Cycle, Politecnico di Torino, 313 p.
- SCHIJNS W. (2003). Rehabilitation and reuse of historical mud brick architecture in el-Qasr, in: Terra 2003: 9th international conference on the study and conservation of earthen architecture, Yazd, Iran, pp. 504-512.
- WINLOCK H. E. (1936). Ed Dakhleh oasis, Journal of a Camel Trip made in 1908, The Metropolitan Museum of Art, New York, 1936.

ARCHEOLOGIE DES VILLES PROVENCALES : ELEMENTS SUR LA TOPOGRAPHIE, L'HABITAT PROTOHISTORIQUE ET ANTIQUE

Xavier DELESTRE

Direction Régionale des Affaires Culturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur
Centre Camille JULLIAN – Université de Provence/CNRS. xavier.delestre@culture.gouv.fr

RESUME : L'article aborde les questions de la topographie et de l'habitat des villes protohistoriques et antiques du sud-est de la France. Un thème de recherche qui est majeur depuis une cinquantaine d'années pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur avec un renouvellement important des données suite au développement de l'archéologie préventive.

MOTS-CLES : archéologie urbaine, topographie, techniques de construction.

ABSTRACT : The article discusses the questions of the topography and the environment of protohistorical and Roman cities of the southeast of France. A research subject which is major since about fifty years for the region Provence-Alpes-Côte d'Azur with a renewal importing data further to the development of the preventive archaeology.

WORDS-CLES : archaeology urban, topography, techniques of building.

J'ai choisi de présenter à l'occasion de cette seconde rencontre internationale sur le patrimoine architectural méditerranéen, un aperçu des connaissances archéologiques sur l'archéologie de la ville en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Pour rester dans le cadre éditorial fixé pour la publication des actes du colloque, je limiterai mon exposé à la présentation de quelques unes des principales caractéristiques de la topographie urbaines et des techniques de construction de l'habitat.

J'ai retenu le thème de l'archéologie des villes provençales ou ce que l'on nomme encore le « fait urbain » car celui-ci tient une place majeure dans l'archéologie du sud-est de la France depuis l'après seconde guerre mondiale. Chronologiquement, ma contribution concerne uniquement les périodes protohistoriques et antiques (VI^e av. J.-C. / IV^e après J.C.). La ville de l'antiquité tardive, du haut Moyen Age et de la période médiévale étant en soit un sujet particulier pour lequel la documentation reste encore trop lacunaire pour offrir à partir des seules données archéologiques la possibilité de commentaires pertinents.

C'est au sortir de la seconde guerre mondiale que le dossier de l'archéologie des villes du sud-est de la France a été ouvert avec parmi les initiateurs, Paul-Albert Février lequel s'était d'ailleurs auparavant intéressé à quelques grands sites du Maghreb (Volubilis, Tipasa, Timgad...). Ces travaux, plus de quarante ans après, demeurent encore une référence pour la Provence. Ce thème conserve aujourd'hui une place prééminente. Les raisons en sont multiples :

- d'abord, une réalité archéologique. Pour les périodes considérées, le nombre de villes et agglomérations secondaires comptabilisé sur le territoire de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur qui est constituée de six départements est d'une centaine ;
- ensuite, parce que c'est dans cette région, plus particulièrement à Marseille (Bouches-du-Rhône) lors de la réalisation en 1967 du projet de construction d'un nouveau centre commercial (Centre Bourse), que l'on assiste à une première destruction spectaculaire de

vestiges archéologiques en l'occurrence, ceux du port antique de *Massalia*. Un évènement qui sera à l'origine en France de ce que l'on appellera par la suite communément, l'archéologie urbaine ;

- enfin, parce que la parure monumentale antique encore visible dans le paysage urbain contemporain est conséquente. On citera à titre d'exemples les villes d'Arles (Bouches-du-Rhône), de Fréjus (Var), de Nice – Cimiez (Alpes-Maritimes), d'Orange ou de Vaison-la-Romaine (Vaucluse). Des éléments insignes du patrimoine qui fondent même pour partie l'identité régionale et sa notoriété touristique.

1. UN PAYSAGE URBAIN EN MUTATION DEPUIS PLUS DE CINQUANTE ANS : L'EXEMPLE DE MARSEILLE

L'accroissement de la population et les mutations économiques de la Provence durant ces cinquante dernières années ont provoqué une transformation importante du paysage régional. De nouveaux axes de communications (autoroutes, lignes ferroviaires) ont été tracés. Dans les villes, des îlots entiers ont fait l'objet d'une restructuration accompagnée parfois par des constructions de parcs de stationnement souterrains. Ces transformations ont conduit les équipes archéologiques à intervenir de manière privilégiée sur une petite dizaine de villes (Fréjus, Toulon, Arles, Avignon...). Parmi celles-ci Marseille occupe la première place.

Après les interventions de l'après guerre faisant suite aux destructions par les bombardements, on a effectué au cours des trente dernières années une succession presque ininterrompue de fouilles archéologiques souvent de grande envergure. Ces fouilles se développent parfois sur l'emprise des voiries lors de la construction de tunnel comme par exemple aux abords de la cathédrale de la Major ou bien concernant des espaces périphériques de la ville antique. C'est le cas du site de l'Alcazar qui illustre parfaitement le gigantisme de cette archéologie de l'urgence avec une fouille qui s'est étendue sur près de 4800 m², sur une durée qui a dépassé une année avec une équipe de fouille d'environ une centaine de personnes. Cette activité de recherche aura été à l'origine d'un apport considérable de données favorisant un renouvellement en profondeur des connaissances notamment sur l'histoire de la topographie urbaine de la plus ancienne ville de France. Dans le même temps, on a assisté pour cette ville à l'éradication de plus de 50% de son potentiel archéologique. On constate malheureusement aujourd'hui, qu'à de rares exceptions près, les vestiges exhumés ne sont pas demeurés visibles par la population au-delà de la durée de la fouille.

2. AUX ORIGINES DE LA VILLE

Les premières traces d'agglomérations connues par l'archéologie en Provence remontent à l'époque néolithique. Il s'agit alors de petits villages pourvus parfois d'une fortification. Toutefois, faute de fouilles étendues, nous ne disposons encore d'aucune vision d'ensemble.

L'origine à proprement parler du fait urbain doit être située à la protohistoire. Les données les plus nombreuses proviennent des fouilles réalisées en Basse Provence. On citera par exemple pour le département des Bouches-du-Rhône, les sites de Saint-Blaise (Saint-Mitre les Remparts), Tamaris et Saint-Pierre (Martigues), Les Caisses Jean-Jean (Mouriès) ou bien encore Le Verduron (Marseille) et Lançon-de-Provence (Constantine).



Photo 1. Vue générale de l'oppidum d'Entremont (Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône))



Photo 2. Vaison-la-Romaine, quartier antique de Puymin

A cette liste non exhaustive, on peut encore ajouter le site d'Entremont (Aix-en-Provence, Bouches-du-Rhône). Sur cet oppidum (Photos 1 et 2), probable capitale du peuple des Salyens, on a tout d'abord découvert en 1817 une première série de blocs sculptés. Les fouilles qui seront engagées à partir des années cinquante et surtout dans les années 1970 fourniront l'opportunité d'une nouvelle approche sur l'organisation, l'architecture et la chronologie des habitats qui se succèdent ici entre 175 avant J.-C. et 100/90 avant J.-C. Par ailleurs, l'étude du mobilier archéologique a permis de mettre en évidence plusieurs activités artisanales (verrière, métallurgie...).

Ces recherches montrent également l'émergence de pouvoirs politiques forts. Des formes d'autorité que l'on voit transparaître au travers des éléments sculptés, grandeur nature, images de « héros » symbolisés par des statues de guerriers provenant des sites de Roquepertuse (Velaux, Bouches-du-Rhône) ou d'Entremont (Aix-en-Provence). Une collection iconographique, dont les études les plus récentes, indique qu'il faut en vieillir la datation proposant même de la faire remonter en partie dans le courant du premier âge du Fer (VII-Ve siècles avant J.-C.). Les comparaisons avec d'autres découvertes du monde celtique comme celle de Glauberg (région de Watterau, Hesse, Allemagne) ou d'Italie septentrionale montrent clairement leurs appartenances à un fond commun d'images et de symboles conformes à des standards militaires existant dans toute l'Europe moyenne. Le réexamen de ces trouvailles anciennes conduit aussi à formuler de nouvelles propositions pour des bâtiments exceptionnels, lieux publics à vocation politique ou religieuse ou résidences privilégiées d'une élite temporaire ? La salle hypostyle dégagée sur l'oppidum d'Entremont, pourvue d'un étage avec son sol en *opus signinum*, témoigne également d'influences gréco-italiques tardives. Toutes ces trouvailles sont aussi la preuve de l'aura d'une classe dirigeante qui souhaite par cette manière assurer la continuité de son emprise sociale.

Pour la Provence orientale, c'est le site de Taradeau (Var) (Planche 1) qui fournit le plus grand nombre d'informations. Ce site est mentionné pour la première fois en 1905 par Adrien Guébard. Il est localisé à 253 m. d'altitude. Les fouilles ont été relancées après un incendie en 1969. Elles se sont achevées en 1976. Elles ont permis de dégager tout d'abord une enceinte. D'une hauteur restituée de 4 à 5 mètres, elle est bâtie selon une technique dite « *murus duplex* » en pierre calcaire liée par de l'argile blanche. Elle comporte trois portes dont une seule charretière est conservée à l'est et, à l'ouest, une autre de largeur réduite (1,50m). L'enceinte de forme pentagonale, large d'un peu plus de 2 mètres, délimite une surface de 9500 m². Sur la face interne du rempart sont adossées des cases dont une trentaine a été fouillée. Elles ont une taille qui varie entre 18 et 25 m². En revanche, la partie centrale du site est totalement dépourvue de bâtiments. Il est probable que le site n'est pas été occupé en permanence par les agriculteurs qui possédaient des habitations aux environs des terres cultivables. A l'intérieur de cette enceinte fortifiée, certaines cases devaient être utilisées comme entrepôts pour stocker les récoltes et les denrées alimentaires. D'après le mobilier découvert, l'occupation est comprise entre le IIe siècle et le milieu du Ier siècle avant J.-C.

Ces fouilles apportent des informations nouvelles sur l'architecture protohistorique mais elles livrent aussi une quantité considérable d'informations sur la vie quotidienne avec par exemple l'apparition, à la fin du VIe siècle, puis la multiplication au cours du Ve siècle, de grands vases à resserre (*dolia*). Elles permettent aussi de préciser, notamment par l'étude de séries céramiques, des faciès culturels et les circuits commerciaux. A cet égard, on évoquera l'exemple unique de la colonie massaliète d'Olbia (Hyères, Var) fondée vers la fin du VIe siècle avant J.-C. en bordure de la mer face aux îles d'Hyères. A l'intérieur de l'espace fortifié, l'habitat

s'organise selon une trame orthonormée découpant des îlots réguliers dont la fouille récente de l'un d'entre eux (îlot VI) a permis d'en suivre l'évolution.

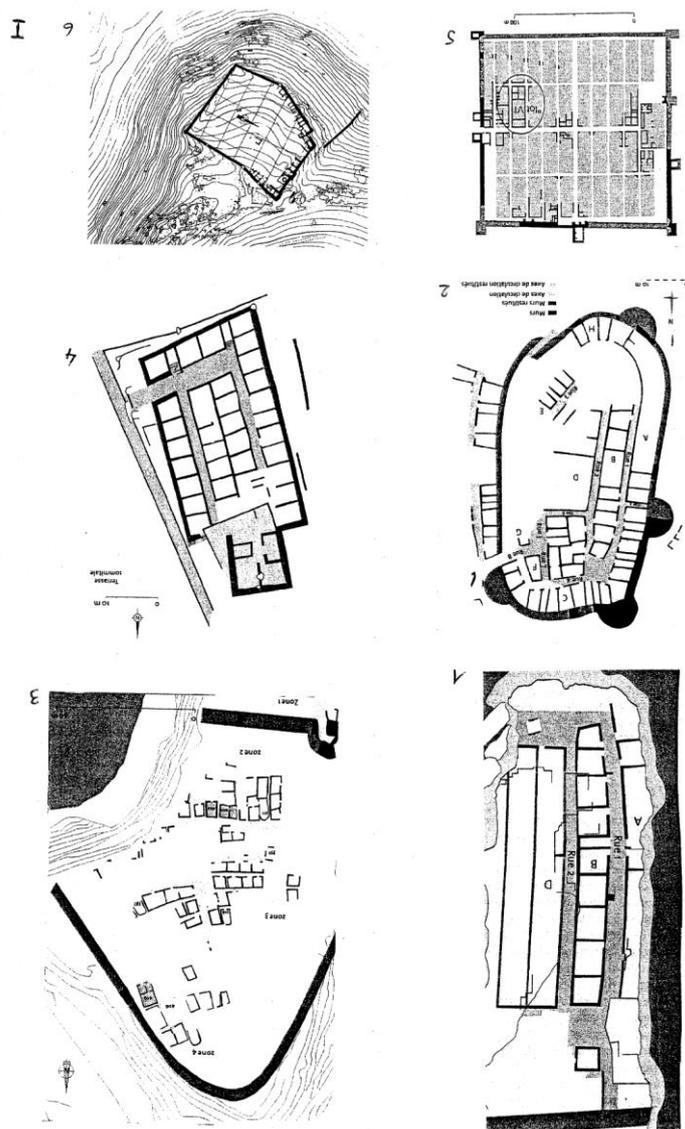


Planche 1. Plan de la pointe de l'Arquet (Martigues, Bouches-du-Rhône) ; 2 : plan du premier village gaulois de Martigues (Bouches-du-Rhône) ; 3 : détail du plan du site de Tamaris (1ere moitié du VIe siècle av. J.-C.) (Martigues) ; 4 : plan de l'oppidum du Verduron (Marseille, Bouches-du-Rhône) ; 5 : plan du comptoir grec d'Olbia (Hyères, Var) ; 6 : plan de l'oppidum de Taradeau (Var).

3. ARCHITECTURE ET ESPACES BATI

Après plusieurs décennies consacrées principalement à l'étude de l'hellénisation et la romanisation du territoire provençal, les chercheurs se sont intéressés aux sociétés autochtones. Au travers des enquêtes archéologiques, l'objectif était de mieux connaître la genèse et la structuration interne de ces sites fortifiés à enceinte unique (ex. Rocbaron, Var) ou à enceintes multiples (ex. Tourves, Var) qui regroupent l'essentiel de la population. Des sites, comme celui de l'oppidum de Constantine à Lançon-de-Provence (Bouches-du-Rhône), conservent encore en élévation une imposante fortification dotée d'une série de tours. Le phénomène de rassemblement des populations est à mettre en relation avec l'installation après 600 avant J.-C. de nouveaux réseaux économiques. La superficie de ces sites est très variable, allant d'un demi hectare à plus de trente. Les habitats groupés se structurent à partir de la fin du VI^e siècle avant notre ère. Ils se développent parfois sur l'emplacement de sanctuaires. Ils se localisent pour la plupart en bordure de plateaux, sur le sommet de collines dominant une vallée et quelques-uns en régions lagunaires.

En l'état actuel de la documentation, aucun site n'atteste de l'existence d'espaces ouverts pouvant correspondre à des fonctions collectives. Toutefois des aménagements publics ou religieux sont reconnus aux abords de voies par exemple sur l'oppidum d'Entremont (Aix-en-Provence, Bouches-du-Rhône) où les fouilles réalisées entre 1953 et 1975 ont permis de dégager une vaste salle hypostyle élevée contre le mur d'une première enceinte. Cette construction constitue pour la Gaule méridionale l'un des plus anciens vestiges d'une réalisation collective monumentale. Sur ce site, les fouilles révèlent que les constructions faites de matériaux périssables sont remplacées à partir de 150 avant J.-C. par des constructions maçonnées. Ces modifications dans les techniques de construction s'accompagnent d'un accroissement de la superficie bâtie qui alors quadruple. L'arrivée d'une nouvelle population impose une restructuration complète des îlots. Les constructions sont pourvues d'un étage réservé sans doute à l'habitat alors que le rez-de-chaussée est utilisé pour les activités artisanales.

Les bâtiments protohistoriques sont de forme carrée ou rectangulaire souvent à pièce unique. Sur l'oppidum des Baou de Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône), les constructions datées d'après le milieu du VI^e siècle ont une superficie de 12 m². A Mouriès (Bouches-du-Rhône), les bâtiments construits au II^e siècle avant J.-C. sont de plan rectangulaire et certains très vastes (14 m. x 5 m.). D'une manière générale, à défaut d'un véritable urbanisme de plan pré-établi, on relève la volonté d'une planification plus ou moins régularisée des espaces bâtis. Les pièces sont séparées par des ruelles. Accolées les unes aux autres, elles forment des îlots. L'ensemble est enfermé dans des enceintes qui utilisent au mieux les avantages de la topographie (falaises, dénivelés...). Celles-ci peuvent être renforcées dans des secteurs plus faibles par un fossé. On en connaît par exemple au I^{er} siècle sur l'oppidum de Roquefavour (Ventabren, Bouches-du-Rhône) ou à la Courtine (Ollioules, Var)... L'occupation sur ces sites peut, comme le montrent les fouilles de La Cloche (Les Pennes-Mirabeau, Bouches-du-Rhône), s'achever brutalement. Ces faits sont attestés par la découverte de balles de fronde, de pointes de flèches, d'ossements humains, de traces d'incendie et de pillage. Pour ce site, cet épisode tragique a été mis en relation avec le siège par César de Massalia en 49 avant J.-C.

Les fouilles conduites à Arles (Bouches-du-Rhône) (Photo 3) sur le site du jardin d'Hiver ou dans l'île de Martigues (Bouches-du-Rhône) apportent aussi des informations inédites sur l'origine des agglomérations protohistoriques, leurs structurations et les techniques de construction basées essentiellement sur celles des murs en briques crues recouverts d'enduits

talochés sur assises de pierre. Grâce à des conditions de conservation exceptionnelles (inondations et incendies répétés notamment au II^e siècle avant J.-C., faits de guerre), le site de l'île de Martigues livre des renseignements importants sur les aménagements intérieurs et, plus rares, sur les systèmes de couverture. Les vestiges fossilisés après de violents incendies montrent que ces habitations sont couvertes de toits de terre en terrasse. Elles sont constituées d'une charpente de bois de faible section posée directement sur les murs. Quant à la couverture, elle est réalisée à partir d'un lit de roseaux recouverts d'une couche de terre crue amendée de végétaux coupés.



Photo 3. Arles (Bouches-du-Rhône), le rempart antique et la tour Mourgues

On ne saurait conclure sur le sujet des origines du fait urbain sans évoquer les connaissances acquises sur la ville d'Arles. Fondée par les massaliotes dans les années 540-530 avant notre ère, *Arelate* devient une ville indigène hellénisée après 400 avant J.-C. Une histoire qui en fait le berceau culturel des relations entre les grecs et les populations indigènes en basse vallée du Rhône. Quant au site de Glanum (Saint-Rémy de Provence, Bouches-du-Rhône), il est marqué d'abord par des influences gréco-italiques à la fin du III^e siècle avant notre ère avant de se transformer en une véritable agglomération indigène aux II^e et I^{er} siècles avant J.-C.

4. LA VILLE ANTIQUE

Des premiers temps de la ville antique, nous disposons pour l'heure que d'informations très ponctuelles. A titre d'exemple, on peut citer à Marseille (Bouches-du-Rhône), la découverte de constructions d'époque grecque archaïques (premier quart du IV^e s. avant J.-C.) sous le collège du Vieux Port et ailleurs des niveaux stratigraphiques contenant du matériel archéologique attribué à la période hellénistique. A l'opposé, des villes comme Nice (*Nikaia*) (Alpes-Maritimes) conserve tous ses secrets au point que la situation même de cette première implantation fasse encore l'objet de discussion (site de la colline du château ou sous la ville actuelle ?).

A Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône), a été mis au jour sur le site de la Zac Sextius-Mirabeau un fossé contenant un grand nombre de fragments d'amphores que l'on a considéré comme la trace d'un possible rituel de fondation de la ville. Quant aux fouilles préventives conduites dans la même ville à l'angle des rues des Etuves et du Bon Pasteur, elles ont été l'occasion d'étudier les substructions d'un bâtiment à plusieurs nefs. De plan rectangulaire, ce dernier orienté nord-sud est daté des années 50 avant notre ère. Il est interprété par les fouilleurs comme un possible marché et serait à ce titre l'un des exemples les plus anciens de bâtiments publics de la ville.

La ville du Haut-Empire est mieux connue. La multiplication des fouilles et observations permet d'abord de disposer de plusieurs éléments de la trame urbaine et de suivre pour certains secteurs, grâce à une succession de fouilles, l'évolution voire les changements intervenus au sein des îlots. Si l'on prend pour exemple la ville d'Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône), se sont trois plans régulateurs orthonormés qui se seraient succédé. A l'intérieur de ces trames, des monuments publics ont été élevés (théâtre, amphithéâtre, thermes...). Les fouilles ont montré que pour s'adapter au relief naturel, il avait été indispensable de réaliser au préalable des travaux de terrassements. Pour la ville de Fréjus, les archéologues ont pu identifier deux systèmes urbains successifs et faire observer la grande qualité du lieu retenu avec des atouts multiples, en bordure de la mer, le long d'un axe majeur entre l'Italie et l'Espagne et en relation avec l'arrière pays par la vallée de l'Argens.

A l'intérieur des îlots, les fouilles mettent en évidence des constructions à vocation artisanale, des boutiques ou des ateliers par exemple à Aix-en-Provence sur le site de l'Enclos Signoret. Sur ce site a été mis au jour pour la première fois en Narbonnaise, un atelier de verrerie antique (I^{er}-II^e siècles après J.-C.) fabriquant du verre à vitre et des bouteilles carrées. Ces espaces urbains, les *insulae*, peuvent faire l'objet notamment au Clos de la Tour à Fréjus (Var) d'un découpage régulier formant des espaces d'habitations de surfaces équivalentes. Dans ces *insulae* peuvent être élevées de vastes *domus* pouvant atteindre une surface de plus de 2600 m². Elles disposent alors de cours intérieures à l'instar de celles dégagées à Vaison-la-Romaine (Vaucluse). Ces bâtiments sont parfois richement décorés de peintures murales et de sols dotés de mosaïques fabriquées par des artisans locaux. Parmi les découvertes les plus spectaculaires de ces dernières années, on citera celle de la rue des Magnans à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) avec un pavement de mosaïque à décor multiple comportant au centre une scène extrait du champ V de l'Enéide de Virgile : le combat d'Entelle et Darès. Cette représentation, la cinquième connue dont quatre dans la seule ville d'Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) est datée du milieu du II^e siècle après J.-C.

Les demeures devaient être également dotées de jardins ornementaux (*l'ars topiaria*) agrémentés de fontaines et de bassins dont malheureusement l'archéologie ne livre pour

l'instant que de très rares traces. Tous ces éléments d'agrément et de confort supposent que les villes disposaient d'équipements publics de qualité notamment pour l'approvisionnement en eau dont on a retrouvé dans la ville et aux abords sur plusieurs kilomètres des vestiges encore en élévation.

Si pour une ville comme *Aquae Sextiae* (Aix-en-Provence, Bouches-du-Rhône) (Planche 2), le tracé et la datation de l'enceinte restent encore largement hypothétiques, il en va tout autrement pour les villes d'Arles (Bouches-du-Rhône) ou de Fréjus (Var) pour lesquelles ces éléments insignes de la parure monumentale sont encore très présent dans la topographie urbaine contemporaine.

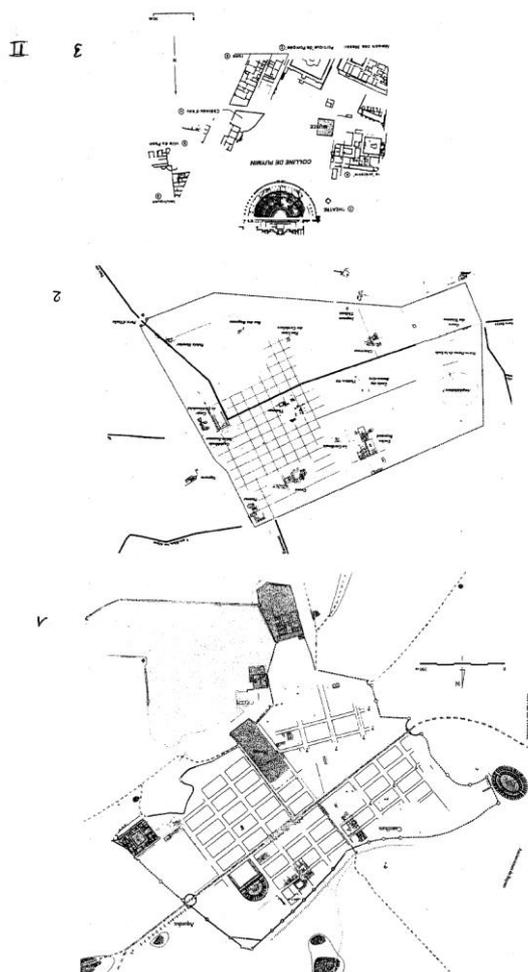


Planche 2. : 1 : Plan de la ville de Fréjus (*Forum Julii*) (Var) ; 2 : plan de la ville d'Aix-en-Provence (*Aquae Sextia*) (Bouches-du-Rhône) ; 3 : plan partiel de Vaison-la-Romaine (*Vasio*) (Vaucluse).

Les fouilles de la seconde moitié du XXe siècle ont également permis de commencer à mieux cerner les limites de l'espace urbain avec la mise en évidence par exemple pour Marseille grecque de parcelles plantées de vigne et, dans plusieurs cas, de nécropoles à inhumations ou incinérations (Fréjus, Nice...). De même, l'entrée de la ville antique peut être marquée par des constructions monumentales (arc de Carpentras (Vaucluse) par exemple) (Planche 3) mais aussi par une succession de monuments funéraires. C'est le cas à Orange (Vaucluse) en bordure de la *via d'Agrippa*. Là, des fouilles récentes ont permis de dégager quatre concessions funéraires comprenant deux mausolées datés de la fin du Ier/début IIe siècle après J.-C. L'un est de plan carré et possède trois niveaux surmontés d'un toit pyramidal à décor d'écailles. Le monument est richement décoré avec à son premier niveau quatre sphinges sculptées en ronde-bosse, gardiennes symboliques du tombeau. Le second mausolée est de plan circulaire renforcé par huit murs de refends internes. Sur sa façade côté voie, était placée sous la corniche une inscription gravée sur une plaque de marbre blanc. Celle-ci renseigne sur le défunt, un certain *Titus Pompeius Phrixus Longus* affranchi par son maître *Titus Pompeius Reginus*. Ce mausolée-tumulus était décoré d'acrotères de grandes tailles représentant Bacchus, Hercule et un cyclope.

Enfin à côté de ces villes antiques, dont l'histoire s'est poursuivie jusqu'à nos jours, l'archéologie révèle quelques cas de « capitales éphémères » dont la place économique et politique disparaît à la fin de l'antiquité ou dans les premiers temps du Moyen-Age.

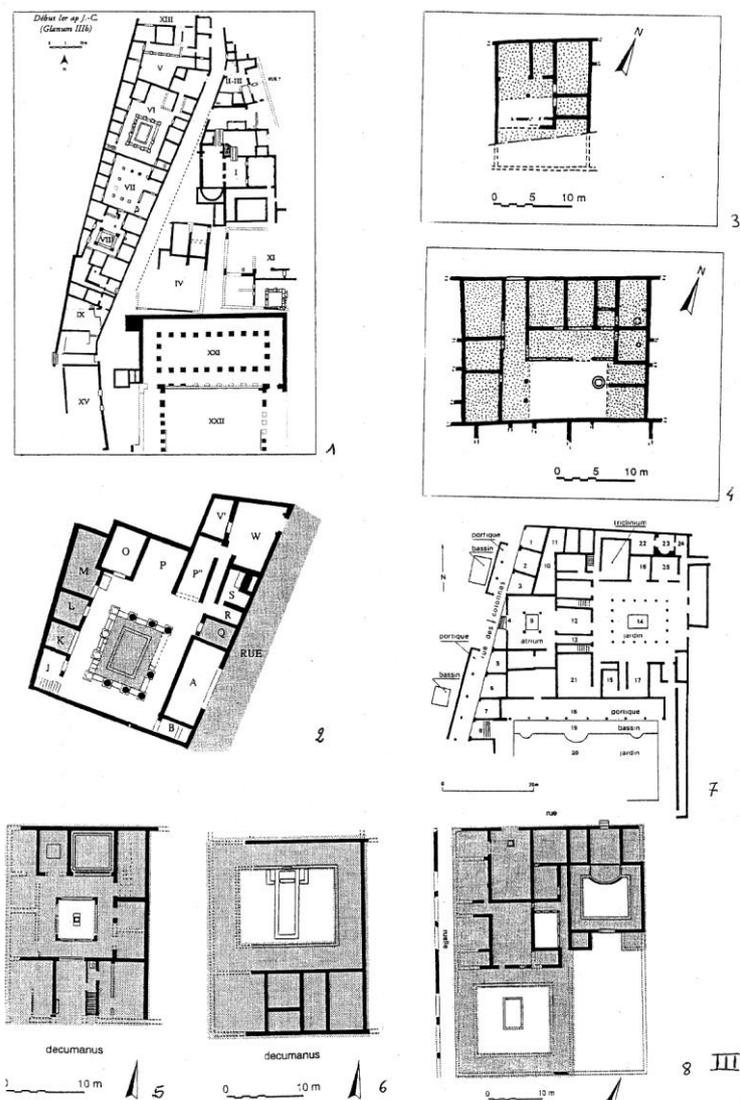


Planche 3. : 1 : plan de Glanum au début 1^{er} s. avant J.-C. (Saint-Rémy de Provence, Bouches-du-Rhône) ; 2 : plan de la maison VI *des Antes* (état 3), Glanum, (Saint-Rémy-de-Provence, Bouches-du-Rhône) ; 3 – 4 : Orange (*Arausio*) (Vaucluse), quartier Saint-Florent (maison état E.2, état II, maison E. 3.) (10 av. J.-C./20-30 après J.-C.). 5 : La maison au Dauphin (Vaison-la-Romaine, Vaucluse) (état IIe avant J.-C.) ; 6 : Fréjus (Var) maison de la place Formigé (état 1 : vers 0-5 après J.- C. ; état 2 : vers 65-70 après J.-C. ; 7 : Aix-en-Provence, Enclos Reynaud (IIe s. après J.- C.).

5. LES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION

D'une manière générale, on peut distinguer trois groupes principaux pour la construction des élévations :

- des murs montés en pierre : pour cette première catégorie, on constate l'emploi d'une très grande variété de matériaux d'origine locale (des grès de couleur vert, jaune ou gris ; du schiste ; du calcaire, de la rhyolite, du granit...). Les murs reposent parfois sur de puissantes fondations pouvant atteindre les deux mètres. Les fouilles montrent le très grand soin apporté par les constructeurs à la préparation des terrains. Pour le confort des habitats et l'étanchéité des murs, ces derniers peuvent être bordés de drains maçonnés complétés par l'installation de dallages sur des radiers. Les murs sont formés de moellons de petit module, *opus vittatum* ou *caementicium*. Le grand appareil étant réservé aux constructions monumentales et publiques avec parmi les exemples les plus spectaculaires les murs d'enceinte comme par exemple celui de l'oppidum de Saint-Blaise à Saint-Mitre les Remparts (Bouches-du-Rhône).

Les constructions peuvent être hybrides avec l'inclusion d'un ou plusieurs rangs de tuiles ou de briques. Du point de vue chronologique, ces constructions sont attestées par exemple à Fréjus (Var) dès les premières années du premier siècle de notre ère. Dès l'époque augustéenne, les murs sont enduits et revêtus de peintures murales ;

- des murs en briques crues (adobe) : cette technique est utilisée notamment pour les murs de refend ;
- des murs à colombage : dans les constructions privées, les murs sont recouverts d'enduits peints plus ou moins richement décorés. Les fouilles à Fréjus (Var), Vaison-la-Romaine (Vaucluse) ou Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) ont donné de beaux exemples de ces œuvres décoratives.

Quant aux sols, on en rencontre au moins six types différents :

- sols en terre battue
- sols à mosaïques blanche et noire ou polychrome
- sols bétonnés
- sols avec incrustation
- sols en *opus sectile*
- sols en *opus spicatum*

6. CONCLUSION

En conclusion, l'archéologie apporte des données essentielles sur l'origine du « fait urbain » en particulier en Basse Provence et dans le couloir rhodanien. Elle permet d'ouvrir de passionnantes discussions notamment sur les questions de l'organisation urbanistique des villes protohistoriques en particulier sur la place des espaces publics. Les fortifications, dont on sait le caractère hautement symbolique, font également l'objet de la plus grande attention.

Les nombreuses fouilles réalisées durant la seconde moitié du XXe siècle livrent quelques exemples de villes antiques créées selon une trame urbaine orthonormée qui, dans certains cas, imposent des aménagements de la topographie naturelle ou une adaptation des édifices pour tenir compte du relief. Celles-ci ont également contribué à modifier les données environnementales à l'instar de Marseille où l'on observe suite aux travaux de constructions et

de canalisations, une accélération du comblement du port. Les fouilles montrent qu'au fur et à mesure du temps des évolutions significatives sont opérées dans le dispositif urbain sans toutefois totalement s'affranchir de la trame originelle. Les modifications peuvent s'accompagner de changements d'affectation à l'intérieur des *insulae*. La superficie des îlots peut être parfois modifiée pour recevoir des équipements publics ou monumentaux. Ces plans et ceux de l'habitat témoignent des influences multiples qui se succèdent sur cet espace méditerranéen occidental. Elles sont aussi la traduction des vicissitudes d'une histoire économique et politique auxquelles correspondent des périodes d'expansions ou de régressions du tissu urbain.

REFERENCES

- BATS M. (2006). Olbia de Provence à l'époque romaine. Etudes Massaliètes n°9, Edisud, Aix-en-Provence, 2006, 476 p.
- BIZOT B., DELESTRE X., GYON J., MOLINER M. & TREZINY H. (2007). Marseille antique. Guides Archéologiques de la France, n° 42, 2007, 128 p.
- BRUN J.P., CONGES G. & PASQUALINI M. (1993). Les fouilles de Taradeau, Le Fort, l'Ormeau et Tout-Egau. Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément n 28, 283 p.
- BUIRON M. & TREZINY H. (2001). Marseille – trames et paysages urbains de Gyptis au Roi René. Etudes Massaliètes, n° 7, 2001, 255 p.
- CHAUSSERIE-LAPREERE J. (2005). Martigues, terre gauloise. Entre Celtique et Méditerranée. Editions Errance, 2005, 247 p.
- COLLECTIF (1984). Un oppidum gaulois à Saint-Blaise en Provence. Les Dossiers Histoire et Archéologie, n° 84, juin 1984, 97 p.
- COLLECTIF (1989). Glanum – Cité grecque et romaine de Provence. Les Dossiers d'Archéologie, n° 140, 1989, 83 p.
- COLLECTIF (1990). Voyage en Massalie – 100 ans d'archéologie en Gaule du Sud, catalogue d'exposition. Edisud / Musée de Marseille, 1990, 255 p.
- FEVRIER P.A. (1964). Le développement urbain en Provence de l'époque romaine à la fin du XIVe siècle. Ed. De Boccard, Paris, 1964, 231 p.
- HERMARY A., HESNARD A. & TREZINY H. (1999). Marseille grecque. La Cité phocéenne (600-49 avant J.-C.). Editions Errance, 1999, 181 p.
- GARCIA D. (2004). La Celtique méditerranéenne. Editions Errance, 2004, 206 p.
- GOUDINEAU CH. (1991). Vaison-la-Romaine. Editions Errance, Paris, 1991, 158 p.
- GOUDINEAU CH. (1996). voyage dans la Provence antique. L'Archéologue, n° 23, juillet-août 1996, p. 5-50.

- GUYON J., NIN N., RIVET L. & SAULNIER S. (1998). Aix-en-Provence, Atlas topographique des villes de la Gaule méridionale. Revue Archéologie de Narbonnaise supplément 30, 1998, 314 p.
- MIGNON J.M. (2000). Les mausolées antiques d'Orange. Archéologia, n° 364, février 2000, p.48-57.
- NIN N. & Ali (2006). La nécropole méridionale d'Aix-en-Provence (Ier – VIe siècles après J.-C.). Revue Archéologique de Narbonnaise supplément n°37, 2006, 240 p.
- RIVET L., BRENTCHALOFF D., ROUCOLE S. & SAULNIER S. (2000). Fréjus, Atlas topographique des villes de la Gaule méridionale. Revue Archéologie de Narbonnaise supplément 32, 2000, 509 p.

BIODETERIORATION OF ARCHAEOLOGICAL RUINS AND HISTORIC MONUMENTS IN MEDITERRANEAN AREA

Giuseppina DEL SIGNORE¹ & Michela MONTE²

¹ENEA Casaccia Research Centre, via Anguillarese n. 301, 00123 Roma.

²CNR-ICVBC National Research Council, "Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali", via Salaria km. 29, 00100 Roma

INTRODUCTION

The climate of the temperate zone, that occurs in the Mediterranean Countries, is particularly favourable to microbial growth and other organisms that cause damages to stone structures in archaeological areas and to historical monuments.

In some cases the biological development, as plants and lichens, increases the works of art fascination; this is the reason because a damage quantification that the biodeteriogens can do to the stone monuments must be done to programme the interventions, both from the conservative and the aesthetic point of view.

In the biodeterioration phenomena, not always it's easy to recognise the biological matrix; microorganisms as bacteria, actinomicetes and fungi cause damages like corrosion, decohesion, efflorescences and stains; all these alterative forms can be caused by non biological agents too. For these kinds of alterations it's necessary to carry on microscopic observations and cultural analyses to point out the biological agents responsible of the alterative phenomena (Normal 1/88, Normal 9/88, Normal 19/85).

On the contrary, a simple observation is sufficient to evidencing mosses, plants, lichens and algae, even if the classification of these organisms requests a deep knowledge of the species and its ecological habitat (P.L.Nimis, M. Monte, M. Tretiach, 1987; M. Lisci, M. Monte, E. Pacini, 2003).

Biodeterioration phenomena can proceed fast or slowly depending on the group or species responsible of it; in the case of crustose lichens, the growth is so slow that the stone alteration could be even less than that due to the stone direct air contact (Lallemant R. and Dereuelle S., 1978).

Ruderal plant's presence on monuments or ruins can lead also to collapse of stone structures; the root furrows inside the stone, favourite the rain water infiltration and, in the time, they can cause the building felt.

In hypogeum environment, like catacombs, necropolis, prehistoric cavern, algae and actinomicetes growth is detected: high humidity and low light intensity allow the microscopic algae to growth; these species produce organic substances that represent the nutrients for heterotrophic organisms like the actinomicetes.

Bacteria presence over 1 million/gram of sample, in alterative forms like powder, corrosion, efflorescence means a very advanced deterioration step. Microorganism's presence is elevate also in alteration like "crusts". Crust formation is the result of the relationship between the pollution particles deposition and the microorganisms and/or organisms growth. The crust is chemically different from the stone substrate; in it there are the biologic metabolic products,

the substances coming from the air and the reaction products between the metabolites and air pollution particulate.

The microscopic fungi damage the stone, the frescoes, the paintings, etc. because of the emission of pigments and acid organic substances. Recently has been ascertained that some fungal species produce oxalic acid; they form essentially calcium oxalate patinas, more or less coloured. The frequency in the recovery of calcium oxalate films on monuments and the remarking of their protective effect on the stone surface represent the base of the idea to apply them as protective tool (Matteini M., Moles A., Giovannoni S., 1994).

The microorganisms and the organisms biodeteriogens rarely are the first colonizers of the stone; generally they can growth only after the attach of chemical and physical agents (humidity, temperature, atmospheric acid substances). In any case, their development determines a strong acceleration of alterative phenomena so their presence must be considered a warning in the alterative processes that need to proceed to a recovery of the biodegrade structures.

1. BIODETERIORATION FORMS

1.1 Marble Corrosion

A strong marble corrosion has been detected on Pisa Tower; from the cultural analysis a relevant presence of chemio-autotrophic bacteria of genus *Thiobacillus* has been ascertained (Monte et Al., 1999). To evaluate the alterative effect of these bacteria, marble sample have been cultured in liquid medium with *Thiobacillus thiooxidans* for one year (Photo 1). After that time, a 7% increase in porosity has been detected. Considering that, in real conditions and for most degraded monuments, the increase in porosity detected was till 3%, this value gives the measure of the danger degree of the biologic action (Monte M., Del Signore G., Persia F., 1999).

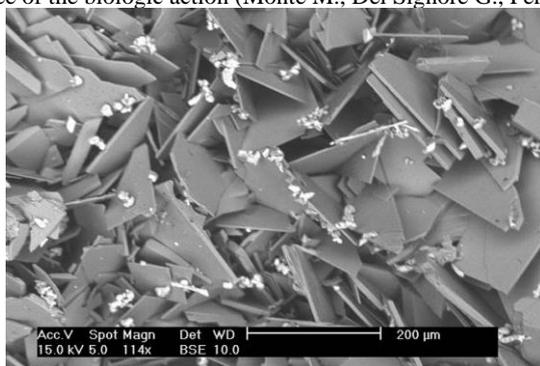


Photo 1. Marble sample cultured with *Thiobacillus thiooxidans*-SEM Picture

1.2 Exfoliation

In the exfoliation phenomena the biological cause can be important. It's showed a case, detected in the historical centre of Siracuse, where the development of heterotrophic bacteria in the contact zone between the building surface and the paint applied on it caused the exfoliation and the detachment of the paint film. The microbial growth has been favourite by the humidity that stay under the hydrophobic paint used (photo 2).



Photo 2. Siracuse : exfoliation and the detachment

1.3 Stains and Efflorescences due to Actinomicetes growth

The Actinomicetes, prokaryotic filamentous microorganisms, develop essentially on stone structures in hypogeous environments where they produce red coloured stains or white efflorescence. Inside an Etruscan tomb in Tarquinia necropolis, during the stain cleaning actions, the quaternary ammonium salts were used. The elimination of Actinomicetes with this product, with a soft and too selective action, determined a fungal growth because of the elimination of their competitors (Photo 3). The use of a large spectrum biocid (Metatin 58-10 della ACIMA) permitted the complete biodeteriogen's elimination.



Photo 3. Actinomicetes

1.4 Black stains from fungal development

On stone inorganic materials, the fungal growth can be more relevant than it can theoretically be supposed because they are heterotrophic organisms. In fact, they utilise organic matter coming from atmospheric particulate and the guano from birds. Their growth determines the formation of black stains due to the melanin produced by the mycelium (Photo 4).



Photo 4. Fungal growth

1.5 Oxalate patina

It has been ascertained that the fungus of *Aspergillus* genus is able to produce oxalate patinas in liquid culture. The fungal mycelium develops mainly in the contact zone between the liquid and gaseous phases in which, initially, form oxalate crystals. Removed from the culture, the marble specimens showed a slight beige colouring (Photo 5). SEM observation of the marble specimen surface showed druse-shaped crystal aggregates (Photo 8). FTIR analysis highlighted the characteristic peaks of dihydrate calcium oxalate (weddellite) (Fig. 1) (M. Monte, L. Bianchini 2004).

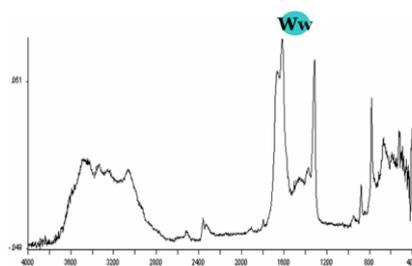


Figure1. FTIR analysis: weddellite peaks



Photo 5. Melanin black stains



Photo 8. Algal films

1.6 Photosynthetic microorganisms patinas

Dark patinas, due to the cyanobacteria development, cover the building faces in particularly humid areas under the sea influence and/or the abundant rains. Algal films are frequently detected in hypogea where the low intensity light favours their growth. The patina varies in extent, thickness, consistency and colour: green, yellow, orange, violet, and red (Photo 9). Algae contribute to stone deterioration by respiration processes, by water retaining, by acids releasing or compounds chelating.



Photo 9. Orvieto Cathedral

1.7 Lichens

Lichens are the results of the symbiosis between an alga and a fungus organised in a well defined structure: the thallus. The lichen thallus develops where a fungus and an alga, by themselves, couldn't survive. For this reason they colonise a large variety of substrates (stones, ground, trees, glasses), even in environmental conditions considered adverse to life. In the Orvieto Cathedral case (Photo 10, 11), the rain water flowing, where is nitrogen coming from the bird guano, allows the development of a nitrophilic lichen vegetation that, besides they produce corrosive phenomena on the structures, hinder an aesthetic reading of the work of art. In this case, to eliminate the lichens, is enough to proceed to a good water canalisation. Xerophilic lichen forms can develop in dry environments too, their growth is slow and it's possible because they use the condensation water forming during the night for the decrease of temperature.



Photo10. Orvieto Cathedral detail

1.8 Mosses and ruderal plants

Plant's colonisation on stone materials follow the microorganism's and mosse's ones and can undergo eutrophisation process in which the substrate porosity has a fundamental role. In

ruderal plants growth, roots develop inside the stone structure (Fig. 2, 3) with a length that can be even tree times the one of upper part. In this canalisation the rain water fills and the structures are wicked till their collapse.

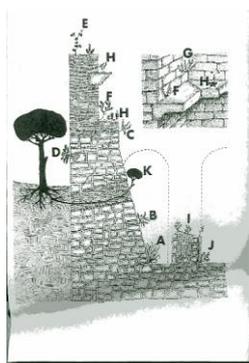


Figure2. Plant roots into stone structure

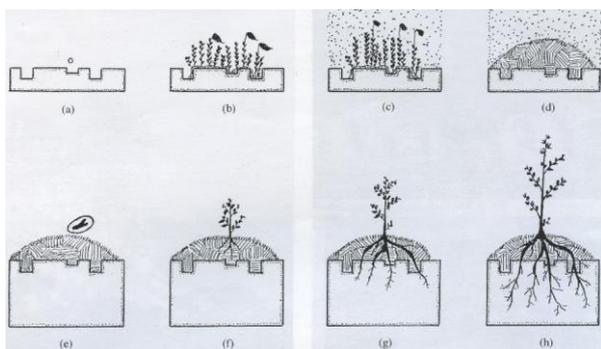


Figure3. Roots into stone structure

2. BIODETERIORATION CONTROL METHODS

The biodeterioration methods consist in the inhibition or elimination from the stone work of art of the biodeteriogen agents . The inhibition is preventive and consist in the control of the environmental condition and the chemical-physical parameters that are strictly related with the biological growth. The parameters, in theory, modifiable are: humidity, temperature, light, atmospheric pollution, inorganic and organic matter accumulation.

The prevention trough environmental parameters control is possible only indoor as in museums, churches, library. To obtain an efficient prevention is necessary to project a conditioning plan considering that the parameters must be inside a values range that at the same time inhibits the microbial growth and doesn't damage the material to be preserved

In the cases in which the biodeterioration is going on, after characterisation of the species responsible of the alterations, it's necessary proceed to their elimination. The medium tool choose to use is related with the environmental condition and with the deteriogen species. In case of lichens, mosses and plants it's possible mechanic removal with hand or with adequate tools, but it's necessary that this action is preceded by the treatments with biocidal solutions that, decreasing the cell turgidity, allow to extirpate these biodeteriogens with the minimum risk to remove, together with the biodeteriogen agents, stone matter too. This way to operate is obliged in case of substrates with serious decohesion forms.

In closed environment like museums and hypogea it's possible to use UV rays to eliminate microorganisms, the microbial sensibility to UV depend on its development phase and on the RH value (Van der Mole et Al., 1980). The germicide action spectrum range from 200 and 300 nm. To keep birds away from the stone structures it can be used the low frequency electric current (Zuffi S., 1988). This system works with a current ranging between 2000 and 3500 Volts and 0.5 milliamperes with two impulse per second being completely harmless for humans and birds.

The most used methods to eliminate the biological developments are the chemical ones and consist in the application of a toxic substance with biocidal action. These kinds of products are applicable in any situation both environmental and of substrate and contrast any biodeteriogen agent. The market offers several and different biocides often realised with other purposes. It's important to remember that they can be used in the monument safeguard only if they have the follow characteristics:

1. a large spectrum action on the biodeteriogens;
2. low toxicity for the operators
3. no interference with the substrate like colour changes or corrosive action, etc,...

The biocidal application way depend on the substrate, on its conservative state, on the organisms that are to be eliminated and on the attack entity. It can be: spaying, brushing or poultices, injections. Spraying method is used for paintings with surface layer very damaged, but is not possible in case of: organic matter present in old painting, parchments, books or prints because the liquid solution sprayed could dissolve pigments and inks. The poultices application is done overall in case of crusts to increase the contact time with the substrate and permit to the natural water to act dissolving the product. Generally it took from one to several days, to clean stone. In some case of stone surface the biocide is added as a gel past containing sodium and ammonium bicarbonate, EDTA, carboximetyl cellulose and a light disinfectant (Mora P. and Mora Sbordoni L., 1975; Lazzarini and Tabasso, 1986). In other cases to remove the biological-chemical crusts on stone material are used a non-selective absorbent clays like sepiolite or attapulgite (Paleni and Curri, 1976). Pesticide injection are used for wood using the insect tunnels.

In conclusion, once ascertained the presence of a serious biodeterioration phenomenon, it's necessary to choose the best method:

- 1) for the substrate before acting on it,
- 2) for the biodeteriogen involved and
- 3) for the environmental conditions where the structure is located.

In case the substrate is particularly damaged it's necessary to make, before any biocidal treatment, a previous consolidation action. After the treatment it's better, where possible,

remove the substances applied and the organic residues through repeated washings. Finally, it's important to prevent new attacks acting on the microclimatic conditions.

REFERENCES

- LISCI M., MONTE M. & PACINI E. (2003). Lichens and higher plants on stone : a review. *International Biodeterioration & Biodegradation* (5): 1-17.
- LALLEMANT R. & DERUELLE S. (1978). Presence des lichens sur les monuments en pierre : nuisance ou protection. *UNESCO-RILEM, INTERNAT. SYMP. on Deterioration and Protection of Stone Monuments, Paris.*
- LAZZARINI L. & LAURENZI TABASSO M. (1986). *Il Restauro della Pietra*. Padova: Cedam Ed.
- MATTEINI M., MOLES A. & GIOVANNONI S. (1994). Calcium oxalate as a protective mineral system for wall paintings: methodology and analyses. *Proc. 3rd International.*
- MORA P. & MORA SBORDONI L. (1975). Metodi per la rimozione di incrostazioni su pietre calcaree e su dipinti murali. *Problemi di Conservazione, Ed. G. Urbani: 339-344.*
- SYMPOSIUM "The Conservation of Monuments in the Mediterranean basin", Venice: 155-162.
- MONTE M., DEL SIGNORE G. & PERSIA F. (1999). Damage caused by microorganisms on marble samples. *European Federation of Corrosion Microbial Corrosion* (29): 339-355.
- MONTE M, FERRARIR. & MASANOTTI F. (1997). A case study on marble biodeterioration: the Tower of Pisa. *Proc. 8th workshop EUROCARE EUROMARBLE EU 496, Roma, 15-18 October 1997: 95-101.*
- MONTE M. & BIANCHINI L. (2004). Neo-formation of calcium oxalate deposits on marble specimens in fungal culture. *10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Stockholm, June 27-July 2, D. Kwiatkowski and R. Lofvendahl Ed.(1): 241-247.*
- NIMIS P.L., MONTE M. & TRETIACH M. (1987). Flora e vegetazione lichenica di aree archeologiche del Lazio. *Studia Geobotanica* (7): 3-161.
- NORMAL 1/88, (1990). Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico .Roma, CNR-ICR: 1-36.
- NORMAL 9/88, (1988). Microflora autotrofa ed eterotrofa: tecniche di isolamento in coltura. Roma, CNR – ICR: 1-26.
- NORMAL 19/85, (1985). Microflora autotrofa ed eterotrofa: tecniche di indagine visiva. Roma CNR-ICR: 1-7.

- PALENI A. & CURRI S. (1976). Attapulcus clay on cleaning biological aggression control desalination of stone. 2nd Inter. Symp.Dt.Buid.Stone. Athens: NTU of Athens: 153-162.
- VAN DER MOLEN J., GARTY J. & AARDEMA B.W. (1980). Growyh control of algae and cyanobacteria on hystorical monumentsby a mobile UV unit (MUVU). Sudies in Conservation (25-2): 71-77.
- ZUFFIS. (1988). Ferrari da Passano: così ho sfrattato i piccioni dal Duomo di Milani. Rassegna dei Beni Culturali (2): 44-45.

TYPOLOGIES DES COUPOLES ALGEROISES

Nadjiba-Kheira DRIOUECHE

Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger. Cité Panorama, Bt n 1, Belfort, Alger, Algérie. driouchenadjiba@yahoo.fr

RESUME : La ville d'Alger musulmane construite durant le règne ottoman, a connu durant le 17^e siècle, une grande expansion engendrant une stabilité économique, et notamment politique qui s'est répercutée directement sur l'évolution urbaine de la ville. Ceci s'est traduit sur le plan architectural, par la construction de plusieurs édifices publics monumentaux, en particulier les édifices religieux les plus importants.

Ce qui fait la particularité de ces monuments religieux c'est leurs couvertures représentées par des coupoles imposantes accompagnées, quelquefois, de petits dômes en nombre variable, qui deviennent des éléments de permanence dans la conception de ces édifices pendant cette période. Ces coupoles aux différentes dimensions, se distinguent entre elles, par leurs formes, qui définissent des typologies différentes

L'article présentera dans un premier temps une classification typologique des coupoles de la ville d'El-Djezair définit à partir d'un inventaire de l'ensemble des édifices à coupole. Cette phase sera suivie par une analyse des différents aspects physiques et structurels du type représentatif. Le but de cette analyse étant bien entendu l'identification des éléments communs mais aussi les différences qui caractérisent ce type de couverture.

ABSTRACT : Algiers city build through the ottoman reign, know during the 17 century, an important expansion who generate economical and political stability. The great construction has been building in this period, in particular the religious monument "the greatest mosques".

All the covers of this monument are representing by the great domes with some time many small domes, which become permanents elements in the conception of these monuments during the ottoman period. This domes have different sizes and forms, specify different typologies.

This article presents a typological classification of domes in Algiers city ottoman, which is base on inventory of all construction with dome. The second phase is an analysis of physical and structural aspects of the representative type. The aim of this analysis is the identification of the common and the difference who characterize this cover.

Le paysage urbain de la ville d'Alger ottomane est définit par des maisons à terrasses aux différentes typologies d'édifices, qui s'entassaient en une pyramide ceinturée de puissants remparts. L'ensemble des lithographies qui l'illustre (1), représente en premier plan la jetée KHEIR-EDDINE, avec ces forts et batteries ainsi qu'en arrière plan une masse compacte de constructions, d'ou émergent des éléments signalétiques. Il s'agit des minarets des Grandes mosquées ainsi que de leur dômes qui octroi a la ville une identité propre. (Fig.1)



Figure 1. La ville d'Alger au 17e siècle.
Source: M. S. MESSIKH, *Alger la mémoire*, p70.

En dehors des murailles, on aperçoit tout le territoire appelé de campagne appelé FAHS comprenant de grands jardins privés avec leur villa au dessus desquels se définissent de belles coupoles. Aussi nous apercevons les forts protégeant la ville de l'intérieur, et différents tombeaux funéraires.

Les dômes, avait une importance et une signification importante, d'abord dans le paysage urbain d'El-DJEZAIR intra-muros et extra-muros, représentant des éléments signalétiques dans la façade urbaine de la ville ; puis à l'échelle de l'édifice quelque soit sa fonction, et sa typologie ou ils venaient couvrir des espaces aux significations importantes, lui octroyant une identité particulière par rapport au reste des espaces de l'édifice.

Ces coupoles jouent un rôle important dans l'architecture des édifices religieux de l'époque turque à Alger, d'un point de vue spirituel « sa forme en hauteur se rattache à la signification symbolique de la souveraineté de dieu » (2). Et d'un point de vue architectural, la coupole permettant de couvrir de grands espaces carrés sans point de support intermédiaire. Elles développent aussi un volume d'air important limitant de ce fait la température intérieure de l'espace participant au confort thermique.

Un inventaire minutieux des édifices à coupoles dans la ville, nous a permis une classification typologique des coupoles que nous pouvons cerner dans ce territoire algérois d'héritage ottoman.

La première typologie de coupoles est représentée par celle sur plan octogonal dite à huit pans, elles ont des dimensions variables, c'est le cas de celle qui couvre l'ensemble des mosquées à KHOTBA nous citons à titre d'exemple la mosquée de ALI BITCHIN (Fig.2), la mosquée SEIDA et celle de KETCHAWA (Fig.3) recouvertes toutes de grandes coupoles centrale

chacune entourée de galeries recouvertes par une vingtaine de petits dômes et surmontée de coupoles octogonales par la base.

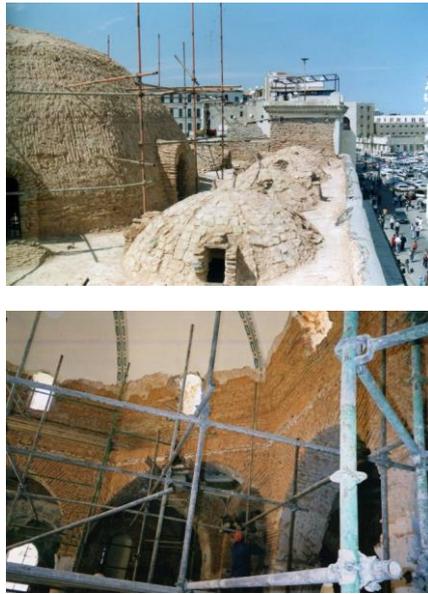


Figure 2. Coupoles de la mosquée ali bitchin
Source: photographie BET Atelier 3D,1999

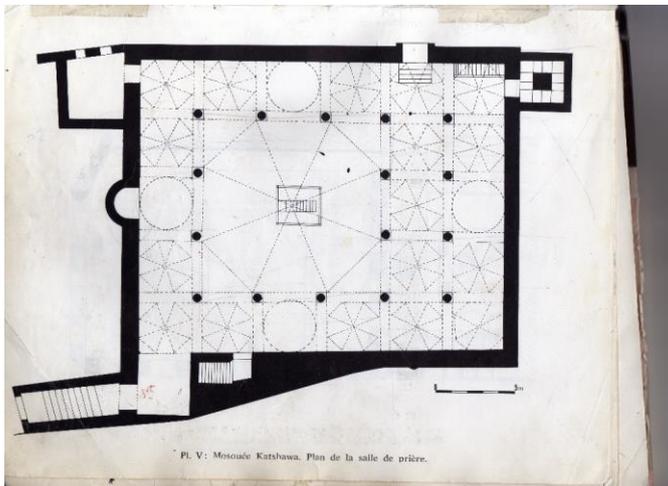
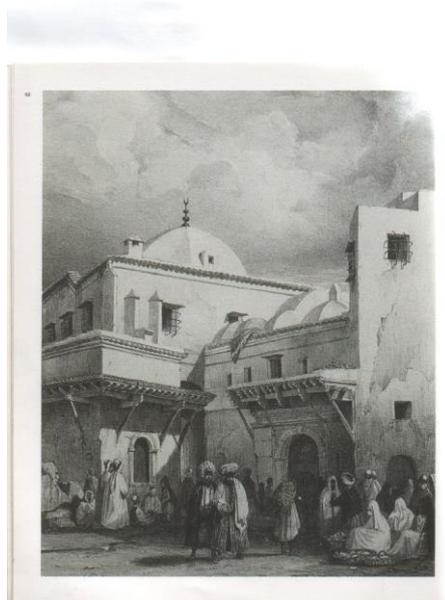


Figure 3. Intérieur de la mosquée ketchawa, Galerie longeant la kibla
source: R. DOKALI, Les mosquée de la période turque a Alger

Dans des autres édifices, nous retrouvons cette première typologie de coupole mais avec des dimensions plus réduites notamment dans mausolée (les koubbas), les bains publics, les palais et les maisons de campagne, les fontaines publiques, dans les forts et batteries elles atteignent les dimensions les plus réduites.

D'autres édifices ont été recouverts par des coupoles, nous retenons la maison de l'OUKIL EL HADJ (Ministre de la Marine du Dey) (3), appelée la battisse au sept (07) coupoles, le « KIEUCHK du CAPTAN Rais (Fig.4), construite sous le Dey Hussein, 1826-27 » (4), DAR ENNEHAS » la maison du cuivre: la fonderie (5).

Il faut noter que cette typologie est la plus répandue dans les édifices de la ville, elle devient donc représentative.



**Figure 4. La maison de l'oukil el hadj a droite
kiruchk du captan rais a gauche**

Source: J. COHEN, Alger paysage urbain et architecture, P92

Une deuxième typologie de coupole se rencontre au niveau de la mosquée MEZZO MORTO, avec une grande coupole excessivement surbaissée, que l'on retrouve également au niveau de la mosquée d'EL MÉCOLLA à l'extérieur de la porte Bâb El -Oued avec ces deux coupoles surbaissées à huit pans. Mais ces deux exemples sont tous deux détruits, il ne nous reste aujourd'hui aucun exemple de ce type de coupole.

Le troisième type de coupole est celui du dôme ovoïde, qui vient couvrir l'espace central de la mosquée de la Pêcherie « DJAMAA EL DJADID » (Fig.5), avec un profil brisé il représente le seul exemple de ce type que l'on rencontre dans la médina d'Alger.

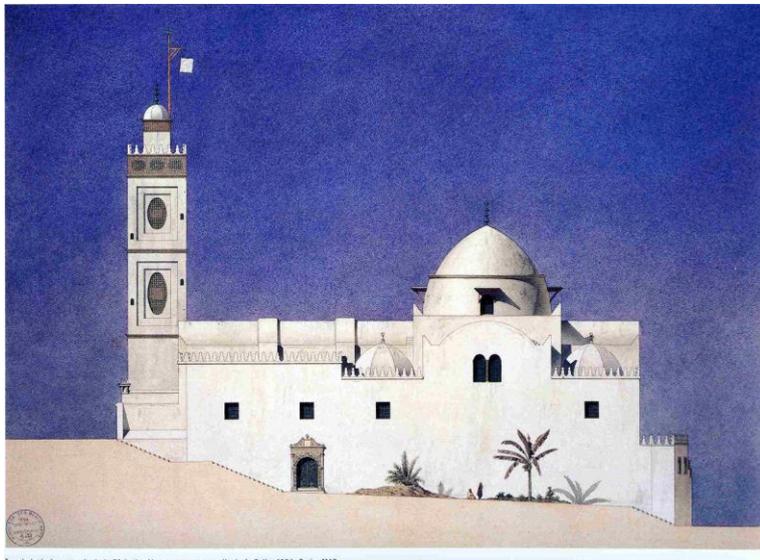


Figure 5. La mosquée de la pêche à coupole ovoïde
source : koumas a, nafa c, l'Algérie et son patrimoine,
Dessins français du 19e siècle, édit. Patrimoine, Paris, 2003.

Au niveau des bains publics, nous avons localisé un quatrième type de coupole, il s'agit de la coupole à quatre pans que l'on retrouve à hammam SERKADJI et celui de FOUITA, détruit également.

Concernant l'aspect physique de ces coupoles octogonales à huit pans, elle font partie de la catégorie des voûtes composées, elles sont définies géométriquement de l'intersection de plusieurs voûtes en berceau, et notamment de quatre cylindres dont le résultat géométrique représenterait une voûte en arc de cloître à plan octogonal à huit voûtains. Cette voûte est obtenue en conservant la partie de chaque berceau intérieur à l'autre berceau (6).

Elles sont montées sur plan carré, soit sur des murs pleins soit sur des piliers de dimension importante. Elles comportent des ouvertures de différentes formes pour l'éclairage de l'espace central. Elles ne sont pas posées sur tambour. Sauf la coupole ovoïde de la mosquée de la pêche qui possède un tambour percé d'ouvertures.

Les grandes coupoles dans la majorité des cas étudiées sont entourées de petites coupoles de même forme qui assurent le contrebutement et donc la stabilité. Ces structures de couverture sont toutes réalisées en brique cuite, construites par des artisans qualifiés selon un procédé local maîtrisant le matériau jusqu'à ses limites, en créant des formes architecturales qui répondent aux mêmes critères géométriques mais véhiculant chacune sa propre identité et octroyant à l'espace couvert une signification particulière.

A travers l'étude des différents cas, nous pouvons déduire tout le savoir faire constructif ingénieux de l'époque basé sur le principe de homogénéité et de l'équilibre des structures, utilisant un matériaux résistant au efforts sollicités par ces coupoles avec un mortier de qualité.

Le décapage des enduits de la mosquée « **Ali BITCHIN** » (figure.2), démontre que la grande coupole est composée d'une ceinture en assises horizontales« en surplomb les unes sur les autres. Les briques sont souvent assez grosses, pour procurer un surplomb plus important. Au dessus sont montées des briques dont le chant est incliné par rapport à l'axe vertical, qui se redresse ensuite en briques verticales, la partie supérieure reprend en assises horizontales. Les petites coupoles, sont en assises horizontales sur des pendentifs triangulaires. Ce changement dans le positionnement des briques est du à un renforcement de la partie centrale de la coupole.

La coupole algéroise octogonale à huit pans, dont le résultat géométrique représenterait une voûte en arc de cloître, n'est pas montée sur des nervures comme on pourrait le croire. En effet, elle est réalisée d'une seule masse, l'enchevêtrement des briques définit une arête qui va du sommet à la base de la coupole. Les arêtes sont marquées de l'extérieur par des briques en sailli, et de l'intérieur par le mortier qui va accentuer la ligne de l'arête.

Ces coupoles n'ont pu être montée sans coffrage, elles définissent clairement des pans qui ne sont pas posés sur des nervures, mais l'arête existe quant même, donc elles étaient construites sur des coffrages qui épousaient la forme des pans.

Les pendentifs et les trompes sont réalisés avec le même matériau en assise horizontale ou annulaire, l'utilisation de la pierre est seulement introduite au niveau des murs porteurs de ces structures qui doivent être des masses compactes.

Ces coupoles octogonales, définissent quelques différences notamment pour les systèmes de transition entre le plan carré et celui octogonal de la calotte, ainsi qu'au niveau des ouvertures. Celles-ci peuvent être positionnées au niveau de chaque pan, sinon en alternance. Elles ont différentes formes, en définissant des volumes en sailli, ou bien accolée directement au pan. Aussi nous avons un exemple différent au niveau du mausolée de ABDERRAHMANE, dont la coupole est percée sur chacun des pans par un système de trois fenêtres insinuant l'arcade trilobée (Fig.6).

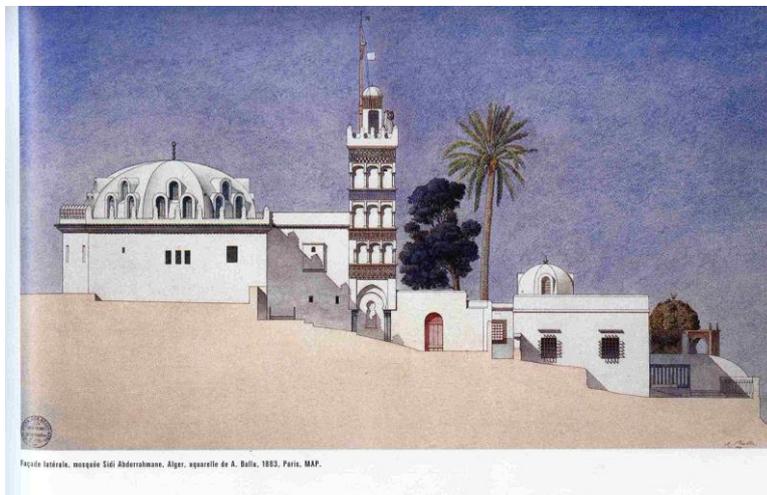


Figure 6. Coupole de sidi abderrahmane
source : a.koumas, c.nafa, l'Algérie et son patrimoine,
Dessins français du 19e siècle, édit. Patrimoine, Paris, 2003.

CONCLUSION

Nous pouvons conclure à travers les exemples étudiés, que la coupole octogonale à huit pans est représentative du type algérois de l'époque ottomane. Son origine formelle prend naissance à Constantinople adaptée à une tradition constructive locale, avec d'autres influences, notamment andalouse importée par les artisans espagnols qui représentaient la main d'œuvre dans le domaine de la construction.

Ce savoir faire constructif d'antan s'est matérialisé à travers tous les métiers du bâtiment, ne laissant au hasard aucun détail formel, structurel ou décoratif tous en parfaite harmonie, ce qui a engendré la pérennité de cette architecture locale naît de plusieurs cultures.

Aussi, la réussite de cette architecture traditionnelle se confirme par le fait que ces systèmes de couverture « les dômes d'Alger » ainsi que les monuments qui les supportent sont toujours debout et plus ou moins en bon état de conservation. Il est vrai que l'ensemble de ces constructions ont besoin d'être restaurés, ceci est pris en considération par la tutelle concernée à savoir le ministère de la culture qui a lancé pour la plupart de ces monuments des études de restauration, les chantiers de réalisation par contre prennent beaucoup de temps pour être mis en place.

D'autres mesures ont été prises dans le cadre de la politique de préservation des monuments anciens, à savoir la formation de spécialistes « architectes qualifiés » qui seront les seuls maîtres d'œuvres pour les études de restauration.

NOTES

- (1) M.S.MESSIKH, Alger la Mémoire, p70.
- (2) E.DIEZ, Histoire de l'Art, Islam, p8.
- (3) LACOSTE, Revue Afrique du Nord Illustrées, n 401, 1929, p8.
- (4) H.KLEIN, La darse des turcs d'El DJEZAIR, dans Feuilles d'El DJEZAIR, p...
- (5) A.DEVOULX, EL-DJEZAIR, histoire d'une cité d'ICOSIUM à Alger, p274.
- (6) Encyclopédie pratique de la construction et du bâtiment, p310.

REFERENCES

- COHEN J .L. (2003). Alger paysage urbain et architecture, édition de l'imprimeur.
- DEVOULX A. (2003). EL-DJEZAIR, histoire d'une cité d'ICOSIUM à Alger, édition ENAG, Alger.
- DEVOULX A. (1870). Les édifices religieux de l'ancien Alger, Typographie Bastide, Alger, 1870
- DIEZ E. (???). Histoire de l'Art, Islam, édition Payot, Paris.
- DOKALI R. (1972).Les mosquée de la période turque à Alger, édit. SNED, Alger.
- ENCYCLOPEDIE (1959). Pratique de la construction et du bâtiment.1959.Publie en laboratoire sous la direction de Bernard Dubuisson, Tome II, librairie Artistide Quillet, Paris (VIIème).
- KLEIN H. (1910). Feuilles d'EL-DJEZAIR, comité du vieil Alger, édit. du TELL, 1910, T2.
- KLEIN H. (1914). La darse des turcs d'El DJEZAIR, dans Feuilles d'El DJEZAIR,
- KOUMAS A. NAFA C., (2003). L'Algérie et son patrimoine, Dessins français du 19e siècle, édition du Patrimoine, Paris.
- LACOSTE (1929). Revue Hebdomadaire L'Afrique du Nord Illustrées, n 401, p8.
- MESSIKH M.S. (1997). Alger la Mémoire, Paris.
- Mosquées (Les) en Algérie, (1970). Collection Art et culture, ministère de l'information.
- MUTTORI A. (2004). L'Art des structures, Presse polytechnique et universitaire romande, Lausanne, France.
- PIQUET V. (1948). Autours des monuments musulmans du Maghreb, esquisses historiques, l'Algérie, édition G.P Maisonneuve, Paris (VIIème).

LES TOURS DE DEFENSE COTIERE DU SUD DE LA SARDAIGNE. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET PROBLEMATIQUES DE CONSERVATION

Caterina GIANNATTASIO

Département d'Architecture, Université de Cagliari, Italie Via Corte d'Appello 87 - 09124 Cagliari.
cgiannatt@unica.it

RESUME : Cette contribution examine les tours de défense bâties autour de la ville de Cagliari, entre la fin du XVI^e et le début du XVII^e siècle. Son but est de comprendre les techniques de constructions utilisées en maçonneries à travers une méthode fondée sur l'analyse chrono-typologique. L'individuation des caractéristiques propres des techniques utilisées pendant cette époque peut représenter un outil très efficace pour réussir à dater d'autres édifices de la même période, en absence de données historiques. En outre, cette analyse permet d'avoir une idée ponctuelle sur leurs structures ainsi que les dégradations qui les affectent, et donc de définir des solutions de projet basées sur leur approfondie connaissance.

MOTS CLÉS : Maçonneries, Stratigraphie, Chronologie, XVI^e siècle.

ABSTRACT: This contribution examines the defense towers situated on the coast around Cagliari, built between the end of the Sixteenth and the beginning of the Seventeenth century. Using a methodology based on the chrono-typological analysis, the aim of this study is the understanding of the traditional building techniques used during this period for the realization of masonries. That to warranty, in the restoration project phase, interventions really founded on the punctual knowledge of structures and of their phenomena and degradation causes, as well as to facilitate the dating of the so-called 'minor' building, otherwise hard to carry out, usually lacking of historical data.

KEY WORDS : Masonries, Stratigraphy, Chronology, Sixteenth century.

Les tours côtières qui font l'objet de cette étude se situent dans la province de Cagliari. Elles ont été bâties durant le XVI^e et le début du XVII^e, autrement dit, l'époque de la domination espagnole. Cette période est connue par le développement d'un important système de défense en Sardaigneⁱ qui représente un avant-poste naturel dans le Méditerranéen et un lieu d'intérêt stratégique et commercialⁱⁱ.

Le renforcement du système défensif de l'île commence d'abord vers les années Trente du XVI^e siècle, lors de la visite, en 1535, de l'empereur Charles Vⁱⁱⁱ qui se rendait en Afrique. En 1552, l'architecte militaire de Crémone Rocco Cappellino est envoyé en Sardaigne pour requalifier les fortifications de Cagliari^{iv} ainsi que les autres places importantes de la région. Par la même occasion, il procède, en 1577, à l'élaboration d'une carte topographique qui, pour évaluer l'état effectif du système de défense^v, porte l'emplacement des tours côtières existantes.

Il faudra attendre les années Soixante-dix pour assister à une véritable croissance du système de défense de l'île. En effet, tout va commencer quand Marco Antonio Camós^{vi}, sur ordre du vice-roi Juan Coloma d'Elba, descendit sur les lieux accompagnés du dessinateur topographe Raxis et du maestro Pixela. Leur objectif était d'essayer de convaincre les autorités à améliorer le système de protection de l'île ce qui protège davantage l'Espagne^{vii}.

Après Camós, le vice-roi Miguel de Moncada effectua un autre tour de la côte. Son rapport, envoyé à Madrid en 1578, propose la réalisation de 69 tours^{viii}. Ce n'est qu'à la suite de l'invasion féroce de Cagliari^{ix}, en 1582, par les barbaresques que l'on décida d'augmenter la défense. Pour cela une institution qui s'appelait *Amministrazione delle Torri*^x fut créée en 1583 par Filippo II d'Espagne. Elle était présidée par le vice-roi et avait comme mission l'augmentation du nombre des tours. Elle n'a été supprimée qu'en 1842.

Le projet présenté par la commission était de créer un réseau de tours côtières similaire à celui du Royaume de Naples^{xi}. Ceux-ci étaient placées sur des promontoires dominant le territoire, en exploitant les bancs de roches affleurants ou les saillies (Fig. 1). Leur emplacement était lié à la nécessité d'avoir une bonne visibilité vers la mer ainsi que vers les autres tours limitrophes. La réalisation des tours, n'était pas financée par l'Espagne, mais était au contraire à la charge des villages, et parfois même sur les feudataires qui exerçaient leur pouvoir sur les lieux où se trouvaient les tours^{xii}.



Figure 1. Cagliari, Tour du Poetto (XVI^e-XVII^e siècle). Colloquée dans une position stratégique, actuellement son état d'abandon est imputable aussi à son emplacement difficile.

Les constructions qui ont des fonctions de défense ou de repérage, montrent toujours un plan de configuration circulaire et une forme cylindrique ou tronconique^{xiii} dans ses parties élevées. Cette typologie était encore influencée par la culture catalane^{xiv}, même si, dans le reste de l'Italie, pendant cette période, le schéma avait évolué à la configuration quadrilatère, suivant en cela les règles imposées par l'ingénierie militaire. Ce retard^{xv} peut être expliqué par la nécessité de bâtir des corps plus simples à exécuter, plus économiques par rapport à l'architecture carrée^{xvi} et qui selon eux résistent mieux aussi bien aux sollicitations statiques qu'aux attaques. Le souci d'économie se traduit par l'usage de matériaux locaux même si leurs caractéristiques physiques sont assez souvent médiocres.

Normalement, il n'y avait pas des projets dessinés. Les instructions consignées aux *mastros* contenaient seulement les mesures principales de l'œuvre à faire^{xvii}. En effet, pendant la visite des lieux, l'administration décidait de la fonction que devrait avoir les nouvelles constructions (de repérage, de vedette, ou de défense active, ces dernières plus rares), en précisant assez rapidement, les dimensions, le positionnement et les coûts nécessaires^{xviii}.

Les travaux de construction n'étaient pas suivis par des techniciens^{xix} et n'étaient pas réalisées par des ouvriers qualifiés, en raison des hautes rémunérations demandées par les *picapedrers*^{xx} qui n'acceptaient pas d'ouvrir des chantiers en lieux difficiles, très loin des centres habités^{xxi}.

Par contre, il y en avait certains qui étaient conscients que ce type de travaux, pas du tout contrôlés, permettrait d'avoir de larges marges de gain en ne respectant pas les clauses contractuelles. Ceci se traduit par l'usage de matériaux de mauvaise qualité ou encore le non respect des dimensions du projet, avec de sérieuses conséquences sur son aspect statique^{xxii}. Il peut également aller jusqu'au non respect des dispositions concernant la position des tours dans le but de faciliter les opérations de chantier.

Les dimensions des tours relevant de cette période sont assez homogènes, avec un diamètre qui va de 5 à 12 m, une section des murs d'environ 1 m et une hauteur, pas toujours facile à déterminer en raison de leur état de ruine, mais qui en général se situe entre 8 et 10 m.

Les structures horizontales étaient à voûte et dominées par une terrasse, comme cela apparaît sur les relevés de certains chercheurs^{xxiii}. Ces bâtiments montrent un dessin très simple, brut, dépourvu d'éléments décoratifs sauf les systèmes de couronnement qui, là où il sont encore visibles, démontrent l'utilisation, même sporadique, d'une solution avec créneaux, comme par exemple dans le cas de la Tour de Capo Malfatano (Fig. 11). Les systèmes d'ouverture étaient également abordés d'une façon rustique, sauf en quelques cas où des plates-bandes en pierre monolithiques étaient insérées (Fig. 7). L'accès se passait à travers une entrée située à quelques mètres du sol, qu'on pouvait atteindre avec un escalier en bois colloqué le cas échéant^{xxiv}.

Comme déjà souligné auparavant, les pierres utilisées étaient extraites sur place, le sable, et quelques fois l'eau, étaient recueillis en mer et seule la chaux était transportée d'autres lieux^{xxv}.

Actuellement ces structures demeurent en état d'abandon total. Ce phénomène a commencé après l'unification de l'Italie, lorsque les fortifications côtières sont devenues propriété et compétence de la nation avec comme conséquence une démobilitation des œuvres de fortification. En Sardaigne cela s'est passé à la suite à l'émanation du Décret royal du 25 avril 1867^{xxvi}.

Dans cette étude, les investigations menées sur les bâtiments se base sur l'utilisation d'une méthode importée de l'archéologie médiévale, déjà appliquée avec succès en Italie depuis une vingtaine d'années, sur des édifices modernes. Cette méthode se fonde sur l'échantillonnage et la classification des types de murs, complétés par le relèvement architectural, métrique, et photographique des matériaux de constructions et de leurs composants en pierre. Pour cela on a défini des séries chronologiques effectuées sur la base d'observations concernant les aspects géo-lithologiques, métrologiques, de finition, de composition des appareils de mur et des plâtres.

L'échantillonnage a été effectué à l'aide de fiches de catalogue exprès rédigées, incluant toutes les données enregistrées, relatives à la typologie des tours, aux méthodes de construction, aux particularités des éléments en pierre et en mortier avec annotation dimensionnelle et géomorphologique des diverses parties ainsi que leur état de conservation structurel et matériel. Ceci a permis de déterminer et de mettre en avant les particularités constructives mise en oeuvre dans l'élévation des murs, avec référence à la période en question. En fait, ces bâtiments sont bien documentés, grâce à la cartographie historique^{xxvii} et aux sources d'archive, qui définissent ponctuellement leur date de réalisation^{xxviii}.

Le procédé de construction relevé dérive d'une tradition d'origine romaine, l'*opus incertum*, utilisée en continuité pendant des siècles^{xxix}. Il consiste à la mise en oeuvre de deux ou trois

assises de pierres qui forment une maçonnerie irrégulière, avec des alignements horizontaux périodiques, distants d'environ 50 cm.

À l'intérieur de chaque 'chantier' les pierres sont normalement disposées selon des bandes, et dans certains cas, comme on peut le voir dans la Tour de Sant'Elia, en suivant un arrangement 'à encastrement'^{xxx}.



Figure 2. Capoterra, Tour Su Loi. Détail de la disposition des 'chantiers', réalisés dans ce cas avec des cailloux de fleuve, de calibre variable.

Entre deux assises on note la présence de débris, selon une double couche de mortier qui met en évidence le passage entre les deux assises, c'est-à-dire entre la fermeture d'un module de maçonnerie et la reprise d'un autre (Fig. 2).

Le matériau utilisé est la roche locale, dans toutes ses formes et dimensions, extraite directement du sous-sol (arénaire, calcaire, granit). En détail, les pierres se présentent dans la plupart des cas avec leurs formes rustiques sans aucun travail sur les plans. Le cas de la Tour de Capo Malfatano constitue une exception dans la mesure où l'on trouve des claveaux équarris, avec des surfaces assez bien travaillées. Ceux-ci sont positionnés seulement en correspondance de la partie basse du corps, avec une fonction statique évidente (Fig. 11-12).

Il faut signaler qu'on a également trouvé des pierres moyennement travaillées, c'est-à-dire plus ou moins nivelées en correspondance des plans horizontaux, mais laissées dans leur état ou très mal dégrossies en correspondance des autres côtés (Tour de Sant'Elia, Fig. 5-6).

L'examen dimensionnel des structures a révélé que la hauteur des 'chantiers', est dans la plupart des cas égale à 50 cm, avec un minimum de 32 cm et un maximum de 60 cm.

Les pierres qui vont composer ces 'chantiers' ont des grandeurs très variables, comprises entre 15-20 cm en hauteur et 15-22 cm en largeur.



Figure 3. Capoterra, Tour Su Loi. Section du mur, réalisé à travers la technique à sac.

Comme le montre les images des cas étudiés, la dimension des pierres dans chaque 'chantier' diminue du bas vers le haut, ce qui est également le cas pour l'arrangement du mur dans son ensemble. En d'autres mots, à la base on va utiliser des pierres plus grandes, qui vont diminuer jusqu'à arriver au sommet des couches; disposition qui, selon certains chercheurs, est en relation avec l'approvisionnement en pierre qui se base sur la procédure nommée 'à journées'.

La disposition des pierres à l'intérieur du 'chantier' est normalement hétérogène, suivant une procédure à engrenages serrés, comme on peut voir dans le cas de la Tour de Porto Giunco à Villasimius (Fig. 15), ou larges, comme dans le cas de la Tour Su Perdusemi (Fig. 8). Dans le premier cas on insère de nombreuses 'cales' et on obtient des joints assez minces, alors que dans le deuxième, on utilise plutôt beaucoup de mortier.

Les 'cales', éléments plats ayant la fonction d'aligner en sommité le 'chantier', sont habituellement utilisés pour garantir une stabilité statique à la structure. La disposition des pierres est en outre effectuée sans prêter attention à la disposition asymétrique des joints verticaux, comme on a pu le voir dans presque tous les cas examinés.

L'état de ruine dans lequel demeure la plupart des édifices a permis de comprendre le fonctionnement des murs notamment en section, ce qui est généralement difficile à visionner. Comme on a pu constater, il s'agit de compositions à sac, réalisées en suivant une procédure selon laquelle les cortines extérieures et le noyau intérieur sont réalisés de façon indépendante. Le noyau est fait de remplissage, réalisé avec un gâchage de mortier et de pierres de dimensions plutôt petites, correspondant souvent à des déchets. L'agglomérat est à peine fixé aux parois. Ce type de technique, qu'on retrouve par exemple dans la Tour Su Loi à Capoterra, permettait d'atteindre des épaisseurs élevées, avec des coûts assez limités (Fig. 3).



Figure 4. Cagliari, Tour Sant' Elia. Section de mur, réalisé selon la technique d'arrangement avec noyau compacté.

Parmi les exemples étudiés, on a également rencontré des sections de murs réalisés avec le procédé de tassement. Sa mise en œuvre se fait de manière tridimensionnelle, c'est-à-dire en utilisant une quantité importante de mortier et de pierres de différentes dimensions que l'on compacte périodiquement. Ce compactage s'opère normalement lors du passage entre un 'chantier' et l'autre, comme cela apparaît nettement dans les cas des Tours Sant'Elia et Su Perdusemini à Cagliari (Fig. 4 et 8). Ce type de mise en œuvre, par rapport au précédent, ne montre pas de différences en plan, alors qu'en section, on s'aperçoit de l'alignement des plans transversaux avec les joints de façade.

L'emploi de matériau de forme variable imposait la réalisation de joints très épais. Ils étaient constitués d'un mortier bâtard, à base de chaux, quelques fois mal éteinte, avec des matériaux inertes constitués pour la plupart de sable et d'éléments de granulométrie variable, de même lithotype que celui utilisé pour confectionner le mur.

Même si apparemment cette typologie de mur peut paraître casuelle, elle représente néanmoins une solution arguée, conditionnée par des raisons d'économie. Elle permet d'exploiter le plus grand nombre de pierres à sa disposition, en utilisant l'escamotage des plans horizontaux pour garantir la stabilité des structures.

Pour la réalisation de ces tours, on utilisait des échafaudages dépendants, en bois, encastrés dans les murs. Par rapport aux systèmes indépendants, ce type d'échafaudage avait des avantages économiques - en ne nécessitant qu'une faible quantité de matériau portant- et statiques^{xxxix}. Cela est démontré par la présence de trous de ponts de service, retrouvés dans tous les cas étudiés et qui correspondent aux points d'emplacement des poutres. Leur position, en

horizontal et en vertical, est variable, correspondant en général à la fin supérieure d'un des 'chantiers', normalement à partir de 1,80-2,00 m du niveau du terrain.

La caractérisation des murs, très importante pour notre étude, s'appuie sur des mesures de 'chantiers' mais également et surtout sur la manière selon laquelle les pierres ont été arrangées. En effet, la dimension des pierres est peu significative et ne traduit pas une volonté précise du projet mais, résulte plutôt de la nécessité d'exploiter tous les morceaux disponibles.



Figure 5. Cagliari, Tour Sant'Elia. Détail de la façade où l'on peut apprécier la disposition des pierres selon 'chantiers', ainsi que la présence de trous de ponts de service, irrégulièrement disposés.

Dans la zone examinée, un exemple référentiel qui n'est pas compris dans le *range* chronologique en question, mais qui va attester l'utilisation de la technique 'a chantiers' même précédemment, est constitué par la Tour Sant'Elia. Bâtie par les Pisans en 1282^{xxxii}, comme il résulte d'une inscription en marbre gardée dans le Musée Archéologique de Cagliari, elle se trouve dans la même ville, à l'abri de la *Sella del Diavolo* (Fig. 5).

Elle est réalisée avec une maçonnerie en calcaire, épaisse de 1,29 m, composée par des pierres rustiques très irrégulières, dont la dimension se réduit vers le sommet de la construction, et qui forment des murs avec noyau plombé, compact (Fig. 6). Les pierres sont disposées en trois couches, qui définissent des 'chantiers' de 52-60 cm. A partir de presque 1.80 m du niveau du sol et en correspondance au plan supérieur de certains 'chantiers', on peut on note l'existence de trous de ponts de service, de section d'environ 20x20 cm, disposés d'une façon plutôt irrégulière. Ces trous étaient normalement fermés pour des raisons de sécurité ou pour empêcher les ennemis de grimper. Dans ce cas, il semble que cette préoccupation n'ait jamais existée, au regard du rôle plutôt de repérage exercé par cette tour et qui en outre, est située dans une position assez ardue.

La hauteur des pièces qui forment les 'chantiers' change de 5 à 25 cm, avec une dimension moyenne de 20 cm, tandis que la largeur, encore plus variable, est comprise entre 5 et 42 cm, avec 25 cm comme dimension dominante. Les joints sont de 0,5-1 cm, sans prêter attention à leur disposition asymétrique.

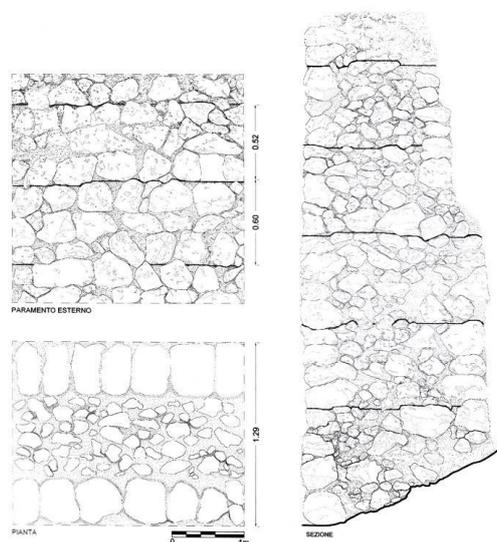


Figure 6. Cagliari, Tour Sant'Elia. Détail de la surface extérieure, du plan et de la section. Le dessin met en évidence le système 'à chantiers', visible en prospectus et en section (restitution graphique M. Porcu).

Le bâtiment est actuellement en état de ruine. Outre le manque de parties entières de mur, on constate la présence de phénomène d'appauvrissement en mortier des joints donnant lieu à un lent processus de chute des éléments en pierre qui dans les parties supérieures, déjà amplement tombées, mettent en évidence le noyau intérieur du mur.

Ce type d'exécution de chantiers' a été également trouvé dans la Tour su Perdusemi (Fig. 7), bâtie antérieurement à 1578, près du quartier *Sant'Elia* à Cagliari. Elle fut l'objet d'une intervention de réparation en 1597, grâce à l'œuvre des maîtres Giovanni Incani et Augusto Pixitta, suivie ensuite, d'une restauration en 1605^{xxxiii}.



Figure 7. Cagliari, Tour su Perdusemi. La tour représente un cas sporadique où la fenêtre montre une corniche en blocs de pierres.

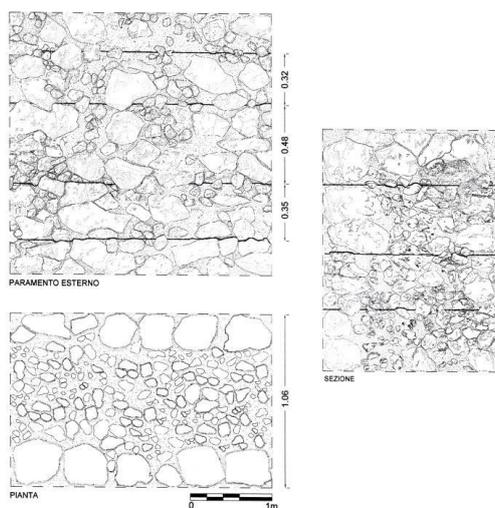


Figure 8. Cagliari, Tour Su Perdusemi. Détail de la surface extérieure, du plan et de la section. La représentation met en évidence une mise en œuvre de la maçonnerie 'à chantiers' de hauteur assez variable, ainsi qu'une section réalisée grâce à la technique du compactage, effectuée en correspondance des plans horizontaux des couches (restitution graphique M. Porcu).

La construction est légèrement tronconique et de dimensions plutôt réduites en raison de sa position difficile, au sommet d'une rocher^{xxxiv}. Les murs sont d'environ 1,00 m et le dessin architectural est très simple, sans aucune ornementation, à l'exception d'une des fenêtres qui montre des bandes en monolithes de calcaire.

La maçonnerie est en pierres, souvent de calcaire, arrangées en section selon la méthode de compactage, avec des 'chantiers' d'une hauteur inférieure au cas précédent (égale à 32, 35 et 48 cm) et composés par un nombre variable de couches selon la dimension des pierres utilisées (Fig. 8). Ces pierres sont en général hautes de 13 cm environ, avec certains éléments de 20 cm et d'autres de 3 cm utilisés pour remplir les vides du mur surtout dans sa partie intérieure. En largeur, les dimensions sont également fort différentes, avec un maximum de 43 cm et un minimum de 4 cm et une dimension dominante de 22 cm. Cette hétérogénéité de taille conduit à des joints d'ampleurs très variées.

La structure se trouve dans un mauvais état de conservation, présentant des fissures préoccupantes, surtout au rez-de-chaussée, près de l'ouverture.



Figure 9. Capoterra, Tour Su Loi. L'image met en évidence les 'chantiers', de hauteur plutôt régulière, correspondante à 49 cm.

Un autre exemple de tour du XVI^e siècle est la Tour Su Loi à *Torre degli Ulivi*, fraction de Capoterra (Fig. 9). Déjà opérationnelle en 1584^{xxxv}, elle a également une structure circulaire tronconique^{xxxvi}, voûtée, montrant un dessin très simple avec des ouvertures et une meurtrière. Elle est dépourvue d'éléments décoratifs, à moins d'un système de crénelure, actuellement très compromis.

Elle est constituée d'une maçonnerie en cailloux de fleuve en granite. Comme on peut le constater sur la Fig. 3, la réalisation du mur à sac entraîne la création de deux surfaces extérieures différentes l'une de l'autre (Fig. 10).

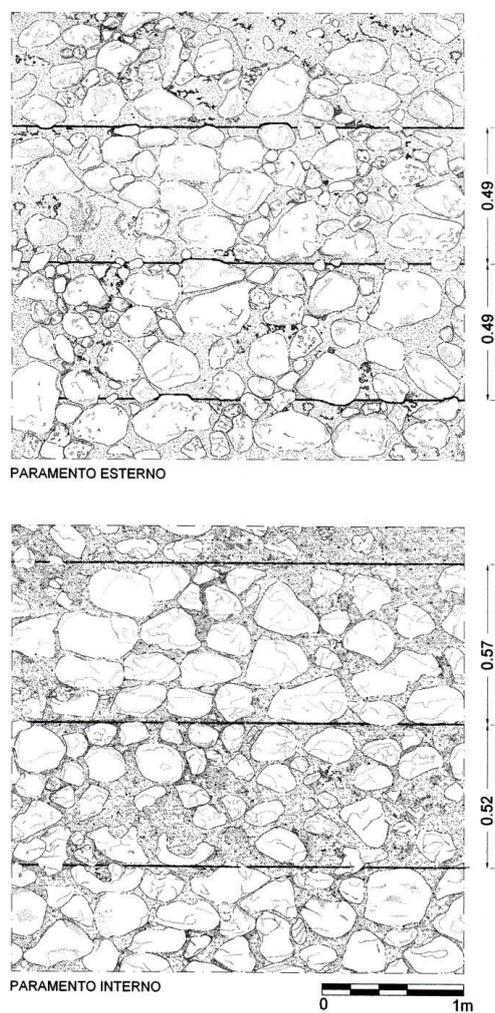


Figure 10. Capoterra, Tour Su Loi. Détail de la surface extérieure et intérieure, dont les maçonneries suivent une disposition de pierre distincte, témoignant de la présence d'une section de mur à sac (restitution graphique V. Pintus).

Pour ce qui est des 'chantiers' de la partie extérieure, ils sont très uniformes, avec une hauteur presque constante, de 49 cm, composés de trois ou quatre couches de pierre selon les dimensions des pièces utilisées. Celles-ci ont des dimensions (horizontale et verticale) qui varient entre 15 et 26 cm, avec certains éléments très petits, d'environ 4x4 cm. La surface intérieure est par contre moins régulière, réalisée avec des pierres plus petites, formant des 'chantiers' de 52-57 cm. Les joints sont partout, inégaux à cause des différentes tailles des éléments de granite (Fig. 2).

À partir du bord supérieur du quatrième 'chantier', à environ 2 m du niveau du sol, on peut constater la présence de trous de ponts de service, d'environ 15x15 cm. Un cas un peu différent

par rapport aux autres est celui de la Tour de Capo Malfatano, située à Teulada. Datée à 1578^{xxxvii}, elle a une forme à tronc de cône très simple, avec une ouverture contenue et un système de couronnement avec crénelure (Fig. 11). L'arrangement des murs suit une technique mixte, composé au même temps par des claveaux et des 'chantiers' de pierres rustiques. Dans le détail, les premiers, en calcaire, sont posées en correspondance du soubassement tandis que les deuxièmes sont conformes au sommet. Les claveaux sont disposés d'une manière insolite, avec la dimension majeure (50 cm) disposée en vertical et la plus petite (28 cm) en horizontal.

Les 'chantiers' utilisant les pierres rectangulaires susmentionnées se trouvent à la base, composés par deux ou trois couches de pierres hautes de 6 à 21 cm et larges de 6 à 17 cm. leurs dimensions très variables imposent l'insertion de pierres très petites pour remplir les vides, ainsi que des 'cales' utilisées pour horizontaliser la surface supérieure des 'chantiers'.



Figure 11. Teulada, Tour de Capo Malfatano.

L'image montre deux types différents de maçonnerie, l'une en bas, constituée par des claveaux plutôt gros, qui vont être substitués au fur et à mesure vers le sommet du bâtiment, par des pierres rustiques de dimensions plus petites, mais qui sont disposées en respectant la régularité de hauteur des 'chantiers'.

En tout cas, comme on l'a déjà souligné, cette maçonnerie est la démonstration d'une pratique dictée par l'exigence d'utiliser tous les éléments disponibles, avec les emboîtements possibles, en raison de la position difficile de ces œuvres de défense. Celles-ci sont réalisées par des maçons non spécialisés, peu attentifs à la création de joints décalés. Ces pratiques, comme en témoigne l'état actuel des lieux, nuit fortement à leur aspect statique, qui n'est alors garanti que par la forte épaisseur du mur et, heureusement, la précaution prise pour niveler horizontalement les couches (Fig. 12).

La disposition des pierres n'est pas très soignée, conduisant à des joints variables, dont la dimension horizontal est comprise entre 0.5 et 1 cm, et entre 0.5 et 1,5 cm à la vertical.

Actuellement, la construction est très dégradée avec des sérieux dommages du point de vue structurel en raison de l'érosion éolienne et de l'état d'abandon complet. En certains endroits les joints sont complètement perdus, et en d'autres, les pierres constituant le parement extérieur ont complètement disparues, faisant même ressortir la couche de matériau formant le noyau intérieur du mur. Les crénelures ont également presque disparu, moins que dans quelques cas, qui menacent un écroulement soudain. Évidemment, même le plâtre, presque parfaitement gardé en correspondance de la partie moins exposée au vent, de l'autre côté, en même temps que les pierres, est complètement consommé.

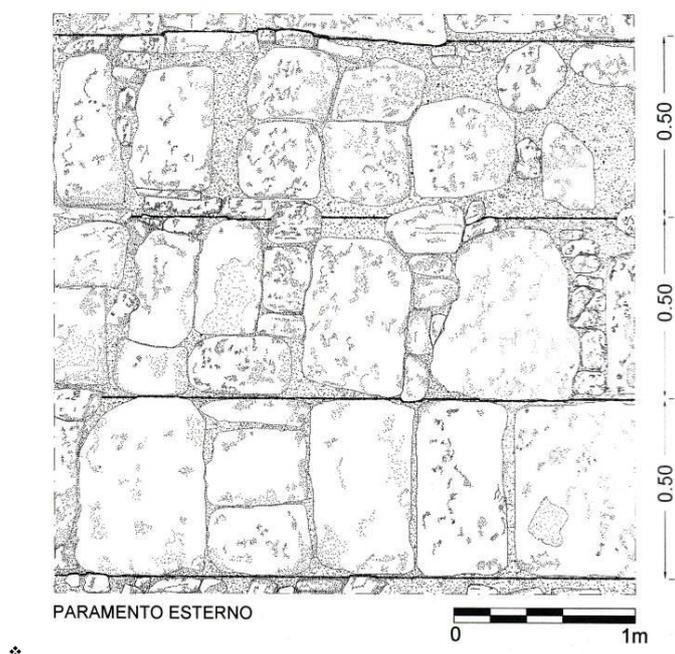


Figure 12. Teulada, Tour de Capo Malfatano. Echantillon de la surface extérieure de la structure, située en correspondance de la base de la tour, où on a utilisé des claveaux réguliers, de dimensions assez grandes (restitution graphique M. Porcu).

Un autre exemple architectural du XVI^e siècle est représenté par la Tour de Porto Giunco à Villasimius (Fig. 13), se référant à la période comprise entre 1578 et 1584^{xxxviii}. Avec une forme tronconique, elle montre également un dessin très élémentaire, avec de simples ouvertures rustiques et des murs en granite.

La maçonnerie extérieure est composée de pierres de toutes dimensions, régularisée à travers la mise en œuvre de 'chantiers' où l'on peut aussi voir des trous de ponts de service (Fig. 14). Ils ont une hauteur qui va de 55 à 58 cm, obtenue grâce à la disposition confuse d'un nombre très variable de couches de pierre de tailles et formes très variées, mais disposées d'une manière ingénieuse, encastrant les morceaux et insérant les plus petits dans les espaces résiduels. Le 'chantier' est souligné par la mise en œuvre de 'cales' qui le clôture la partie supérieure. Grâce à cette procédure, les joints, horizontaux et verticaux, sont plutôt petits, compris entre 0,5 et 1 cm (Fig. 15).



Figure 13. Villasimius, Tour de Porto Giunco. La structure demeure dans un mauvais état de conservation



Figure 14. Villasimius, Tour de Porto Giunco. Détail de la maçonnerie extérieure du mur, mettant en évidence un appareil réalisé avec des engrenages serrés.

L'état de conservation est très mauvais, comme en atteste le cadre de fissuration, les ouvertures et le couronnement. L'érosion éolienne a également provoqué des dommages importants avec la perte presque totale du plâtre dont ne restent que des petites traces, des joints entre les pierres, et dans certains points de la couche extérieure du mur avec mise en évidence du noyau intérieur (Fig. 16).

CONCLUSIONS

En conclusion, les tours investiguées font partie d'un patrimoine riche de valeur culturelle, qui contribue fortement à définir le paysage côtier de la Sardaigne, un paysage historiquement très stratifié, qui a connu, pendant les siècles - à partir de la domination des Pisans, pour arriver à celle catalane et d'Aragon, puis encore espagnole, jusqu'à arriver à celle de la maison de Savoie -, un processus de transformation, à travers la progressive installation et la mise à jour du système de défense.

Le choix d'analyser cette typologie architecturale, représentative du patrimoine méditerranéen, naît de la conviction qu'elle peut être un moyen efficace pour l'étude des pratiques de construction adoptées dans ce domaine géographique pendant la période en question. En fait, comme déjà souligné, elle est bien documentée dans les archives et, en l'occurrence, philologiquement datée.

En plus, ces tours, ayant perdu leur rôle fonctionnel, ont été abandonnées: par conséquent, leurs structures n'ont pas été objet de transformations pendant les années, et donc elles ont gardé leur morphologie originare, très utile pour une exacte compréhension des techniques constructives traditionnelles. En plus, à cause de leur état de ruine et du phénomène d'érosion éolique^{xxxix}, leurs murs ont perdu presque toujours leur couche d'enduit, et donc leur conformation est bien visible, en facilitant, par conséquent, l'interprétation des modalités opérationnelles utilisées (Fig. 11 et 16).

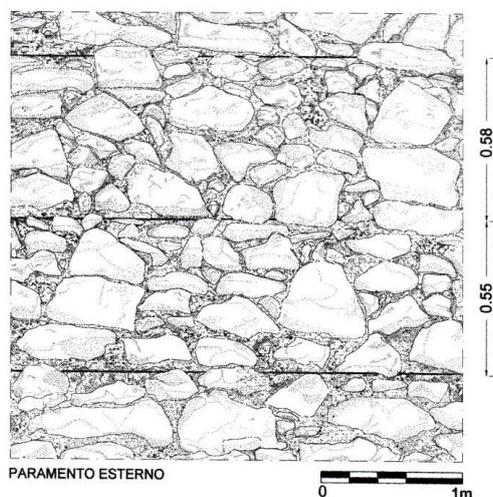


Figure 15. Villasimius, Tour de Porto Giunco. Echantillon de la surface extérieure. La représentation souligne la présence de 'cales' et de petites pierres utilisées pour rendre horizontal le plan de clôture du 'chantier' (restitution graphique V. Pintus).

Ce type d'approche permet de définir des critères opérationnels appropriés pour garantir leur maintien, respectueux des spécificités structurelles et matérielles de chaque construction

observée, ainsi que de déterminer des fonctions possibles, utiles pour la société contemporaine et nécessaires pour conjurer leur progressive destruction pour abandon.



Figure 16. Villasimius, Tour de Porto Giunco. Détail du mur, considérablement compromis par le phénomène d'érosion éolique.

Enfin, à travers ce travail, qui est encore en cours, basé sur l'analyse des caractéristiques constructives traditionnelles, on pense pouvoir faciliter, par un processus analogique, l'individuation et la définition chronologique d'autres fabriques contemporaines, et en particulier du patrimoine architectural historique soi-disant 'mineur'.

RÉFÉRENCES

AA.VV., (1988). Torri castelli fortezze nel Mezzogiorno d'Italia. Napoli.

CARAFÀ R. & GIANNATTASIO C., (2005). L'episcopio di Falciano in Caserta: lettura stratigrafica delle strutture (XV-XX sec.). Dans Mochi G. (édité par). Teoria e pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli. Esperienze didattiche e di ricerca a confronto. Actes du Séminaire Internationale (Ravenna 2005). Ravenna, vol. IV: 1409-1419.

CASTELLI P., (1984). La progettazione del sistema territoriale di difesa. Dans Kirova K. T. (édité par). Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna. Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli: 41-62.

CASU S., DESSÌ A. & TURTAS R., (1984). Il «disegno di Jacopo Palearo Fratino per il sistema fortificato di Cagliari (1563-1579). Dans Kirova T. (édité par). Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna. Actes du Congrès (Cagliari-Sassari 1983). Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli: 69-88.

CASU S., DESSÌ A. & TURTAS R., (1992). La difesa del Regno: le fortificazioni. Dans Manconi F. (édité par). La società sarda in età spagnola. Musumeci Editore, Aosta: 64-73.

- CONTEDDU G., (1912). Legislazione passata e vigente ed atti di amministrazione illustrativi sulle torri litoranee della Sardegna con speciale riguardo alla Torre di Santa Lucia presso Siniscola. Gallizzi, Sassari.
- D'APRILE M., (2001). Murature angioino-aragonesi in Terra di Lavoro. Arte Tipografica, Napoli.
- FIENGO G., (1996). Cronologia dei paramenti murari napoletani moderni. Dans Della Torre S. (édité par). Storia delle tecniche murarie e tutela del costruito. Esperienze e questioni di metodo. Actes du Congrès (Brescia 1995). Milano: 53-70.
- FIENGO G., (1998). Cronologia dei paramenti murari napoletani moderni. Dans Fiengo G & Guerriero L. (édité par). Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo. Arte Tipografica, Napoli: 9-68.
- FOIS F., (1981). Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna. La Voce Sarda Editrice, Cagliari.
- GIANNATTASIO C. sous presse. Strutture murarie cinquecentesche in tufo grigio di Sessa Aurunca: caratterizzazione metrologica. Dans Fiengo G., Guerriero L., Carillo S. & D'Aprile M. (édité par). Atlante delle tecniche costruttive tradizionali campane (XIII-XIX sec.). Napoli.
- GIANNATTASIO C., (2007). Traditional building techniques: the metrological-chronological analysis of XVIth century yellow tuff masonries in Terra di Lavoro (Campania, Italy). Proceedings of the Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Burgos, 7-9 junio 2007). Burgos, vol. I: 401-409.
- LUMBROSO G., (1901). La difesa marittima della Sardegna. Bollettino Bibliografico Sardo, vol. I.
- LODDO CANEPA F., (1974). Gli anni 1478-1720. Dans Todde G. (édité par). La Sardegna dal 1478 al 1793. Gallizzi, Sassari, vol. 1.
- MATTONE A., (1989°). La Sardegna nel mondo mediterraneo. Dans Anatra B., Mattone A. & Turtas R. L'età moderna dagli aragonesi alla fine del dominio spagnolo, vol. 3 de l'œuvre de Guidetti M. (édité par). Storia dei sardi e della Sardegna. Jaca Book, Milano: 13-48.
- MATTONE A., (1989b). Le istituzioni militari. Dans Anatra B., Mattone A. & Turtas R. L'età moderna dagli aragonesi alla fine del dominio spagnolo, vol. 3 de l'œuvre de Guidetti M. (édité par). Storia dei sardi e della Sardegna. Jaca Book, Milano: 65-107.
- MELE G., (2000). Torri e cannoni. La difesa costiera in Sardegna nell'età moderna. EDES Editrice, Sassari.
- MELE G., (1999). La difesa del Regno di Sardegna nella seconda metà del Cinquecento. Dans Anatra B. & MANCONI F. (édité par). Sardegna, Spagna e Stati italiani nell'età di Filippo II. AM&D Edizioni, Cagliari: 339-347.

- MONTALDO G., (1984). Apprestamenti difensivi costieri. Dans Kirova T. (édité par). *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna. Actes du Congrès (Cagliari-Sassari 1983)*. Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli: 63-68.
- MONTALDO G., (1992). *Le torri costiere della Sardegna*. Edizioni Delfino, Sassari.
- MOSSA V., (1981). *Architettura e paesaggio in Sardegna*. Delfino Editore, Sassari.
- PILONI L., (1974). *Carte geografiche della Sardegna*. Editrice Sarda Fossataro, Cagliari.
- PILLOSU E., (1957). *Le torri litoranee in Sardegna*. La Cartotecnica, Cagliari.
- PILLOSU E., (1959-60). Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera della Sardegna di Marco Antonio Camos. *Nuovo Bollettino Bibliografico Sardo*, 21: 3-10, 22: 7-12, 23: 3-8, 24: 3-11-, 25: 5-9.
- PRINCIPE I., (1981). Cagliari. *Le città nella storia d'Italia*. Laterza, Bari.
- PRINCIPE I., (1987). *Le città dei militari. Sardegna*. Edizioni Mapograf, Vibo Valentia.
- RASSU M., (2005). *Sentinelle del mare. Le torri della difesa costiera della Sardegna*. Grafica del Parteolla, Cagliari.
- RASSU M., (2000). *Guida alle torri e forti costieri*. Artigianarte Editrice, Cagliari.
- RASSU M., (2003). *Baluardi di pietra. Storia delle fortificazioni di Cagliari*. Aipsa Edizioni, Cagliari.
- RUSSO F., (1992). *La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo*. Roma.
- RUSSO M., (1996). Apparecchi murari "a cantieri" del XVI secolo in Napoli. Dans Della Torre S. (édité par). *Storia delle tecniche murarie e tutela del costruito. Esperienze e questioni di metodo. Actes du Congrès (Brescia 1995)*. Milano: 83-96.
- RUSSO M., (1998). Magisteri murari "a cantieri" nell'età del vicereame spagnolo. Dans Fiengo G. & Guerriero L. (édité par). *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*. Arte Tipografica, Napoli: 71-151.
- ROCCHI E., (1908). *Le fonti dell'architettura militare*. Officina Poligrafica Editrice. Roma.
- SANTORO L., (1969). Tipologia ed evoluzione dell'architettura militare in Campania. *Archivio Storico per le Province napoletane*, (III), VII: 65-130.
- SANTORO L., (1988). I sistemi difensivi nel Mezzogiorno d'Italia: le fonti. Dans Notarangelo A. (édité par). *Torri castelli nel Mezzogiorno. Recupero Territorio Innovazione Integrazione*. Napoli: 37-107.
- SCANO D., (1936). *La Sardegna, e le lotte mediterranee nel XVI secolo*. *Archivio Storico Sardo*, XX, 1-2: 1-57.

VIRDIS B., (1956). Bastioni e torri di Carloforte. Contributo alla storia dell'architettura militare. Collana di Studi Sardi. Regionale Editrice, Roma.

ZEDDA MACCIÒ I. (1983). Genesi di una forma cartografica: dall'idea all'esperienza. Dans Asole A. (direction scientifique). Sardegna. L'uomo e le coste. Banco di Sardegna, Sassari: 13-26.

NOTES

¹ Il faut adjoindre que dans cette période les conflits intérieurs vont se réduire, et les côtes deviennent les seuls lieux où l'on va insérer les nouvelles œuvres de défense: «la pacificazione in atto dallo scorcio del Quattrocento ha ridimensionato definitivamente l'importanza militare dei castelli del periodo giudicale e pisano. La fine delle lotte intestine ha rimosso infatti i confini interni, privando le fortezze della tradizionale funzione di sorveglianza dei punti strategici per il contenimento della conflittualità locale. La linea di costa diventa finalmente la frontiera esclusiva lungo la quale insediare le opere di difesa» (Mele G. 2000: 19).

¹ Mattone A. 1989a: 25: «La Sardegna, con la Sicilia e le Baleari, costituiva, nel XVI e nel XVII secolo, il confine meridionale della cristianità nel Mediterraneo occidentale».

Cf. aussi Russo F. 1992: 19-20: «L'isola assolveva un triplice ruolo nel sistema strategico spagnolo: a) nel 1550 viene considerata come l'avamposto di un triangolo difensivo che si incunea trasversalmente nel Mediterraneo occidentale, la cui base è costituita dalle fortificazioni della Catalogna, di Valencia e di Alicante, i lati sono le tre isole di Maiorca, di Minorca e di Ibiza, e la punta di diamante è rappresentata dalle piazzeforti della Sardegna; b) nella seconda metà del Cinquecento la Sardegna era inseri

¹ Scano D. 1936: 3-6.

¹ Russo F. 1992: 7. Pour approfondissements sur le système de défense de la ville de Cagliari cf. aussi Scano D. 1936, p. 32-36; Casu S., Dessì A. & Turtas R. 1984; Casu S., Dessì A. & Turtas R. 1992; Russo F. 1992: 26-42; Rassu M. 2003.

¹ Piloni L. 1974, tab. XXIX.

¹ Pillosu E. 1959-60; Castelli P. 1984: 54-59.

¹ Mele G. 2000: 48; Russo F. 1992: 73-79.

¹ Mele G. 2000: 53.

¹ Pour des approfondissements sur les incursions aux côtes de la Sardaigne pendant le XVI^e siècle cf. Loddo Canepa F. 1974: 83-93.

¹ Conteddu G. 1912; Mattone A. 1989b: 65-71.

¹ Cf. Santoro L. 1969: 129: «Per la minaccia, portata dai Turchi e dai pirati della Barberia nel XVI secolo, non venne ritenuto opportuno riattare i vecchi luoghi fortificati anche perché, in effetti, i nuovi metodi di difesa dipendenti dall'invenzione delle armi da fuoco rendevano inutili allo scopo le antiche fortezze. Venne iniziata, invece, la costruzione di una serie di torri costiere, disposte a poca distanza l'una dall'altra in modo da permettere un facile collegamento».

Pour un cadre complet sur l'évolution du système de défense dans le Mezzogiorno à partir de la chute de l'Empire Roman d'Occident jusqu'au XIX^e siècle cf. Santoro L. 1988 et AA.VV. 1988.

¹ Castelli P. 1984: 45: «La scossa psicologica alla classe dirigente sarda per avviare a realizzazione i propositi di difesa viene dall'incursione del 1582, che portò al saccheggio di Quartu, Quartucciu e Pirri alle porte di Cagliari. Sull'onda di quest'emozione, il Re propone agli Stamenti l'istituzione di un dazio sull'esportazione, per coprire le spese della difesa costiera. All'inizio del 1583 ciascuno dei tre Stamenti (l'Ecclesiastico, il Militare ed il Reale) approva i "30" capitoli relativi all'organizzazione della difesa con imposte di dazi sui prodotti agricoli da esportare, per la costruzione di nuove torri litoranee e la loro gestione. Nel 1587 Filippo II approva a sua volta definitivamente i capitoli ed inizia così l'attività di quell'istituto speciale che doveva prendere il nome di "Amministrazione delle Torri", o del "Real"».

¹ Fois F. 1981: 12-13.

¹ Ce phénomène de retard ne concerne pas seulement le système de défense côtier, mais aussi celui des villes: «All'inizio dell'età moderna l'impianto difensivo del regno di Sardegna denuncia una chiara impronta medievale. Le città più popolate sono chiuse da cinte murarie costruite secondo i principi dell'architettura militare antica, che mirano allo sviluppo verticale dei torrioni e delle cortine per garantire ai difensori una posizione dominante rispetto agli assediati. La mancanza di guerre e quindi la limitata diffusione delle artiglierie di grosso calibro in grado di abbattere le muraglie determinano la sopravvivenza e l'utilizzazione di questi manufatti nel Cinquecento» (Mele G. 2000: 19).

¹ Cf. Rocchi E. 1908: 169-183, et en particulier le paragraphe sur «Le torri isolate. La difesa costiera», où il affirme que «nella seconda metà del secolo XVI, col progredire dell'arte della difesa, venne studiato ed applicato un tipo di torre litoranea che, nella storia dell'architettura militare, rappresenta un modello del genere. Pianta quadrata col

lato di dieci metri, periferia di quaranta, altezza di venti, muraglie grosse da tre a quattro metri, scarpate dal cordone in giù. La porta alta sul cordone, la scala esterna ed il ponte tra la scala e la soglia sui bolzoni. Tre piani a volta: uno pei magazzini; uno per gli alloggiamenti; uno per la batteria. All'interno la scala a chiocciola; le caditoie tutto intorno» (p. 179).

¹ Russo F. 1992: 175. L'auteur précise que, même si dans la période en question il y avait en Sardaigne beaucoup d'ingénieurs militaires, aucun dessin est à nous parvenu. «Né peraltro si trova riscontro di notifica di incarico ai medesimi per la direzione dei lavori di tutte, o anche soltanto di alcune delle suddette. Né infine si è rinvenuto un esplicito capitolato d'appalto, facente riferimento ad un progetto di massima (...). Valida perciò l'ipotesi che il modello formale di riferimento siano stati proprio i millenari nuraghi, con lievi adeguamenti funzionali».

¹ Mele G. 2000: 98.

¹ Russo F. 1992: 75.

¹ Russo F. 1992: 175.

¹ À propos des *picapedres* voir Mossa V. 1981: 209-210, où il y a un paragraphe sur «I "picapedres" e i primi architetti di educazione colta».

¹ Mele G. 2000: 96.

¹ Mele G. 2000: 133.

¹ Fois F. 1981; Montaldo G. 1984; Montaldo G. 1992; Rasso M. 2005. Consulter aussi Principe I. 1987, où ils sont publiés des dessins du XIX^e siècle, gardés à l'Archive de l'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio (ISCAG), Rome. En particulier, l'un concerne la Torre di Porto Conte à Alghero (p. 30), sur la côte nord-ouest de la Sardaigne, qui montre deux plans à des différents niveaux, une section et un prospectus, bien détaillés, l'autre relatif à la tour Calamosca à Cagliari (p. 15), tous les deux du XVI^e siècle. Le même dessin est publié aussi dans Russo F. 1992: 95, fig. 92.

¹ Lumbroso G. 1901: 1.

¹ Mele G. 2000: 101: «Per contratto gli appaltatori provvedevano in proprio alla preparazione e al trasporto della calce e degli altri materiali da costruzione (conci, pietrame, travi di ginepro, acqua, sabbia)».

¹ Cf. Russo F. 1992: 297-298: L'auteur cite l'«Elenco dei castelli, delle torri e fortezze esistenti in Sardegna che cessano di essere considerate come fortificazioni o posti fortificati in base al R. Decreto 25 aprile 1867».

¹ Cf. Piloni L. 1974, où, avec référence au XVI^e siècle, outre à la carte mentionnée, rédigée par Rocco Cappellino, il y en a des autres aussi de valeur. En particulier l'on signale les tables XXXI (1586), XXXII (1589), XXXIII (1606) et XXXV (1620).

Un autre document iconographique très intéressant est la «Descripcion dela isla y reyno de Sardeña XDCXXXIX» (tab. XXXVI), un des plus importants documents de l'histoire cartographique de l'île, «compuesta por Don Francisco de Vico de consejo de su Magestad, y fu Regente en el Supremo de Aragona».

Cf. aussi Principe I. 1981: 69-112, où il y a beaucoup de cartes historiques concernant Cagliari et ses environs, référées au XVI^e siècle.

Enfin cf. Zedda Macciò I. 1983.

¹ En particulier, près de l'Archivio di Stato di Cagliari, il y a à l'Antico Archivio Regio, et le Fondo Amministrazione delle Torri, qui gardent beaucoup de documents référés aux structures de la zone et de la période en question. Cf. Rasso M. 2005: 243-244.

¹ Cette technique a été retrouvée aussi dans la région Campania, à partir de l'époque romaine, jusqu'à la fin du XVII^e siècle. Cf. Fiengo G. 1996; Fiengo G. 1998; Russo M. 1996; Russo M. 1998; D'Aprile M. 2001; Giannattasio C. sous presse; Giannattasio C. 2007; Carafa R. & Giannattasio C. 2005.

¹ D'Aprile M. 2001: 195.

¹ D'Aprile M. 2001: 181.

¹ Rasso M. 2005: 47.

¹ Rasso M. 2005: 73.

¹ Cf. Montaldo G. 1992: 492, où il y a les dessins en plan, section et prospectus.

¹ Rasso M. 2005: 97.

¹ Montaldo G. 1992: 135.

¹ Rasso M. 2005: 145.

¹ Rasso M. 2005: 105.

¹ Comme on a pu relever à travers l'enquête in situ, ces tours sont intéressées par d'autres phénomènes de dégradation, comme alvéolisation, désagrégation, décollement, efflorescence, érosion, exfoliation, pulvérisation, ou encore dûs à patine biologique ou à végétation.

LES AZIBS
PATRIMOINE ARCHITECTURAL EN PIERRE SÈCHE
CAS DE L'OUKAÏMEDEN (MARRAKECH – MAROC)

Mounsif IBNOUSSINA¹, Mohamed NOCAIRI¹, Omar WITAM¹ & Ahmed SKOUNTI²

¹ Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Laboratoire DYBAGEO, Marrakech, Maroc.
ibnoussina@ucam.ac.ma, mibnoussina@yahoo.fr

² Université Cadi Ayyad, Faculté des Lettres et Sciences Humaines / Antenne Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine. Direction régionale de la Culture, B.P. S11, 40000, Marrakech, Maroc. ouskounti@yahoo.fr, ouskounti@menara.ma

RESUME : Le site de l'Oukaïmeden, objet de cette analyse, se situe sur le flanc nord du Haut-Atlas de Marrakech soit à 75 km au SSE de cette ville. Cette région se situe dans la zone des hauts plateaux, elle est fréquentée depuis plusieurs millénaires par des éleveurs transhumants. Lors des saisons de pâturage, ces éleveurs habitent dans des abris ou de petites bâtisses construites en pierres sèches, à l'écart du village, et qu'on appelle les azibs.

Ces derniers sont constitués de deux parties : l'une couverte, servant d'abri à la famille, l'autre découverte sert de bergerie aux animaux. Les matériaux utilisés dans la construction de ces édifices sont locaux. La pierre est extraite des niveaux gréseux triasiques formant l'essentiel des plateaux de l'Oukaïmeden. Le bois, quant à lui, est issu des forêts à Thurifère avoisinantes.

MOTS CLES : Azib, Patrimoine architectural, Pierre sèche, Trias, Oukaïmeden, Marrakech, Maroc.

ABSTRACT : The site of Oukaïmeden, object of this analysis, is on the northern side of the Marrakesh High-Atlas at 75 km on the SE of this city. This area has been in the zone of the high plates, it is attended for several millennia by transhumant stockbreeders. At the pasture seasons, they live in shelters or small masonries built by dry stones, out of the village, and which are called azibs.

They consist of two parts: one covered being used as a shelter for the family, the other one discovered and is used as sheep-fold for animals. The material used in the construction of these buildings are local. The stone is extracted from the flagstones of sand which form the main part of the Oukaïmeden plates. Wood, as for it, is resulting from the neighbouring Thurifère forests.

KEY WORDS: Azib, architectural heritage, Dry stone, Trias, Oukaïmeden, Marrakesh, Morocco.

1. INTRODUCTION

Le site de l'Oukaïmeden, objet de cette analyse, se situe sur le flanc nord du Haut-Atlas de Marrakech soit à 75 km au SSE de cette ville (Figure 1). Sur le plan structural, cette région se situe dans la zone des hauts plateaux et culmine à 3000 m d'altitude environ. Elle montre une grande diversité faciologique dont les faciès gréseux sont les plus prépondérants. Ces faciès appartiennent à la formation des « grès de l'Oukaïmeden » (Biron 1982, Benaouiss 1990). Cette dernière est constituée par une série stratocroissante de barres gréseuses de couleur rose à rouge, leur structure interne varie du massive à litée (litage horizontal, litage oblique). L'épaisseur de cette formation excède parfois les six cents mètres. Appelée communément « F5 », la formation des grès de l'Oukaïmeden est encadrée par des argilites à la base (formation F4) et des argilites salifères au sommet (Formation F6).



Figure 1. Localisation du secteur étudié

Malgré les quantités d'eau reçues, essentiellement sous forme de neige, la région de l'Oukaïmeden reste une zone à climat semi-aride et sub-humide à hiver froid. Elle constitue un milieu hostile et peu favorable à une présence humaine permanente.

Dans ce site, les différents plateaux sont entrecoupés par des vallées alluviales et des bassins où se développent des aires collectives de pâturage (Agdal) et dont l'ouverture et la fermeture sont opérées à dates fixes par la communauté des usagers. Ces agdals sont fréquentés, chaque année du mois d'août au mois de mars, par des éleveurs transhumants des tribus de l'Ourika et de Rherhaya. Ils remontent avec leurs troupeaux (caprins, ovins et bovins) vers ces terres fertiles pour le pâturage et l'eau mais aussi pour le pèlerinage du moussem de Sidi Ali ou Fares (saint patron de l'agdal d'Oukaïmeden) qui s'ouvre le 10 août de chaque année annonçant l'ouverture de la saison de pâturage. Ces tribus quittent la montagne et descendent vers la plaine avec la chute des premières neiges.



Figure 2. Aire de pâturage et dalle de Grés

Les études archéologiques effectuées confirment la fréquentation de cette région par des Hommes depuis les temps protohistoriques. En effet, les populations de paléo-berbères avaient laissé derrière elles un important patrimoine rupestre, des tombes pré-islamiques et vraisemblablement des azibs objet de cette étude. Ces derniers constituent, avec les gravures rupestres et les tumulus, les derniers témoins d'une riche culture ancienne datant de plus de 3500 ans (A. Rodrigue, 1999).



Figure 2. Gravure de Bovidé sur une dalle gréseuse

2. CONSTRUCTION DE L'AZIB

Les azibs sont des abris ou de petites bâtisses construites en pierres, à l'écart du village. Ils sont constitués de deux parties : l'une couverte, servant d'abri à la famille, l'autre découverte servant de bergerie au bétail parfois il y'a des parties de la bergerie qui sont couvertes et servent à la protection du cheptel au moment des intempéries. Ces azibs comprennent également la pièce du berger. Ils sont en général faits sur un seul niveau avec une hauteur ne dépassant guère les 3 mètres. Leurs murs sont généralement assez épais (0,60 à 1,20 m).



Figure 3. Vue générale d'un azib

La conception de ces azibs doit faire l'objet d'une évaluation technique préalable soignée, afin d'optimiser l'efficacité. Leur mise en œuvre emploie la technique de la maçonnerie à la

Pierre sèche qui consiste à assembler, sans aucun liant, des blocs, des moellons, des dalles, bruts ou ébauchés, pour monter le mur.

Les entrées et les fenêtres de ces ouvrages sont surmontées d'un linteau monolithe ; il s'agit d'une assise gréseuse plate et très allongée qui peut être remplacée par un linteau en bois. Ces linteaux sont en général inclinés vers l'extérieur pour l'évacuation des eaux de ruissellement et pour éviter toute infiltration. Le choix du linteau est aussi capital, une poutre de bois épaisse et imputrescible est souvent préférable à une épaisse dalle de pierre qui finit toujours par se briser. Très étroite, l'entrée de l'azib a une allure géométrique rectangulaire et protège l'intérieur contre la neige, la pluie et les vents.



Figure 4. Linteaux en bois à l'entrée d'un azib

La base des murs est constituée de moellons. Les plus grosses pierres sont utilisées pour le tour des ouvertures et les chaînages, les interstices entre les pierres sont remplis par des éclats de calage de façon que celles-ci ne bougent plus. Les azibs reposent fréquemment sur un socle rocheux lorsqu'il affleure. Ce dernier fait office d'assise après l'avoir préalablement dégagé.

Le sol intérieur est brut, sans dallage, en terre battue, avec parfois affleurement de rochers. Le toit est constitué par des poutres en bois perpendiculaires à l'allongement de la pièce au dessus desquelles sont déposés des assemblages de roseaux protégés par une nappe de plastique. Le tout est couvert d'une couche de terre silto-argileuse. Ce toit est plat avec souvent des ouvertures pour la lumière et l'aération, et toujours penté et son inclinaison suit celle des barres gréseuses auxquelles est accroché l'édifice. Certains azibs sont nichés sous d'énormes blocs ou dalles qui font office de toiture.



Figure 5. Azib niché sous un bloc faisant office de toit

L'édification de ces ouvrages lithiques d'origine agricole et la restauration des édifices existants se font avant l'arrivée des pèlerins au moussem et durant la saison creuse. Le travail est assuré par des artisans ingénieux (maçons spécialisés dans la pierre sèche) ou des artisans-paysans, alliant les deux activités suivant les saisons et parfois même par les paysans eux même.

3. LES MATERIAUX UTILISES DANS LA CONSTRUCTION

Ces ouvrages nécessitent une disponibilité en pierre sèche, et ne sont réalisés qu'en milieu rocheux et/ou trop accidentés, donc en milieu essentiellement montagneux. Trois types de matériaux sont utilisés : les grés, le bois et les roseaux.

3.1 Le Grés

Dans les plateaux d'Oukaïmeden, le grés couvre une grande superficie, il affleure au ras du sol. Il est facile d'accès et prêt à l'exploitation et donc pour la maçonnerie de ces ouvrages. Les formations gréseuses de l'Oukaïmeden se prêtent donc bien à la construction des azibs en pierre sèche. Ce matériau donne, en surface, des plaques débitables de faible épaisseur qui font de solides lauses.



Figure 6. Formations gréseuse de l'Oukaïmeden et azibs

En tant que matériau de construction à sec, le grès présente un inconvénient : ses moellons ont tendance à évoluer vers des formes proches de celles des galets car leurs angles s'émousent facilement sous l'action du climat régnant à l'Oukaïmeden. Ces grès s'effritent facilement, ils sont donc à éviter pour la confection des linteaux. Les paysans les utilisent quand même faute de moyen de remplacement.

Les grosses pierres de grès taillées sont utilisées pour les encadrements d'ouvertures (entrées, fenêtres) et, dans le cas de bâtisses quadrangulaires, pour les chaînes d'angle. Ces pierres proviennent des localités avoisinantes, elles sont soit issues des carrières locales soit récupérées sur des constructions anciennes en ruine.

3.2 Le bois

Dans les forêts avoisinantes à l'Oukaïmeden et aux villages situés aux alentours du saint patron Sidi Fares, la diversité structurale et floristique est grande. Ces immenses forêts sont surtout dominées par des Thurifères (*Juniperus thurifera*), seule espèce arborée de ce domaine. L'arbre résiste mieux aux contraintes climatiques extrêmes des hautes montagnes (semi-aride et sub-humide à hiver froid). Il se mélange au Cèdre dans le Moyen Atlas et au Chêne vert dans le Haut Atlas.

Dans les paysages, l'arbre de thurifère est remarquable par ses dimensions très impressionnantes, il peut atteindre plus de 2 mètres de diamètre et parfois 20 mètres de hauteur. La taille moyenne des sujets est habituellement de 5 à 10 mètres. Le port est le plus souvent conique avec une cime élancée et un tronc toujours très tourmenté.

A l'exclusion de toute autre composante floristique, ces thuriferaies se caractérisent par une dégradation intense et une absence quasi totale de régénération. Sur ces arbres s'exerce une pression usagère datant déjà de plusieurs décennies. Les prélèvements intensifs de bois (bois de chauffage, bois d'ouvrages (charpentes, linteaux, portes), feuillage pour le bétail, charbon de bois,...) sont certainement les facteurs essentiels à l'origine de cette dégradation.

Le bois de thurifère est apprécié pour sa robustesse et sa résistance aux intempéries. Ces qualités le rendent propice à de multiples usages. Il est utilisé dans la construction des azibs et remarquablement dans les entrées et dans les fenêtres. Il est également utilisé pour charpenter les toits (rebords de toitures) aussi bien pour ces ouvrages en pierre que pour les maisons en pisé rencontrées plus bas. Les poutres et les madriers de thurifère, de forme tourmentée, constituent aussi les linteaux.

Les assemblages roseaux utilisés dans la construction des toits n'ont pas une origine locale, ils sont importés de la plaine.

CONCLUSION

La présence des azibs (habitats traditionnels) dont certains pourraient remonter à l'époque protohistorique ainsi que les gravures rupestres font de l'Oukaïmeden un site hautement symbolique sur le plan culturel.

Les azibs constituent un patrimoine bâti sans équivalent bien qu'apparaissant fortement fragilisé par l'émergence de techniques modernes de construction.

Cet héritage matériel est exposé à de sérieux problèmes : aménagement du territoire, projets touristiques.... Il est de notre devoir de le préserver et le valoriser pour nos générations futures.

REFERENCES

- AUCLAIR L. (1993). Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) : Géant de l'Atlas. Forêt méditerranéenne, tome XIV, numéro 4, p 306 – 314.
- BADRI W. (1990). Cycle hydrologique et biogéochimique et influence du couvert sur la strate herbacée dans un peuplement à genévrier thurifère du Haut Atlas de Marrakech (Maroc). Thèse. Marrakech, Université Cadi Ayyad.
- BENAOUISS N. (1990). Grés de l'Oukaïmeden (Trias supérieur du Haut Atlas de Marrakech, Maroc). Dynamique des corps sédimentaires, argiles, bore et paléoenvironnement. Thèse de 3^{ème} cycle, 170 p., Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc.
- BIRON P.E. (1982). Le Permo-Trias de la région de l'Ourika (Haut Atlas de Marrakech, Maroc). Lithostratigraphie, sédimentologie, tectonique et minéralisations. Thèse de 3^{ème} cycle de l'Université de Grenoble, 170 p.
- BOURBOUZE A. (1999). Gestion de la mobilité et résistance des organisations pastorales des éleveurs du Haut Atlas marocain face aux transformations du contexte pastoral maghrébin. in "Managing mobility in african rangeland : the legitimization of transhumant pastoralism", NIAMIR-FULLER, M. edition, IT Publications. Ltd, London, 28 p.
- CARTE TOPOGRAPHIQUE AU 1/100 000. (1972). Feuille Oukaïmeden – Toubkal, NH-29XXIII-1, Direct. Conserv. Fonc. Trav. Topogr. Division de la carte.
- CHAHID A. (2006). Le petit guide touristique d'El Jadida.

- ELKBIR S. (2003). Guide géologique du Maroc, p. 121.
- GNESDA S. (1996). Témoins d'Architecture en pierre sèche au Maroc. Les tazotas et les toufris de l'arrière-pays d'El Jadida, Etudes et recherches d'architecture vernaculaire, No 16, 24 p., Avec l'aimable autorisation.
- HALOUI B. (1986). Contribution à l'étude du milieu et de la végétation du bassin versant de l'oued Rhighaya (Haut Atlas de Marrakech). Thèse. Marrakech, Université Cadi Ayyad.
- HAMAM M. (1992). in Maalamate al Maghrib, vol. 6, Association marocaine de la production, la traduction et l'édition, Salé, p. 2040-2043
- JAMOUS R. (1981). Honneur et Baraka, les structures sociales traditionnelles dans le Rif, - Cambridge University Press/MSH, Cambridge/Paris
- KHYATI S. (2007). Développement agricole et aménagement de l'espace rural dans le périmètre irrigué des Doukkala, p. 29
- LATOUR B. (1999). Aramis ou l'amour des techniques. La Découverte, Paris
- MAHDI M. (1993). L'organisation pastorale chez les Rheraya du Haut Atlas (production pastoral : droit et rituel). Thèse de doctorat, Université Hassan II, Casablanca – Maroc.
- MAHDI M. (1999). Pasteurs de l'Atlas. Production pastorale, droit et rituel, Fond Adenauer (Ed.), Casablanca.
- NOCAIRI M., IBNOUSSINA M. & WITAM O. (2006). Les gravures rupestres de l'Oukaimeden : un patrimoine unique au Maroc. Actes de La première rencontre sur la valorisation et la préservation du patrimoine paléontologique, p. 101. Marrakech, 27-29 Avril 2006.
- NOCAIRI M., LEMJIDI A., WITAM O. & IBNOUSSINA M. (2005). Gravures rupestres de l'Oukaimeden : un patrimoine universel. Livret guide de l'excursion dans la région d'Oukaimeden. 3ème Rencontre des Quaternaristes Marocains (RQM3). 15-17 novembre, Marrakech - Maroc.
- OUHAMMOU A. (1986). Recherches sur l'étagement de la végétation dans le bassin versant de l'oued Ourika (Haut Atlas, Maroc). Thèse. Marrakech, Université Cadi Ayyad.
- PASCON P., (1980). Etudes Rurales, Idées et enquêtes sur la campagne marocaine, p. 102.
- PEYRE C. (1983). Etagement de la végétation et gradients climatiques dans le système atlasique marocain. Le bassin de l'oued Rdat et le versant sud de l'Atlas au méridien du Tizin-Tichka. Bulletin de la faculté des sciences de Marrakech n° 2, p. 87-139.
- R'KHA C.K. & IBNOUSSINA M. (2006). Les glissements de terrains dans la vallée de l'Ourika. Morphologie et fonctionnement hydro-dynamique. 2nd Maghrebien Symposium on Clay Minerals. April 22, 23th. Meknès – Maroc.

R'KHA C.K., IBNOUSSINA M. & GAMRANI N. (2007). L'architecture rurale dans les environs de Marrakech. Deuxième Rencontre Internationale sur le Patrimoine Architectural Méditerranéen (RIPAM2), 24-26 Octobre 2007. Marrakech – Maroc.

RODRIGUE A. (1999). L'art rupestre du Haut Atlas marocain. Edition l'Harmattan, 420 p.

ZAMAMA M., IBNOUSSINA M., NOCAIRI M. & CHERRADI F. (2007). Analyse et caractérisation des matériaux du Hammam d'Aghmat, Marrakech : Epoque Almoravide (XI^{ème} – XII^{ème} siècle). Deuxième Rencontre Internationale sur le Patrimoine Architectural Méditerranéen (RIPAM2), 24-26 Octobre. Marrakech – Maroc.

RESTAURATION A CIEL OUVERT DE L'ARCHITECTURE A L'ETAT DE RUINE : LA PROTECTION DES CRETES

Luigi MARINO

Université de Florence, DIRES (Dipartimento di Restauro e Conservazione), 8, via Micheli 50121
Firenze - luigi.marino@unifi.it

RESUME : La protection des couronnements (sommets) et des arases (partie supérieure du parement sous-jacent) des murs est l'une des catégories les plus fréquentes d'intervention sur des bâtiments à l'état de ruines. Son objectif est d'empêcher l'infiltration des eaux météoriques et la prolifération consécutive de la végétation adventice, et de réduire en même temps le démembrement des éléments de l'appareil. Les solutions adoptées jusque là (mises en place par notre Groupe de Recherche) constituent un atlas de référence de grand intérêt, car les interventions réalisées, qui ont été soumises à des essais sur des périodes parfois très longues, et dans des conditions de stress de grande variabilité, peuvent être estimées dans toutes leurs composantes. Notamment: le choix des matériaux et des formules technologiques, la préparation et la pose, les procédés d'entretien dans le temps et les réparations. D'une fois sur l'autre, les interventions ont été caractérisées par une distinction minimale, la plus grande diversification, la réévaluation du critère minimal et enfin, par des interventions de rénovation et/ou de reconstructions pédagogiques toujours réversibles. Les formulations théoriques et les premières expérimentations sont celles de G.Boni et G.Giovannoni au début du siècle dernier, lorsqu'en prévision du Bimillénaire de la Romanité, l'Italie et une grande partie de la Méditerranée se sont transformées en un vaste chantier de restauration archéologique.

Les solutions cataloguées permettent d'élaborer une liste, bien que provisoire, de classes de protections des couronnements des murs, qui semblent avoir donné de bons résultats, certains à peine acceptables, d'autres à refuser absolument. L'erreur la plus récurrente, quelle que soit la solution adoptée, semble être celle qui prétend apporter une solution définitive, et qui n'a pas besoin d'un entretien correct et constant. Un critère général pour le choix de la solution appropriée doit tenir compte de nombreux facteurs: spécificité de la/des situation/s; respect du matériau et des technologies d'origine; intervention minimum et réversibilité; reconnaissabilité; prise de conscience des limites de l'intervention; évaluation des qualités et des défauts; aspect économique et estimations stratégiques.

MOTS CLES : Protection des couronnements, Conservation, Bâtiments à l'état de ruines, Intervention minimum, Réversibilité, Evaluation

ABSTRACT : The protection of the *tops of walls* and the *necks of the walls* (upper part of underlying face) of walls represents one of the most frequent types of intervention on buildings in ruins. This has the scope of preventing the infiltration of rainwater and the consequential proliferation of weeds, at the same time reducing the break up of the underlying elements.

The solutions adopted to date (and the object of research by our group) represent a manual of reference of considerable interest, because every aspect of the work carried out, subjected to testing over very long periods in some cases and very variable conditions in terms of stress, can be evaluated in all their aspects. In particular: the choice of materials and technological methods, preparation and installation, maintenance procedures over time and repairs. Depending on the occasion, the work was characterised by minimal discernability, extensive

diversification, reevaluation of the minimalist criterion and finally renovation and/or educational reconstruction, always reversible. The theories and first experiments are those of G. Boni and G. Giovannoni, dating back to the beginning of the last century, when, in view of the bimillenary of the Roman world, Italy and a large part of the Mediterranean were transformed into a vast archaeological restoration site.

The solutions catalogued allow the drawing up of a list, albeit provisional, of classes of protection for the tops of walls which would seem to have provided some results which are good and some others which are barely acceptable or absolutely to be avoided. The most frequent error, whatever the solution adopted, would seem to be linked to the claim to have a definitive solution which does not require correct and constant maintenance. A general criterion for the choice of the most appropriate solution must bear in mind many factors: the specific characteristics of the situation/s; respect for the original material and technology; minimum intervention and reversibility; recognizability; an awareness of the limitations of the intervention; evaluation of the strong points and defects; low cost and strategic evaluation.

KEY WORDS : Protection of tops of walls, Conservation, Buildings in ruins, Minimum intervention, Reversibility, Evaluation

1. INTRODUCTION

L'expression *restauration archéologique* se rapporte couramment à des interventions de conservation sur des pièces provenant de fouilles. En l'absence d'une définition plus efficace et spécifique, nous l'utilisons également dans l'acception de conservation et entretien des ouvrages architecturaux à l'état de ruine. L'une des particularités présentée par la restauration des sites et des monuments à l'état de ruine est liée à la condition dynamique dans laquelle les interventions ont lieu et aux variations constantes des conditions dans lesquelles devront vivre les bâtiments. Si nous reconnaissons aux vestiges la valeur de témoin significatif, et sous de nombreux aspects uniques, nous ne pouvons pour autant associer sa survie à la seule possibilité de réutilisation, plus ou moins immédiate, plus ou moins étendue. Lorsque les conditions rendent difficiles la réintégration dans la vie moderne il est important de conserver les vestiges en état de ruine, afin de lui donner une plus grande lisibilité immédiate et future, de reprendre les enquêtes et de mettre à jour les données provisoires, de préserver le rôle de fossile guide dans des phénomènes historiques initialement non compréhensibles.

Les *intégrations des lacunes et la protection des crêtes des murs* représentent les catégories les plus fréquentes d'intervention sur des bâtiments à l'état de ruine, à un point tel qu'elles ont souvent tendance à être identifiées avec l'expression même de restauration archéologique. La définition *crête du mur* identifie le sommet d'un mur qui, s'il n'est pas protégé, subit l'action de divers agents dégénérateurs ; la définition de *col du mur* identifie la couche sous-jacente et intéresse généralement les surfaces de parement sur 15-20 cm. Il faut estimer que la classe dégénérative la plus fréquente et la plus dangereuse est l'eau, présente sous différentes formes. Elle agit directement (par ex. infiltrations), ou elle devient le véhicule d'autres formes dégénératives qui dépendent d'elle (par ex. prolifération de végétation adventice). Par extension de ce concept, nous pouvons utiliser les mêmes termes pour des fronts de fouille rocheux et/ou

terreux. Les parois de fouille sont un élément de grande délicatesse parfaitement reconnue par la réglementation sur la gestion d'un chantier prévoyant des procédures de sécurité, y compris pour des profondeurs réduites de fouille, avec l'obligation de talusages inclinés et de coupes en gradins qui sont en contraste net avec les exigences des archéologues, lesquels voudraient au contraire des parois toujours verticales et libres. Bien évidemment, la délicatesse d'interventions sur les crêtes augmente dans des sites où co-existent des structures architecturales et des fronts de fouille présentant de grandes différences de vulnérabilité. (MARINO L., 2004) Ces interventions sont souvent employées d'après des estimations à caractère essentiellement esthétique et d'après leur efficacité technologique immédiate, devenant ainsi un modèle de référence à reproduire, presque mécaniquement, dans d'autres exemples. La protection des crêtes a avant tout comme but pratique d'empêcher les infiltrations d'eaux météoriques dans les murs disloqués et non protégés, et d'éviter en même temps le basculement des éléments d'appareil à cause de l'affaiblissement des parties les plus hautes des courtines. La zone d'intérêt peut faire l'objet d'actions locales (actions concentrées qui sont souvent l'enclencheur de mécanismes destinés à s'étendre aux aires voisines) ou bien d'actions étendues lesquelles, généralement moins graves, peuvent créer cependant des difficultés diagnostiques et opérationnelles, à cause justement de leur extension.

2. LA PROTECTION DES CRETES

2.1 Les interventions : indications de méthode

Par de nombreux aspects, la protection des crêtes a tendance à s'élargir et à comprendre les intégrations des parties les plus hautes des murs. Ces opérations peuvent être justifiées par la mise en place d'un substrat "préparé" pour soutenir les chaperons, mais aussi, et de plus en plus souvent, pour rendre les ruines "compréhensibles" au public. Un fait singulier est que le thème des intégrations des surfaces essentiellement verticales fait l'objet d'une riche bibliographie, alors que pour les surfaces horizontales (à part les pavements et les mosaïques), les contributions théoriques sont très réduites pour ce qui est de l'abondance effective des cas d'espèces d'interventions. D'une fois à l'autre, les interventions ont été caractérisées par une distinction minimale, par la plus grande diversification, la réévaluation du critère minimal et enfin, par des interventions de nouvelle architecture et/ou de reconstructions didactiques réversibles. Les solutions adoptées, surtout dans la période entre les deux guerres mondiales, sont un atlas de référence de grand intérêt, car les interventions soumises à l'essai de périodes parfois très longues, peuvent s'évaluer davantage sous tous leurs aspects. En particulier, celles qui se rapportent plus directement au choix des matériaux et aux technologies employées, au contrôle de la *chaîne opératoire* pour la préparation, et à la pose.

Nous pourrions presque dire que si le traitement des surfaces verticales a toujours requis la compétence d'un projet, pour les interventions sur les crêtes des murs en revanche, on a toujours jugé que dans la plupart des cas, la pratique des ouvriers qualifiés pour la restauration était suffisante et d'une fois sur l'autre, ceux-ci ont adopté la solution jugée la plus efficace, en prenant comme modèle les exemples les plus connus et en utilisant le matériau disponible sur place.

Les indications de méthode reposant sur l'intervention sur les crêtes des murs sont essentiellement celles qui sont suggérées par la *Charte Italienne de Restauration* (1972). On repropose sous une forme à peine actualisée les critères d'intervention expérimentés dans les années '20 et '30, époque où les intégrations de lacunes et de protection des crêtes servaient exclusivement à présenter des restaurations montrant "*que l'on avait parfaitement compris le monument*" (Calza, 1929). La grande campagne d'interventions prévues pour la fin des années '30, lorsque Rome, en particulier, mais aussi toute l'Italie et une partie du bassin méditerranéen, se transformeront en un vaste chantier de restauration archéologique (le plus grand, peut-être, que l'on n'ait jamais vu) permettra d'expérimenter, en bien et en mal, toutes les solutions possibles d'intervention que l'on pouvait imaginer à l'époque. Les formulations théoriques précédentes et les expériences de chantier les plus importantes, et qui conditionneraient, en bien et en mal, des générations entières de restaurateurs, sont données par G. Giovannoni et, surtout, par G. Boni.

Face à un débat qui dure depuis plus de trente ans sur la conservation, caractérisé par un remarquable saut de qualité et quelques réalisations exemplaires, pour la protection de bâtiments à l'état de ruine (surtout s'ils ne sont pas facilement réutilisables), remarquons une qualité inadéquate, si ce n'est inférieure. La confiance disproportionnée dans la technologie et dans les "produits pour la restauration", les résines synthétiques avant tout, et la désinvolture de certaines interventions ("l'ancien" uniquement comme prétexte) semble être la cause de nombreux endommagements. Un fait singulier est que les termes de la restauration ont tendance à aller vers l'intervention minimum, la réversibilité et l'entretien systématique, alors que nous constatons qu'une bonne partie des interventions sur des contextes archéologiques continue à être caractérisée par des opérations qui privilégient des transformations et d'amples remplacements de parties. Elles sont justifiées par les "situations anormales" et les "nécessités extraordinaires" qui dépendent de sollicitations calamiteuses, d'un état de vulnérabilité répandue de plus en plus avancé et de seuils de tolérance de plus en plus labiles. Il est évident que les difficultés de conservation des bâtiments archéologiques dépendent de manière déterminante des brusques variations causées par la fouille (avec de grandes différences locales dans les résultats, qui dépendent également des méthodes et des stratégies de fouille utilisées), de la variabilité des conditions dans lesquelles les bâtiments devront vivre par la suite, et des possibilités réelles de leur assurer une pratique d'entretien ordinaire.

Les attentions aux procédures d'activation de systèmes temporaires de protection semblent un peu arriérées et peu pratiquées dans les périodes entre les diverses campagnes de fouille, lorsque les zones archéologiques risquent d'être laissées sans contrôle, et dans les périodes de plus grande inclémence météorologique. Encore plus rares, les solutions de protection des crêtes des murs pendant les fouilles, lorsque des infiltrations du haut et des variations des poussées latérales non contrôlées sont destinées à empirer au fur et à mesure que la profondeur de fouille avance, lorsque l'élimination de la terre sur un côté ou sur les deux côtés du mur peut facilement endommager la construction par des basculements de crête, des extensions, des éboulements au pied ou des pertes d'horizontalité plus ou moins concentrées.

2.2 La restauration d'urgence

Un secteur d'intervention de plus en plus fréquent est la restauration d'urgence. Elle devient nécessaire lorsque l'on doit intervenir rapidement et de façon efficace, même dans les conditions les plus difficiles. Le problème principal est d'arriver à prendre des décisions immédiates, afin de ne pas aggraver des situations déjà critiques. Un peu à l'image d'un médecin opérant dans une ambulance ou aux urgences, habitué à intervenir d'après d'un protocole préfixé, capable de réduire les risques au minimum, surtout lors des *phases critiques de transition* pendant lesquelles les dommages risquent d'évoluer de façon incontrôlable ou irréversible.

2.3 La recherche

Notre recherche a prévu la rédaction d'un catalogue des solutions adoptées jusqu'alors, pouvant représenter un atlas de référence d'interventions utilisables dans différentes conditions. La recherche documentaire (actuellement en cours) s'est fondée sur une fiche de relevé.

- éléments d'identification du monument/site et conditions environnementales
- identifications historiques (date/s, concepteur, entreprise)
- identification des caractéristiques d'appareil (type, matériaux, mortier, structure) du mur d'origine
- type et causes de la dégradation des matériaux
- type et causes de l'éboulement des structures
- type et caractéristiques de l'intervention, avantages et inconvénients, niveaux de réversibilité, état à la date du relevé

Tableau 1. Organisation en différentes parties de la fiche de relevé

Les constatations qu'il a été possible de faire sur les interventions considérées permettent d'élaborer une liste, quoique provisoire, de protections temporaires, ou de protections de plus longue durée. Les solutions analysées ont été mises en place à des époques variables : la présence de solutions mises en place depuis longtemps, et qui n'ont pas été malmenées par des interventions suivantes, permet une sorte de vérification sur le terrain, dont les niveaux de fiabilité sont généralement très élevés. Dans certains cas, elles semblent avoir donné de bons résultats, dans d'autres ils sont à peine acceptables, dans d'autres encore à refuser absolument. Quelle que soit la solution adoptée, l'erreur la plus récurrente semble être celle qui est liée à la prétention d'exécuter une intervention "définitive" et qui n'a pas besoin d'entretien constant.

a - familiarité avec le concept de compatibilité
b - critères de compatibilité au niveau technique et opérationnel
c - valeur d'autres facteurs (techniques et fonctionnels) dans l'évaluation de la compatibilité des interventions de conservation

<i>d - critères de compatibilité au niveau esthétique</i>
<i>e - critères de compatibilité chimique et physique</i>
<i>f - critères de compatibilité entre les matériaux traditionnels et modernes</i>
<i>g - critères de compatibilité au niveau socioculturel</i>

Tableau 2. Le niveau de Compatibilité de l'intervention s'obtient en croisant les différentes réponses en relation avec les différentes composantes du concept de Compatibilité

3. LES CRITERES D'INTERVENTION

Un critère général pour le choix de solutions appropriées devrait tenir compte de nombreux facteurs :

<i>1- Evaluation de la/des spécificité/s de la/des situation/s</i>
<i>2- Respect du matériau et des technologies originales</i>
<i>3- Respect de l'intervention minimum et de la réversibilité</i>
<i>4- Reconnaissabilité</i>
<i>5- Conscience des limites de l'intervention et des processus de vieillissement des chaperons dans le temps</i>
<i>6- Possibilité d'actualisation</i>
<i>7- Activation de procédures de documentation des conditions précédant l'intervention, suivies d'une surveillance</i>

Tableau 3. Facteurs importants pour le choix de solutions appropriées

- Les caractéristiques générales et particulières de l'intervention
- Les difficultés ou les limites d'applicabilité
- Les exemples d'applications précédentes et l'évaluation du rendu dans le temps
- L'évaluation des qualités et des défauts possible
- La rentabilité de l'intervention et son évaluation stratégique

Tableau 4. Facteurs à considérer pour chaque classe d'intervention

3.1 Chaperons en mortier

Il s'agit des chaperons classiques à deux pentes ou en dos-d'âne (dits aussi "sarcophages"), en coussinet (la section supérieure est parabolique aplatie) ou en tablette (section approximativement rectangulaire). Les débords des chaperons, qui dépassent traditionnellement le bord du mur et forment ainsi une sorte de goutte d'eau protégeant le col du mur, sont parfois tenus en retrait de quelques cm, formant ainsi une sorte de solin dont l'efficacité n'est cependant pas assurée. Les chaperons peuvent être réalisés avec du mortier de chaux, du mortier de *cocciopesto* (en absolu, l'une des meilleures solutions disponibles), du mortier de chaux avec du bitume et du cailloutis du même type de pierre que les murs (ce que l'on appelle "*peau d'éléphant*") ou bien en mortier de ciment (qui n'est efficace que dans de rares cas). On a vu des dos-d'âne en mortier dans lequel ont été noyés des fragments de brique et/ou de petits éclats de pierre pour camoufler les vastes surfaces grises et, quoique plus rarement, des chaperons réalisés avec une forte prédominance de gravier. Si l'on ne prépare pas de joints de dilatation, les chaperons peuvent se fracturer.

Récemment, on a utilisé des chaux anti-rétractives. Mais dans le cas de vastes surfaces qui se développent dans une direction prédominante, comme c'est souvent le cas dans une crête de mur, il est impossible d'éviter les fissurations transversales à la direction du mur. Dans de nombreux cas, il n'est pas rare de constater que l'endommagement des chaperons ne fonctionne pas comme surface de sacrifice (une surface à perte programmée) au profit des surfaces d'origine, mais risque au contraire d'accélérer la dégradation des matériaux et l'écroulement des structures, entraînant des mécanismes de rejet plus ou moins concentrés dans les parties qu'elle aurait dû protéger.



Figure 2. La peau d'éléphant au théâtre de Verona



Figure 3. Différences de solutions pour la protection des crêtes au caldarium de Sepino

3.2 Enduits de mortier

Les surfaces sont protégées par un substrat de mortier d'épaisseur variable, afin de régulariser et d'imperméabiliser les surfaces. Généralement convexes (pour assurer l'évacuation immédiate des eaux météoriques), elles sont parfois concaves (pour recueillir l'eau et l'amener aux systèmes d'évacuation).

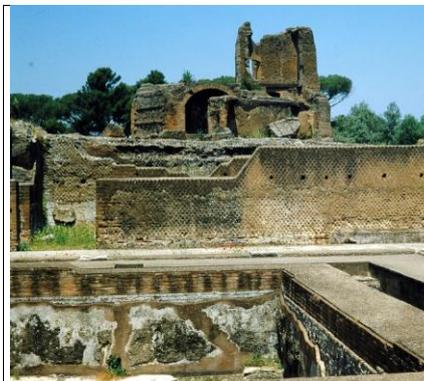


Figure 4. Surfaces *en tablette* de mortier à Villa Adriana



Figure 5. Coussinets et *sarcophages* pour les murs de Ostia

Dans certains cas, des pierres sont enfoncées dans le mortier, afin de réduire l'impression que le mur a été "coupé" et de suggérer des parties de maçonneries qui n'existent plus.

Souvent, les enduits de mortier sont utilisés également dans les raccords entre différentes maçonneries et dans les renfaîtages occasionnels de chaperons endommagés, ou encore pour réaliser des solins.

3.3 Briques

Les chaperons en briques sont habituels dans de nombreuses zones archéologiques, aussi bien dans les maçonneries en briques qu'en pierraille. On utilise des briques anciennes de

récupération et/ou des briques neuves, à l'appareil plus ou moins régulier. Dans certains cas, une surface régulière couvre toute la crête, dans d'autres, les briques sont logées sur des plans de pose diversifiés, de manière à respecter les différences de consistance des différentes parties de maçonnerie. Dans d'autres cas encore, les briques (parfois fragmentées) ont été appareillées pour suggérer les surfaces articulées typiques des ruines. Parfois, les parties supérieures des maçonneries sont intégrées et protégées par un substrat de 3 à 5 assises de briques appareillées de manière reconnaissable par rapport à la courtine sous-jacente (corniches, "romanelle" ou assises hors plan). Pour ces opérations, on a fréquemment recours à des procédures de désagrafage et d'agrafage plus ou moins étendues. Les chaperons réalisés en briques présentent l'avantage d'une relative facilité d'exécution et d'entretien (évacuation des eaux avant tout), mais ont l'inconvénient de rendre les surfaces indifférenciées et de ne pas faciliter l'interprétation des relations stratigraphiques entre les parties. Dans certains cas de protections temporaires, on a vu qu'il était utile de poser un double substrat de briques, espacées par une gaine imperméable anti-condensation, appareillées à sec avec du sable ou de la terre tamisée.



Figure 6. Chaperons réalisés en briques et mortier à Larino

3.4 Substrats de pierraille

Il s'agit de solutions d'application très semblables à celles de la latérite, sauf qu'elles sont employées plus fréquemment. La pierraille de calibre variable peut être employée pour former un substrat de protection plane (les éclats seront fondamentalement plats) ou en dos-d'âne (avec des pierres de fêdage de plus forte épaisseur). Souvent, la pierraille est placée sur un substrat de dalles de plomb (risque d'endommagement à cause de courants flottants), de carton bitumé, de gaines ou de mottes de mortier, en contact direct avec la surface d'origine, afin d'assurer l'imperméabilisation du mur et de signaler l'ajout.



Figure 7. Pierraille placée sur un substrat de dalles de plomb à Marzabotto

3.5 Éléments de protection monolithiques

Les manteaux de protection peuvent être réalisés avec un dallage en pierre, des dalles préfabriquées, des tôles ou des planches en bois ayant une fonction de protection stable ou temporaire. Ces éléments peuvent avoir une forme indifférenciée permettant de couvrir en même temps une vaste surface de crête, ou d'être convenablement profilées et répéter la section horizontale des maçonneries sous-jacentes. Les éléments de couverture doivent être posés avec une pente convenable, ou être dotés d'un système de goutte d'eau pour éviter des phénomènes de percolations concentrées. Dans le cas de couvertures provisoires, surtout si elles sont réalisées avec des éléments qui facilitent les phénomènes de condensation (le cas le plus fréquent, ce sont les feuilles en PVC utilisées efficacement contre la pluie, mais délétères en présence de condensation), il y a lieu d'interposer des épaisseurs entre celles-ci et la crête du mur (briques, éléments en bois...) de manière à user au moins un minimum de circulation d'air, ou d'utiliser un substrat capable d'absorber l'humidité éventuelle (toile de sac, sable ...).

Une solution qui n'est pas fréquente, mais qui est tout de même utilisée, est l'emploi d'éléments en pierres artificielles (un mélange de produits synthétiques additionnés de poussières provenant d'éléments lithoïdes semblables à ceux des murs sur lesquels ils seront posés) travaillés en coffrage ou galbés directement sur les maçonneries, et posés de manière à remplir tous les interstices et à couvrir toutes les surfaces.



Figure 8. Protection des crêtes en plaques de pierre profilées au théâtre de Verona

3.6 Pellicules

Associés aux enduits de mortier, on peut employer des badigeonnages d'asphaltes, de substances caoutchouteuses et similaires. Ils peuvent être posés (après un nettoyage parfait des surfaces) et éliminés plus ou moins facilement si la substance employée forme une pellicule qui ne se lie pas à la maçonnerie sur laquelle il est posé. Dans certains cas, il peut être utile d'adopter des solutions à partir de bandes plâtrées, mais qui doivent obligatoirement être protégées dans leur partie supérieure par une gaine ou par des couches de terre pour réduire les risques de contacts directs avec l'eau météorologique.

3.7 Sacs

Des petits sacs de jute ou similaires (éviter de préférence le plastique) remplis de terre peuvent être employés utilement pour protéger les crêtes des murs et les fronts de fouille et pour assurer une "recharge" efficace des maçonneries et/ou des terres sous-jacentes, surtout dans le cas de fouilles exécutées sur un seul côté du mur. Parfois, les sacs ont servi à couvrir de vastes surfaces. Dans ces derniers cas, il a été utile de superposer au substrat de sacs de la terre tassée (et éventuellement semée). Dans les milieux particulièrement durs du point de vue météorologique, on peut utiliser deux strates de sacs superposées, dont celle du haut en toile imperméable.



Figure 9. Protection des surfaces d'une fouille archéologique avec des sacs

3.8 Mottes de gazon

Un coussin de terre semé de plantes à racines à trame serrée crée un substrat de protection contre les eaux météoriques et assure en même temps une bonne isolation de la partie haute de la bâtisse. La crête du mur peut être éloignée de la motte de gazon en interposant un substrat isolant (feuilles de bitume par exemple, ou léger substrat de mortier) ou une gaine anti-racine.

Des expériences montrent que l'emploi de mottes et de plantes grasses surtout, y compris dans des zones fondamentalement arides, peut contribuer à réduire les risques de variations thermohygrométriques locales très brusques, et assurer l'humidité nécessaire pour que la terre/le mortier d'interconnexion ne sèche pas, ce qui entraînerait le "détachement" des éléments d'appareillage, et l'expulsion des parties. La solution qui repose sur l'emploi de mottes de gazon peut être avantageuse aussi pour des traitements de protection périodiques, avec des mottes de pépinière convenablement préparées. L'emploi du végétal pour compléter les parties manquantes d'une muraille (suivant les propositions formulées par G. Boni au début du siècle) ne semblent pas avoir eu beaucoup de succès, malgré celui de l'aménagement des jardins. Notre recherche tente d'explorer les emplois possibles d'essences végétales (pelouses, haies et arbres) à la place des pierres et du béton, et d'en évaluer les aspects principaux: efficacité de l'intégration des lacunes et achèvements des parties manquantes, réversibilité, possibilité de reconnaissance, incidence écologique, efficacité de la simulation et de la didactique. Sans compter l'importance des aspects dynamiques en rapport avec la forme des essences végétales, ainsi que le contrôle de leur développement dans le temps. L'entretien systématique et répété dans le temps, déjà délicat dans le cas de maçonneries traditionnelles, présente des connotations particulières dans le cas d'architectures végétales, tant pour leur installation que pour leur gestion. Notre recherche a pris en considération le problème de l'applicabilité d'architectures végétales dans les cas considérés comme courants, et dans les cas où les conditions environnementales et l'état des bâtiments peuvent se considérer comme extrêmes.



Figure 10. Projet d'intégration des murs en *opus quadratum* avec des haies

REFERENCES

- BONI G. (1913). La conservazione dei ruderi e degli oggetti di scavo. Primo Congresso degli ispettori onorari dei monumenti e scavi (Roma 1911), in « Bollettino d'Arte », VII fasc. VII.
- MARINO L. & GAUDIO R. (1997). Integrazioni reversibili nel restauro archeologico e l'uso del verde. In Segarra Lagunes M.M. (ed.). La reintegrazione nel restauro dell'antico. La protezione del patrimonio dal rischio sismico. Actes du Congrès Arco (Paestum 11-12 aprile 1997), Roma, pp. 301-308.
- MARINO L., GAUDIO R. & DE CARIA T. (2003). La conservation par le végétal. Fiabilité didactique et réversibilité, in INP. Vestiges archéologiques en milieu extrême. Actes du Congrès (Clermont-Ferrand, 3-5 octobre 2000), Paris, pp. 192-207.
- MARINO L. (2005). Un'idea di Giacomo Boni : l'uso del 'verde' nel restauro di edifici allo stato di rudere. In Cresti C. (ed.). Archeologia e restauro, 1-2, Firenze, pp. 28-37.
- MARINO L. (2005). Edifici allo stato di rudere. La protezione delle creste. In Binda L. (ed.). Dalla conoscenza e dalla caratterizzazione dei materiali e degli elementi dell'edilizia storica in muratura ai provvedimenti compatibili di consolidamento. Actes du Workshop (Milano 16-17 décembre 2004), Milano, pp. 39-43.

MILI

CONNAISSANCE EST CRITERE DE CHOIX PROJETUEL POUR L'HABITAT DISPARU DE LA SARDAIGNE

Silvia MOCCI

Département d'Architecture, Université de Cagliari, Italie. Piazza d'Armi 16, 09123 Cagliari.
smocci@unica.it

RESUME : La contribution se lie aux thèmes de réhabilitation du bâtiment traditionnel de base prémoderne, dans les termes dans lesquels, avec grande attention il se considère toujours la nécessité d'une intervention attentive de valorisation ambialement compatible des contextes historiques plus petits.

L'étude s'adresse à un modèle d'habitat disparu du Sulcis, en Sardaigne. Ce territoire, caractérisé par une basse densité, il comprend un réseau entier de *medaus* ou *furriadroxius*, formes d'agrégation élémentaire constituées par peu unités de habitation autosuffisantes.

Les *medaus*, nés comme formes d'installation temporaire, endroits d'arrêt et refuges utilisés pendant les périodes de la transhumance, par la suite ou presque contemporainement devenues demeures stables pour la défense et l'exploitation des ressources agricoles, aujourd'hui ils prennent forme comme potentiels porteurs de significations innovants et de manières d'habiter.

Avec une méthodologie analytique qui privilégie l'étude, la découverte des raisons de l'installation, de ses modèles de développement et accroissement, des installations typologiques, des caractères et des techniques constructives, on veut approfondir la connaissance de ce patrimoine architectural, donc réfléchir (réfléter) sur les solutions et les critères du projet.

L'interprétation de la «cellule de habitation» archétypale, la manière avec laquelle celle-ci on lie avec le paysage en développant seconde un modèle d'agrégation pour juxtaposition linéaire, et le caractère profondément local et naturel des matériels de construction adresseront les choix du projet.

1. «L'HABITAT EPARPILLE DANS LE SULCIS : LES MEDAUS ET LES FURRIADROXIUS DE SANTADI ».

Cette contribution se place dans le cadre du programme de recherche scientifique de remarquable intérêt national inter-universitaire « Sauvegarde et mise en valeur de la construction de base et de l'architecture régionale : caractéristiques, techniques et typologies », sous la coordination nationale du Professeur Carlo Aymerich, Département/ Unité d'Architecture de l'Université de Cagliari.

Le territoire du Sulcis se trouve dans le côté sud occidental de la Sardaigne. Délimité à l'est par des reliefs qui n'atteignent pas mille mètres, il s'ouvre à l'ouest vers la mer, face aux îles mineures de Sant'Antioco et San Pietro.

C'est une des quatre zones situées aux sommets définis par le profil quadrangulaire de la Sardaigne, dont le modèle de structure d'établissement est caractérisé par l'habitat éparpillé.

Ce sont des territoires qui, pendant les siècles, ont eu en commun l'absence presque totale d'habitants permanents, où existait seulement une fréquentation occasionnelle des bergers de la Sardaigne des montagnes, qui s'y établissent avec les troupeaux pour la saison de la transhumance.

Mais le repeuplement dû à l'édification de centres ruraux pendant la deuxième moitié du XVIII^e siècle a donné lieu à un genre d'établissement stable qui, a commencé avec la construction de maisons isolées, qui a connu une évolution et parfois se transforment en entités sans noyau qui ont pris le nom de *medaus* et *furriadroxius* ; beaucoup d'entre eux ont gardé leur caractère éparpillé et à maille large du tissu originaire, d'autres se sont transformés en centres aux dimensions d'un petit village et dotés de services urbains, comme par exemple le cas de l'agglomération de Santadi, village de la zone du Sulcis caractérisée par la plus grande quantité d'habitats éparpillés édifiés municipalité en 1853.



Figure 1. Il territorio della Sardegna, individuazione dell'area oggetto di studio



Figure2. La rete dei Medaus del Sulcis

Actuellement dans le Sulcis la structure d'installation est constitué par l'implantation de base des *medaus* et des *furriadroxius*, maisons ou petites agglomérations isolées et éparpillées, dont la logique de construction est basée sur un modèle simple, la cellule du bâtiment, répétée et juxtaposée selon les nécessités conséquentes au développement du groupe familial et social.

Ces maisons- entreprises sont étroitement liées au groupe familial qui les habitent, en effet le patronyme du clan donne le nom à tout l'ensemble avec lequel encore aujourd'hui on peut les identifier : *is pisanus*, *is scanus*, *is langius*, ... ; ils naissent comme noyaux autonomes, espacé l'un de l'autre, résultat d'un modèle de gestion économique et d'espaces gouverné par l'individualité de la dimension familiale.

1.1 La structure d'établissement

La structure de l'habitat éparpillé du Sulcis, avec une particulière référence aux noyaux diffusés dans le territoire de la comun de Santadi, peut être décrite selon deux grandes groupes qui se rassemblent d'un côté en réseau qui organise une maille de *medaus* et *furriadroxius* selon une morphologie vallonnée, de l'autre en longues lignes d'installation de fond de la vallée.

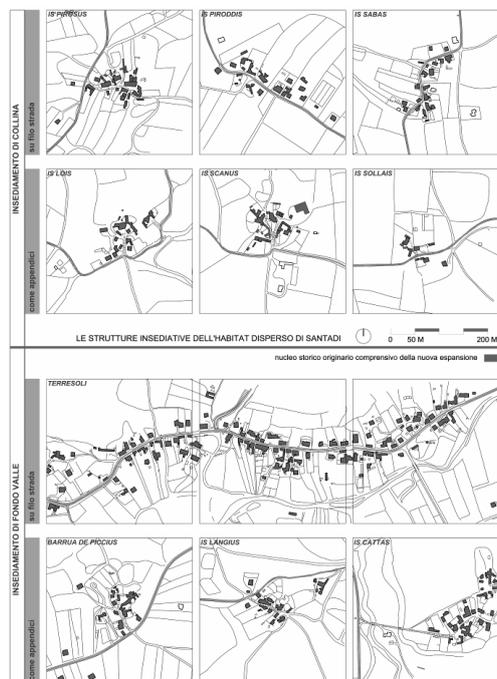


Figure 3. Abaco delle strutture insediative dell'habitat disperso

Le réseau de *medaus* sur un lieu vallonné est formé par des petits noyaux distants l'un de l'autre qui ne se dirigent vers les routes principales, mais toujours vers des routes secondaires selon deux modalités : le long du bordure de la route ou « comme appendices » avec une forme planimétrique en C qui accueille en son intérieur la fin d'une ruelle transversale à la route même.

Dans les zones du fond de la vallée se trouvent les mêmes modalités de développement de l'installation avec une constante plus marquée qui voit la construction se placer sur le bordure de la route en suivant le développement naturel de l'épine morphologique.

Dans les deux cas que ce soit la disposition sur bordure de la route que comme appendice de celle-ci, on préfère le placement sur parcours territoriales de liaison, choix probablement dicté par de précises nécessités d'économie des déplacements liés à des infra-structurations et des tracés déjà existants. De cette façon des véritables « petits centres de route » se forment.

Dans quelques cas seulement on préfère le placement sur la crête de colline et sur demi côte en défense de la région environnante. En raison de ces exceptions manquent les nécessités liées à la facilité des déplacements et à la moindre nécessité de socialité et de partage des espaces communs, alors que deviennent importants l'individualité et le sens de propriété.

L'adhérence au paysage se place comme élément fondant du construit, aussi bien sous le profil formel que de adaptation au site du point de vue physique et perceptif.

Les bâtiments ont toujours des profils bas qui n'atteignent que rarement deux niveaux ; les lignes qui signent la forme de la masse construite ont une composition de ruptures irrégulières et sont en accord et en symbiose avec les lignes orographiques.

Le non-incursion des *medaus* et des *furriadroxius* en outre est dû au fait que jamais le bâtiment ne représente un obstacle ou un élément de dérangement pour la vue des campagnes et de tout le paysage rural ; l'absence totale de prééminences et d'éléments physiques de différente échelle permet une perception unitaire de la scène visuelle.

1.2 Les genres de construction de l'architecture des *medaus* et des *furriadroxius*.

L'architecture *medaus* et des *furriadroxius* fonde son identité de construction sur l'élément de base de la *cellule de construction* dans l'enclos ; celle-ci représente le module de référence structural, la cellule de maçonnerie qui, réuni deux ou trois fois, va constituer les deux genres de construction de base : respectivement à structure planimétrique bicellulaire et à trois cellules alignés, tous deux développés sur un seul niveau.

Le caractère élémentaire et archétypal de la cellule de construction avec une majorité de plein et de fermé par rapport aux vides des petites ouvertures, donne origine à des corps d'usine à volumétrie essentielle, dépourvue d'articulations internes et d'éléments décoratifs externes, les formes sont élémentaires aussi bien dans le système de fermetures verticales que horizontales. Le fait que le mur prévaut sur le châssis représente un élément de forte identité sort de la culture de construction locale et représente en outre une référence du caractère méditerranéen de cette architecture.

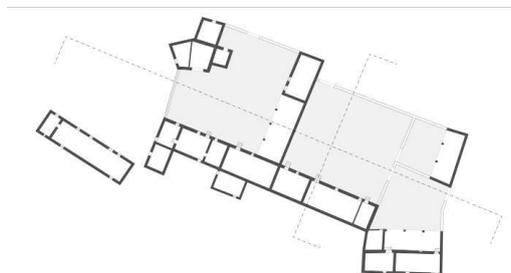


Figure 4. Medau nel territorio di Teulada, planimetria

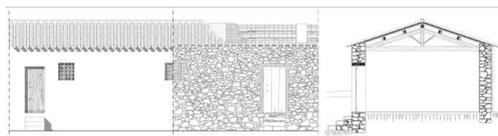


Figure 5. Medau nel territorio di Teulada, prospetto e sezione



Figure 6. Medau nel territorio di Teulada, vista della grande corte

Le genre bicellulaire que celui à trois cellules alignées se disposent dans le lot selon deux façons différentes, au centre et au fond du lot ou au bordure de la route, le placement par rapport à la propriété et les parcours de liaison représentent une variante fondamentale parce qu'ils déterminent deux façons de présider et de s'installer dans un territoire.

Le schéma fonctionnel et distributif de l'habitation est constitué dans le cas de la bicellule de deux pièces, la cuisine qui occupe la pièce d'entrée, la pièce à travers laquelle on accède à la cour située derrière, et une pièce destinée à plusieurs usages de comble (chambre, dépôt) ; le schéma du genre à trois cellules est de manière distributive symétrique par rapport à la cuisine, la pièce centrale, les deux pièces latérales en revanche sont destinées, comme dans le cas précédent, à des usages différents.

Les corps d'usine généralement à épaisseur simple ont couverture à deux pans de toiture de même inclinaison avec une bande de faîte selon la ligne directrice de développement du volume construit.

Le périmètre du lot qui marque la limite de la propriété par rapport aux zones publiques est généralement caractérisé par une enceinte haute de deux mètres environ, réalisée normalement avec un mur en pierres sèches ou plus simplement au moyen de haies.

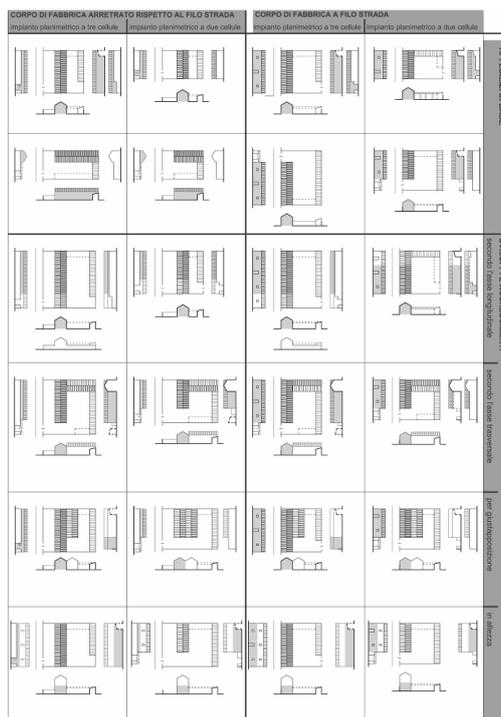


Figure 7. Abaco dei tipi edilizi dei Medaus del territorio di Santadi

La configuration actuelle de l'architecture des *medaus* et des *furriadroxius* dérive des rassemblements et des accroissements des types de bâtiment de base. Les modèles de développement, bien que donnant lieu à des configurations complexes et articulés résultent toujours reconnaissables et synthétisables en quatre modalités d'accroissement récurrentes:

- le long de l'axe de développement originnaire ;
- selon un axe orthogonale à l'axe de développement originnaire ;
- par juxtaposition d'un nouveau système de deux ou plus cellules alignées ;
- superposition partielle et totale en hauteur

Il existe aussi des formes plus articulées de développement des *medaus* dont le type élémentaire de base accroît selon des schémas apparemment irréguliers, mais qui en réalité sont toujours attribuables à des combinaisons de cellules de bâtiment.

Dans ces schémas d'organisation complexes, les corps d'usine occupent l'espace selon un nombre presque infini de variantes et, ensemble avec les enceintes, les fermes pour le refuge des animaux domestiques et les bâtiments complémentaires comme auvents et dépôts pour outils, forment des systèmes dont tous les éléments se rapportent entre eux de manière à former des espaces renfermés, des espaces de relation semi-publiques.

La variété de ces systèmes, tenant compte de la règle du rassemblement des cellules, naît de la volonté continuelle et spontanée d'adaptation à la spécificité du lieu et du contexte, par rapport à sa morphologie, aux différences de quotas, aux panoramas et à l'exposition.

Les mêmes développements et accroissement qui pendant des siècles ont gouverné la façon d'occuper le territoire, deviennent les principes pilotes qui doivent régler et définir les interventions de modification de l'existant ; ainsi qu'un tailloir des types historiques qui peut assumer une valeur de tailloir des solutions d'intervention, dans lesquels les « règles » sont dictées par l'existant.



Figure 8. Il Medau Is Cattas



Figure 9. La giustapposizione delle cellule edilizie, il Medau Is Pisanus

1.3 La modification

Le paysage d'habitat éparpillé du Sulcis est investi par de grands procédés de déchéance et de transformation dont les causes peuvent se référer à l'affaiblissement du lien biunivoque entre des communauté-territoire et des usages culturels qui gardaient vivantes les raisons de l'établissement rural.

Les altérations de ces rapports marquent des phénomènes de détachement des lieux et de déracinement territorial des communautés, en mettant en crise la compréhension et la reconnaissance historique-culturelle de l'architecture des *medaus* et des *furriadroxius*.

Les architectures des *medaus* et des *furriadroxius* se présentent aujourd'hui dans une forte condition de déchéance par rapport à leurs aménagement typologiques, les aspects de construction et leur configuration morphologique dans le contexte du paysage ; en outre ils comportent l'adoption de techniques complètement étrangères à celles locales, l'utilisation de matériaux et de langages incohérents avec les caractères du lieu.

À l'état actuel, la crise et les transformations du paysage du Sulcis attirent l'attention vers de modèles renouvelés de développement toujours liés aux identités locales ; l'habitat éparpillé du Sulcis se montre en mesure d'accueillir les « nouvelles fonctions » pour l'emploi culturelle, de perception renouvelée et compréhension du paysage.

La protection de ces lieux doit être considéré comme une tutelle vivante, elle doit être adressée aussi bien aux structures d'établissement, avec la réglementation des procès modificatifs d'accroissement et à la récupération de la construction, qu'à la sauvegarde des caractères identitaires des lieux.

REFERENCES

- AA.VV. (1982). *Le opere e i giorni*, Silvana Ed., Milano.
- AA.VV. (1984). *Sardegna, l'uomo e la pianura*, Banco di Sardegna – A. Pizzi, C. Balsamo.
- ANGIONI G. & SANNA A., (1988). *L'architettura popolare in Italia*. Sardegna, Laterza, Bari-Roma.
- ANGIONI G. (1976). *Sa Laurera*, Edes, Cagliari.
- BALDACCI O. (1951). *La casa rurale in Sardegna*, Hoepli, Firenze.
- GIOVANETTI F. (1997). *Manuale del Recupero del Comune di Roma*, DEI, Roma.
- GUIDONI E. (1980). *Architettura popolare italiana*, Laterza, Bari.
- LE LANNOU M. (1980). *Pastori e contadini di Sardegna*, La Torre, Cagliari.
- MURA G. & SANNA A. (1998). "Paesi e Città della Sardegna." *I Paesi* (Vol.I), Banco di Sardegna, CUEC Editrice, Sassari.
- NORBERG-SCHULZ C. (1979). *Genius loci*, Electa, Milano.

PUNGETTI G. (1996). Paesaggio in Sardegna. Storia Caratteri Politiche, CUEC Editrice, Cagliari.

SANNA A. (????). Caratteri tipologici e costruttivi dell'architettura tradizionale della Sardegna – Materiali per un manuale del recupero, Cagliari, CUEC Editrice.

ZERBI M.C. (1998). A cura di, Turismo sostenibile in ambienti fragili, Cisalpino, Bologna.

PATRIMOINE ARCHITECTURAL BERBERE ET ISLAMIQUE AU MAROC

Ali OUHMID

Bureau d'Architecture d'Ingénierie et d'Expertise immobilière Safaetudes. Marrakech, Maroc.
safaetudes@menara.ma

1. INTRODUCTION

Pour évoquer les caractéristiques fondamentales et relations Historiques qui relient le patrimoine architectural berbère et islamique au Maroc, je dois survoler les encyclopédies locales et mondiales en précisant que le monde est unanime sur ce qui suit :

Il y a eu métissage et brassage des locaux avec les orientalistes qui sont entrés par le sud d'abord puis par le nord pour enfin constituer une nation libyco- berbère.

Arrivée des Ethiopiens, des atlantes et des juifs adoptions d'une longue alphabet commune a tout le Maghreb, c'est le berbère et tifinagh qui ont régné en maître jusqu'au 8eme siècle.

D'après les récentes découvertes anthropologiques, l'homme préhistorique est présent sur le sol marocain depuis un million d'années. Et l'homme dit de Temara de même celui de tafoughalt, ne peuvent donc être que des berbères et les orientaux n'étaient pas nombreux ce qui prouve leur dissolution dans la population locale.

Puis ces données sont suivies par un vide total comme si les berbères n'écrivaient pas, a l'exception des gravures sur pierre et tombe ou sur la stelle de la déesse phénicienne Tanif.

L'histoire s'impose d'elle-même cette fois-ci en commençant par Taroudant, ville située a 100 Km d'Agadir. C'étaient disaient-ils la capitale d'un royaume chiite qui a vu la souveraineté des princes du désert (les Almoravides) des nomades venus de sud, puis celle des Almohades et enfin les mérinides, Au 18eme siècle, Taroudant devient un centre de résistants saâdiens contre les portugais à Agadir.

Le bronze est né a Taroudant ce qui implique un savoir et une technologie avancée.

2. PATRIMOINE AMAZIGH

a) Presque tout le patrimoine Amazigh est évoqué de manière plutôt touristique au lieu d'historique, héroïque, guerrière, géopolitique.

b) les citadelles, les ksours, les kasbah, et autres édifices portant l'empreinte Amazigh que l'on trouve dan la régions de Dadès, Ourzazate, vallée du Drâa, rif, de même que les remparts et murailles servant de défense des villes impériales contre les assauts ennemis attestent en fait d'une nation puissante, combattante et chaque édifice doit avoir une histoire extraordinaire relatant la gérance, l'autorité, la religion, la guerre , ces données n'ont pas été répertoriées convenablement et une grande partie de l'histoire du pays est resté obscure.

3. L'ARCHITECTURE A L'EPOQUE AMAZIGH

Il est connu que les seigneurs Amazigh utilisaient de la terre mélangée avec de l'eau suivant les dosages et les règles bien établies et qui ont permis a ces structures de traverser les siècles, parmi leurs caractéristiques :

- les tours décorés a chaque coin de la construction, leur emplacement aussi dans des endroits difficile d'accès, les tours de guet qui permettent de contrôler les espaces avoisinants ou d'envoyer des messages sonores ou visuels, des portes ornées et infranchissables aussi. On peut citer entre autres :
- Les murailles des villes comme Taroudant, Marrakech etc.....
- Les Zaouiïas, comme Sidi Hmad ou Moussa dans le sud etc.....
- Les kasbah's de Ourzazate et notamment celle transformé en studio universelle ayant permis la réalisation des plus prestigieux films du monde.
- Les ksours et kasbahs que l'on trouve un peu partout entre Dadès et tout le long de la vallée du Drâa.
- La kasbah Assif Melloul = colline blanche je pense.
- La kasbah de Tinghir.
- La kasbah d'Ait Ben Haddou.
- Chefchaouen, Chichaoua et Imintanout ont aussi en leur part de ce patrimoine.
- La région de Azilal, demnat, ait Toumlil, Tifaghine, Aflou, Fkhour, Amzilien, Ait Lhbouss retient particulièrement l'attention et parait encore a ce jour posséder non seulement un patrimoine architecturale large mais aussi le secret du savoir faire qui est encore vivant.

Notons tout de même que des centaines de ce patrimoine sont tombés en ruine et disparues avant l'indépendance.

Des chercheurs et éditeurs éminents n'hésitent pas a présenter les pyramides Egyptiennes comme découlant directement l'inspiration et du génie architecturale des berbères.

Ces tas de pierres sacrés de nos grands parents, servirent d'abord à marquer les emplacements des toutes premières sépultures sahariennes. En quelques lieux de forte sédentarisation ils se transformèrent assez rapidement en de vrais monuments funéraires, les fameux Idebans (pluriel d'Adebni), localisés principalement à Tin-Kawya, à Têtt et à Tin-Gherhoh. Les Idebans, à leur tour, en une lente émigration vers le nord, donnèrent naissance aux Tibazinin (pluriel de Tabazint), puis en fin aux pyramides égyptiennes et aux gigantesques tombeaux numido-mauritaniens dont deux beaux spécimens ont été assez bien conservés en Algérie,....

4. LES PROTOBERBERES

Les proto- berbères (G. Camps, 1995) de la protohistoire et de la très haute antiquité n'ont pas immigré en bloc vers le nord sous l'effet de la désertification.

S'adaptant progressivement au nouveau climat, ils ont imaginés des Igharman (pluriel de Ighram) aux murs épais faits de pisé, qu'ils implantèrent évidemment dans les seules zones demeurées habitables, à savoir les oasis, ce n'est donc pas par hasard que les Grecs donnèrent aux oasiens nord – africains les noms de garamantés, et qu'ils firent passer dans leur langue le mot égyptien whyt (La tribu enclavée) dont dérive directement wâcha en arabe et indirectement oasis en latin puis en français .témoin encore vivant du très lointain des garamantés l'oasis de Siwa connut son heure de gloire méditerranéenne.

Ajoutant également, que le génie des anciens Amazigh's déployé dans la construction des ksours, citadelles, kasbahs de même que l'irrigation et le transport de l'eau a été gardé secret....

Et peut il l'est toujours encore a ce jour. Le Maghreb était très convoité dans les anciens temps, et, sans ces forteresses, il était possible de disséminer les citoyens et prendre possession du pays.

Quelques uns considèrent que l'exploration du passé amazigh représenterait un danger, d'autre plutôt un adjuvant, mais une réalité émerge et s'impose, les arabes parait-il évitent tant que possible d'adhérer aux thèses évidentes et préfèrent l'omettre ou la combattre. Trois chercheurs indépendants, tentent de remédier à cet état d'esprit et combler cette lacune qui entache le passé berbère, le métissage et brassage des cultures dans le bassin méditerranéen. L'épopée arabe et juive qui en temps de l'Andalousie fournit une cuvée artistique prodigieuse est connue et relatée.

Les trois chercheurs s'accordent à reconnaître que les juifs s'intègrent facilement à toute société, cet aspect énigmatique leurs a permis de se trouver mêlés aux villageois et ruraux un peu partout au nord Afrique. Les leaders berbères Kahina, Massinissa, Kossaila, Jalout, Jogurta et autres ont souffert de cette censure et seul la reprise de Kérouan par Kossaila et la défense par Kahina d'Aurès font l'exception.

5. L'EPOQUE ISLAMIQUE

Les Idrissides la première dynastie Islamique au Maroc, fondée par Idriss Ibn Abdellah, ayant échappé à la guerre au moyen orient.

L'islamisation du Maroc était pénible plus de 50 ans de combat 640 à 710.

Les Almoravides (BRIGNON J. & al., 1967). Nomades berbères venus du Sahara 11eme siècle au nom de la foi ils s'emparent du pays et installent leur capitale a Marrakech. Ils porteront le combat jusqu'au Ghana, puis en Andalousie, d'abord comme invité, puis comme allié défenseur et finissent par sa domination.

Les Almohades ils sont issus de Tinmel (haut Atlas) suite à l'idéologie de Al Mahdi Ibn Toumert, cheval de bataille : pouvoie et islam (vers 1120), 17 ans de guerre avec les Almoravides, dominant et unifient la Tunisie, le Maroc et l'Andalousie.

Les Mérinides 1269, autres berbères qui gouvernent le Maroc pendant deux siècle.

Les Saâdiens Issus du Drâa, Sahara, guerriers féroces, l'on se souvient de la bataille des trois rois, du Portugal etc.... Les Alaouites qui ont pris la suite.

Et en ce qui concerne les trois dynasties : Almoravides, Almohades et Mérinides sont toutes d'origine berbères et ont pris naissance au Sahara ou dans l'atlas, Ils était maître du pays, organisés et politiciens, Ils ont défendu farouchement l'Islam et tout leur comportement politique et guerrier trouve son énergie dans cette religion.

Les Idrissides se sont alliés en premier lieu aux berbères pour dominer le Maroc et instaurer L'Islam. Sans le consentement de ces derniers, les Idrissides ne pouvaient étendre leur pouvoir sur le maroc.

Quelques historiens parlent des berbères mais sans donner de détails, puisque on remarque que les dynasties suivantes ont toutes étaient berbères.

Depuis des siècles, le Maroc constitue un sujet privilégié pour de nombreux peintres, cinéastes et musiciens occidentaux. Au milieu du 19^{ème} siècle le peintre romantique français Eugène De La Croix esquissa les unes après les autres des scènes marocaines exotiques. Durant les jours de gloire hollywoodiens aussi, le Maroc fut un invité apprécié : d'abord dans « Maroc » avec Mariéne Dietrich mais surtout dans « Casablanca » de 1945.

6. L'ART MAROCAIN

Alors, L'art marocain dans son ensemble est une synthèse originale des influences amazigh, Andalouse et orientale. Les artistes excellent en gravures sur bois et peinture sculpture du marbre, céramique polychrome et sculpture en plâtre.

Comme tout art Islamique il est fortement imprégné du religieux : tout réside dans le signe « Allah » les représentations humaines, animales, et végétales étant interdites par le coran, l'art Islamique a donc développé des formes de décoration géométriques et abstraites magnifiquement stylisées.

L'art antique retrouvé au Maroc est constitué de gravures rupestres préhistoriques du haut et de l'Anti – Atlas, Elles remontent à environ 4500 ans avant le présent (A. Rodrigue, 1999) .Dans les sépultures rupestres, on a gravé de nombreuses figures géométriques et on a trouvé des haches de poing.

7. L'EPOQUE ROMAINE

Concernant l'occupation romaine, c'est volubilis qui présente le plus grand intérêt. On peut y visiter des vestiges d'arcs de triomphe, de thermes et d'habitations et des sols en mosaïques foret bien conservés.

Les bâtiments sont le domaine le plus impressionnant dans l'art Islamique. L'architecture religieuse est dominée par la mosquée.

La mosquée comprend une cour carrée entourée de bâtiment, avec généralement, coté jardin, une galerie supportée par des colonnades, l'espace réservé à la prière est une salle carré ou rectangulaire. Une niche (mihrab) est creusé dans le mur dirigé vers la Mecque (kibla), lord de la prière du haut de la chaire (minbar) l'imam lit un extrait du coran, du coté opposé au mihrab, une tour (minaret) d'où, 5fois par jour, le muezzin appelle à la prière . Dans la cour d'entrée on trouve généralement une fontaine ou les croyants peuvent se purifier avant de pénétrer dans l'espace de prière.

8. LE PATRIMOINE ARCHITECTURAL HISTORIQUE DU MAROC

Le patrimoine architectural du Maroc est très riche et très diversifié. Les différentes dynasties qui s'y sont succédées depuis le 9^{ème} siècle ont toutes connu de grands bâtisseurs qui y ont laissé leur empreinte. La plupart d'entre elles ont fondé des villes. Fès al Bali (Fès ancienne) fut fondée en 8^{ème} siècle par les Idrissides, Marrakech au 11^{ème} siècle par les Almoravides, rabat au 12^{ème} siècle par les Almohades, Fès djedid (Fès la neuve) au 13^{ème} siècle par les mérinides. Ces deux dernières dynasties ont été les précurseurs d'une période florissante pour l'architecture mauresque et les arts plastiques (style mozarabe).

La plupart des mosquées que l'on peut admirer sont relativement sobres à l'extérieur. Le portail d'entrée central est décoré, les minarets sont ordinairement de style carré et plus robuste.

Un autre bâtiment religieux important est la médersa, école où l'on enseigne la théologie et le droit Islamique. Vu que beaucoup de ces furent édifiées par des sultans elles sont souvent richement décorées.

Les éléments décoratifs les plus remarquables sont les chapiteaux et les arcades : des mosaïques, des arabesques et calligraphies mauresques et coufiques voisinant avec des décors en stuc et des faïences murales.

Dans l'architecture profane la réalisation la plus importante de l'architecture musulmane est l'Alcazar palais du souverain, plus tard, l'architecture marocaine se manifestera par de nombreux remparts, casbahs et mausolées. Les kasbah sont des palais fortifiés.

Chez les berbères, elles se composent de constructions en pisé hautes de 4 étages, comprenant 4 tours d'angle renflées et décorées de motifs géométriques simples. Elles peuvent servir de bastion, d'habitation familiale ou d'entrepôt.

A première vue, la ville musulmane traditionnelle présente un aspect très chaotique avec ses enchevêtrées et les petites rues qui la traversent, la réalité est bien différente, Elle répond, au contraire à un plan précis qui met en lumière la hiérarchie entre les différents groupes de la population. La mosquée constitue le cœur de cet ensemble. A proximité, se trouvent les médersas et le souk des libraires. Les autres professions se regroupent autour de ce noyau dans des secteurs bien délimités et ordonnés, du plus prestigieux (par exemple le souk de tisserands) au moins prestigieux (par exemple le souk de tanneurs).

Chaque quartier connaît une relative autonomie et comprend un espace commun avec sa fontaine, son marché, son hammam et quelques épicerie, les maisons bâties autour d'un patio, protègent la vie privée du regard extérieur.

Partout au Maroc, l'artisanat d'art se trouve à l'avant plan. La poterie surtout représente un patrimoine très riche (AMAHAN A. & al., 1999)., les tableaux présentent des fleurs et des arabesques monochromes le plus souvent bleues ou polychromes dans des teintes bleue, verte, brune ou jaune, traditionnellement, il existe quatre centres d'artisanats importants :

1. Wadi lan à l'extrême – nord se caractérise par sa riche argile rouge, la poterie n'est pas glaçurée est utilisée pour les plats de cuisson, les lampes à huile et les brûleurs à charbon de bois.
2. sur les rives de Abou Reg Reg on fabrique une grande variété de céramique, le style fortement influencé par la colonisation française a un aspect plus moderne.
3. À Safi bon produit des poteries d'argile jaune particulièrement décoratives avec de belles lignes noires élégantes sur des glaçures de couleurs turquoise.
4. La poterie de Fez (le bleu fukhari typique ou bleu de Fez) est certes la plus renommée, il s'agit d'argile blanche cuite sur laquelle des décors sont peints en bleu.

Les autres artisanats sont aussi plus diversifiés au Maroc : tapis colorés (Rabat) cuir marocain (Meknès), tissus de laine ou de soie (Fez), bijoux d'or ou d'argent, armes, poignard à lame recourbée (Tiznit)....

CONCLUSION

Si l'histoire Amazigh et l'évolution dans le temps de leur patrimoine culturel, linguistique et architecturale renferme beaucoup de zones d'ombres c'est en parti de leur faute au de leurs querelles et conflits internes, car l'on vient bien que se sont les dynasties berbères qui ont régnées sur le Maghreb.

Alors que, L'Islam est une religion d'origine arabe qui a son tour un apport multiculture et qui a enrichie le patrimoine Amazigh, certes mais se sont les berbères qui l'ont instauré, généralisé, et défendu.

REFERENCES

AMAHAN A. & AMAHAN C.C. (1999). Arrêts sur sites. 225 p., édition Le Fennec, Casablanca, Maroc.

BRIGNON J., AMINE A., BOUTALEB B., MARTINET G., ROSENBERGER B. & TERRASSE M. (1967). Histoire du Maroc. 415 p., édition Hatier.

CAMPS G. 1995). Les berbères ; mémoire et identité. Edition errance, 260 p.

RODRIGUE A. (1999). L'art rupestre du Haut Atlas marocain, L'Harmattan, 420 p.

L'ARCHITECTURE RURALE DANS LES ENVIRONS DE MARRAKECH

**Khalid RKHA CHAHAM, Mounsi IBNOUSSINA, Naoual GAMRANI
Ali BAJJA & E.M. AARAB**

Université Cadi Ayyad, Faculté des sciences-Semlalia, BP 2390, Marrakech, Maroc.
rkha@ucam.ac.ma

RESUME : La diversité géographique et géologique qui caractérise la région de Marrakech se traduit par une grande variété architecturale de l'habitat rural, imposée par l'environnement culturel, climatique, socio-économiques et surtout géologique. L'Homme adapte son habitat et sa façon de le construire aux produits naturels qu'il peut puiser dans son voisinage immédiat. Si le pisé est le matériau de base utilisé dans la plaine, la roche dure, métamorphique, magmatique ou sédimentaire, est largement exploitée dans les horsts rocaillieux des Jbilet et des Rhamnas ainsi que sur le flanc nord de l'Atlas. Ni le débitage des pierres, ni leur dureté n'ont rebuté les bâtisseurs qui ont toujours su tirer parti des roches qu'ils avaient arrachées au sol. Les deux exemples choisis pour illustrer les propos de cet article se situent dans la plaine de Tensift, à la périphérie nord de Marrakech, ainsi que dans le massif des Rhamnas à environ 80 Km au NE de la ville rouge.

MOTS CLES : Architecture, Pisé, Marrakech, Métamorphique, Magmatique, Sédimentaire.

ABSTRACT: The geographical and geological diversity that characterizes the region of Marrakech results in a large architectural variety of the rural habitat imposed by the cultural, climatic, socio-economic and especially geological environment. People adapt their technique of building with the natural products which they can occur in their immediate environment. If the soil is the essential material used for building in the plain, the hard, metamorphic, magmatic or sedimentary rocks, is exploited extensively in the stony horsts of the Jbilet and the Rhamna as well as on the north flanks of the Atlas massifs. Nor the splitting and the toughness of stones didn't rebuff the builders, who knew how to use perfectly these rocks that they had taken from the ground surface. The two chosen examples to illustrate the subjects of this paper are located in the plain of Tensift, to the north boundary of Marrakech city, as well as in the massif of the Rhamna situated 80 Km far to the NE of the red city.

Key Words: Architectural, Soil, Marrakech, Metamorphic, Magmatic, Sedimentary.

I. INTRODUCTION

La région de Marrakech se caractérise par sa grande diversité géographique associant des plaines fluviales, de la moyenne montagne, représentée notamment par les horsts hercyniens des Jbilet et des Rhamnas, ainsi que de la haute montagne avec le domaine alpin du Haut-Atlas occidental (fig.1). Cette diversité se retrouve forcément dans l'habitat rural qui montre une belle variété de types architecturaux, imposée par l'environnement culturel, climatique, socio-économiques et surtout géologique. L'homme adapte son habitat et la manière de le construire aux matériaux de construction disponibles dans son environnement immédiat et ni le débitage des pierres, ni leur dureté ne l'ont rebuté à tirer parti des roches qui l'entourent.

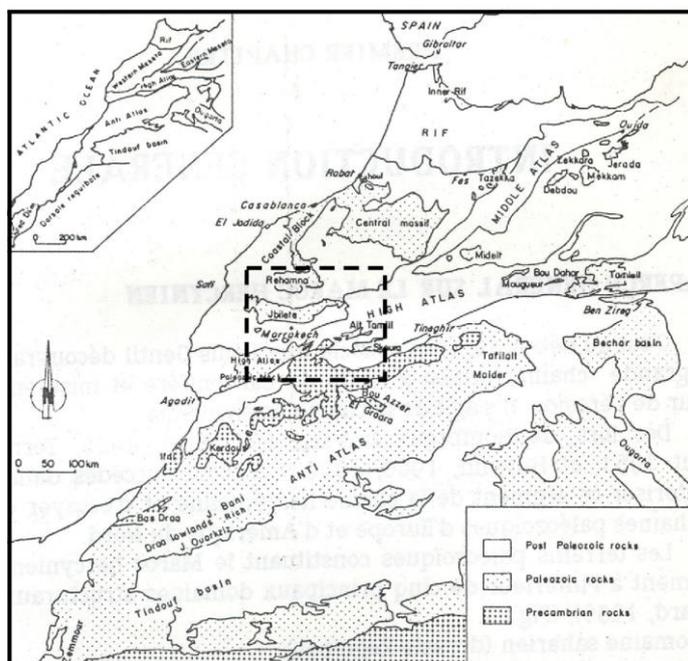


Figure1. Localisation de la zone d'étude (traits discontinus) avec individualisation des trois composantes du paysage géographique et géologique : la plaine, les horsts hercyniens et le domaine alpin du Haut-Atlas.

Pour illustrer cette diversité nous avons examiné l'habitat de deux sites : **i-** la plaine du Tensift où le pisé est la matériau de construction le plus adopté, **ii-** les horsts rocaillieux qui affluent au niveau des massifs des Jbilet et des Rhamnas avec la pierre comme outil de base.

2. L'HABITAT DANS LA PLAINE

Le secteur étudié se situe dans la plaine fluviale de l'oued Tensift qui passe à 5 km au nord de Marrakech, en plein milieu de la palmeraie almoravide qui ceinture la ville. Les constructions sont exclusivement en pisé, associant la technique des murs en adobe et en terre banchée (Planche 1, Ph.3 et 4). Le sol, puisé sur place, est utilisé sans tamisage avec adjonction de fibre végétale et plus rarement de chaux (Planche 1, Ph.2). Ces ajouts seraient utilisés par les artisans pour répondre à une déficience de cohésion en relation avec la nature du sol. Dans ce sens, les analyses granulométriques (Tabl.1 et Fig.1) que nous avons réalisées sur des échantillons de sol prélevés dans la plaine, ont révélé justement une composition granulométrique qui nécessite un renforcement de la cohésion du pisé si l'on souhaite améliorer ses caractéristiques et notamment sa résistance à l'effritement. En effet, la composition du sol dans les environs de Marrakech est marquée par une forte abondance de la fraction grossière, comprise entre 68 et 74%, par rapport à une fraction argileuse ($\varnothing < 2 \mu\text{m}$) variant entre 3 et 10%. Cette dernière semble donc trop faible pour assurer la cohésion des particules grossières qui forment le squelette du pisé. Celui-ci adhérerait mieux si le sol présentait plutôt un pourcentage de fraction argileuse compris entre 15 et 25% (Cra-Terre, 1989 et magazine C.S.T.B. n° 19, 1983).

Référence	Graviers $20 < \phi < 2$ (mm)	Sables grossiers $2 < \phi < 0.2$ (mm)	Sables fins $0.2 < \phi < 0.08$ (mm)	Silts et argiles $\phi < 80$ (μm)	Argiles $\phi < 2$ (μm)
Ech. 1	23	25	20	32	3
Ech. 2	48	16	10	26	8
Ech. 3	24	28	18	30	10

Tableau 1. Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques de 3 échantillons de sol

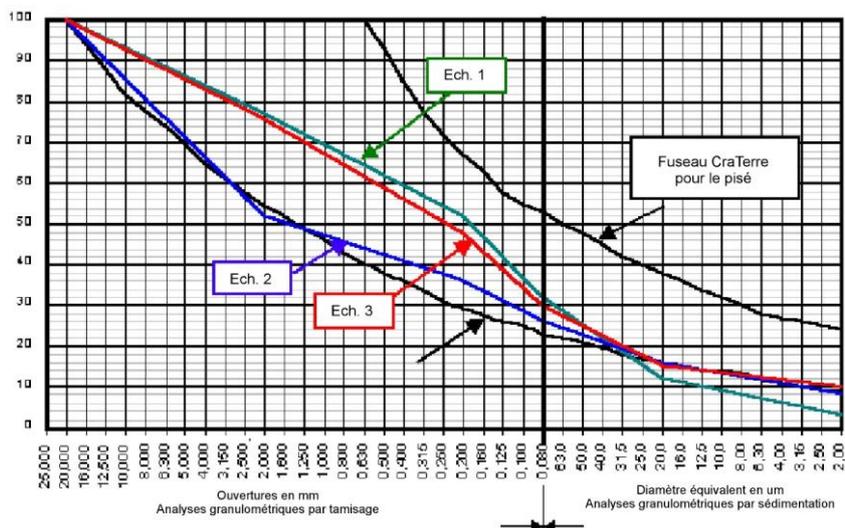


Fig. 2. Courbes granulométriques de 3 échantillons de sol de la plaine

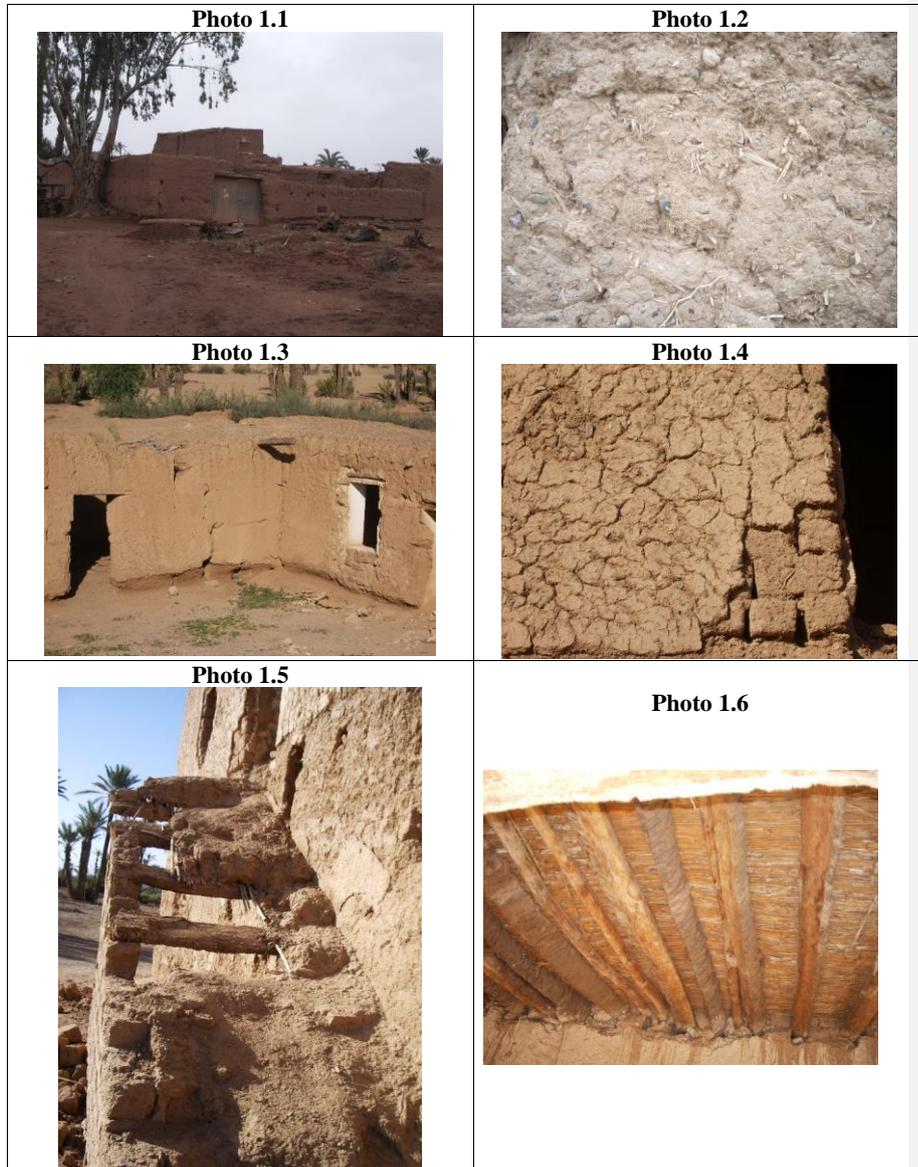


Planche 1. Photos des battisses rurales de la palmeraie de Marrakech

Sur le plan architectural, il s'agit en général de demeures à un ou deux niveaux (Planche 1, ph.1), de forme carrée, conçues pour abriter la famille et son cheptel. Cette double fonction, détermine une grande diversité au niveau du mode d'agencement et d'articulation des espaces et volumes. La conception est généralement rudimentaire et les maisons ont tendance à se dégrader très rapidement en raison de la négligence par les constructeurs de certains éléments fondamentaux d'une bâtisse. Ceux-ci semblent en effet ne pas accorder beaucoup d'importance à la fondation qui, outre sa fonction de répartition des charges, permet également de protéger les murs contre les remontées capillaires et les eaux de ruissellement (Planche 1, Ph.3). Les murs sont de ce fait fortement dégradés et fragilisés à leur base. On note également la fragilité des baies et autres ouvertures qui rompent assez souvent en raison de l'usage comme linteaux de bois fragile de palmier couplé à l'absence d'arcs de décharge. Quand aux toitures, les artisans utilisent des traverses de bois de palmier, recouvertes de panneaux de roseaux, puis d'une couche de 10 à 15 cm de pisé à texture grossière (Planche 1, Ph.5 et 6). Elles ne montrent généralement pas de prolongement pouvant faire office d'auvent en saillie qui protégerait la façade et son parement contre l'action des pluies (Planche 1, Ph. 3).

3. L'HABITAT DANS LES HORSTS ROCAILLEUX

Dans les zones rocailleuses des Rhamnas et Jbilets, les formations géologiques sont au contraire très diversifiées. On y trouve des schistes, des calcaires, des conglomérats, des granites etc... Les autochtones adaptent leurs procédés de construction à chaque type de roche en faisant appel des fois à des procédés de construction très élaborés dont la diversité, l'originalité et l'ingéniosité méritent d'être soulignées. L'exemple que nous développons dans cette note est celui observé dans le village de Oulad Slimane, situé à 80 Km au NE de Marrakech. Les roches qui y affleurent sont des conglomérats dévoniens qui ont été entraînés dans les grands chevauchements N-S qui traversent le Horst des Rhamnas. Ces roches, initialement constituées de galets sphériques, sont actuellement affectées par une déformation profonde matérialisée par un changement de la forme de ces derniers qui prennent une allure de cigare (Planche 2, Ph.1 et 2). La forme étirée de ces galets ($4 < L/l < 8$), ainsi que l'orientation de leur grand axe matérialise le mouvement important le long de ces accidents. Les autochtones les utilisent de manière crue, soit en maçonnerie sèche pour les murs d'enclos et les bergeries, soit cimentés avec un mortier de terre pour les parties habitées (Planche 2, Ph.3 et 4). Malgré la simplicité des édifices, chaque demeure possède son cachet propre souligné par l'arrangement et la disposition des pierres au niveau des murs (Planche 2, Ph. 5) mais surtout par le style d'arcade et le soin ornemental apporté (Planche 2, Ph.6, 7 et 8).

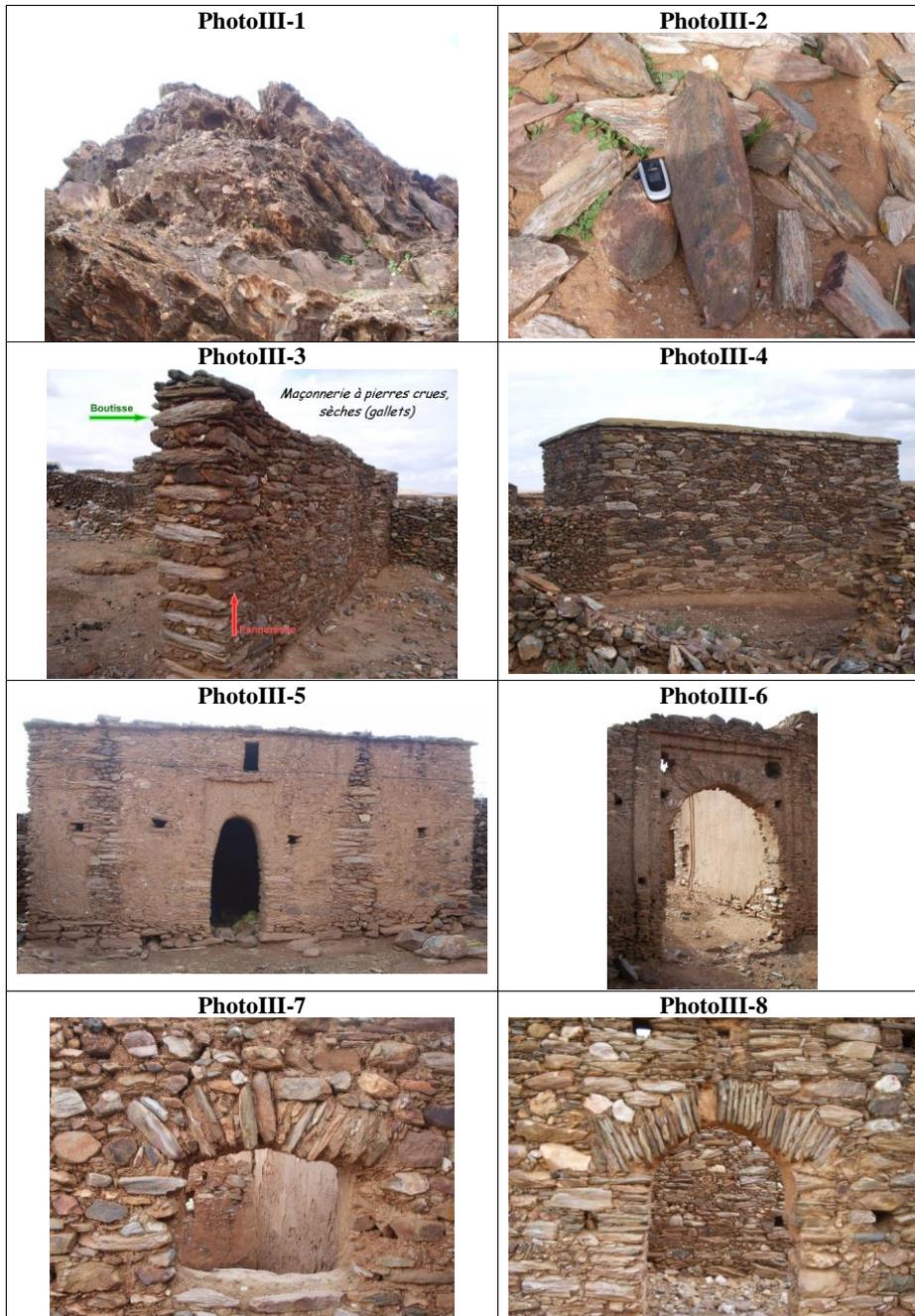


Planche 2. Photos des battisses du village de Oulad Slimane à 80 Km au NE de Marrakech
REFERENCES

- ALEGRIA J.M. (1996). Bâtir en terre 95 au Portugal et au Maroc. Revue marocaine de génie civile; 64: 55p.
- BERNICH M. (2001). La construction en terre : Essais d'identification des sols. Publication de l'institut Terre, E.R.A.C. Tensift, 59 p.
- Houben H. & Guillaud H. (1989). CRA-Terre – traité de construction en terre- Encyclopédie de construction en terre. Editions parenthèses, Marseille. Volume I, 353p.
- IBNOUSSINA M. (2005). Apport de la géotechnique à la caractérisation des matériaux des sites historiques et dans l'analyse des sites géologiques instables. Habilitation universitaire, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 2005.
- LASSURE Ch. (1977). Essai d'analyse architecturale des édifices en pierre sèche', in "L'Architecture Rurale en Pierre Sèche", suppl. No 1, pp. 1-27 et 36-60 (Paris: CERAPS)
- NGOCLAN T. & BARBARAS R. (1982). Essais granulométriques rapide pour sols peu argileux et granulats. Bull. Liaison Labo. P& Ch.- 120- réf. 2730, p.40-47.
- OBEREINER J.L. (1977). Eléments pour servir à l'étude statique des voûtes de pierres sèches à encorbellements', in "L'Architecture Rurale en Pierre Sèche", suppl. No 1, pp. 28-36. Paris : CERAPS.
- PHILIPPONNAT G. (1979). fondations et ouvrages en terre. Edition Eyrolles, 393 p.
- RIVIERE A. (1977). Méthodes granulométriques Techniques et interprétations. Edition Masson, 170 p, Paris.

PARTIE 2
MATERIAUX : CARACTERISATION ET RESTAURATION

MAX SCHVOERER

UTILISATION DU PLÂTRE DANS L'ARCHITECTURE RURALE, DANS LE SUD DE LA FRANCE, LE RIF ET LE HAUT-ATLAS MAROCAIN

Philippe BERTONE¹

¹Entreprise de restauration « les Ateliers du Paysage ». philippe.bertone@free.fr

RESUME : Descriptif de différentes opérations de productions et d'utilisations du plâtre en milieu rural, dans le sud de la France, ainsi que dans le Rif et le Haut-Atlas Marocain.

ABSTRACT: Detailed description of different operations of productions and uses of the plaster in rural country, in the south of France, as well as in Rif and High Moroccan Atlas.

MOTS CLEFS : Plâtre paysan, Gypse, Four, Broyage, Enduits, Décors, Maçonnerie

1. INTRODUCTION

De nombreux sites archéologiques du Proche Orient, ont révélé l'utilisation du plâtre, le plus ancien liant calciné, dans la seconde moitié du VII^e millénaire avant J.-C. Bien avant la chaux, il fut utilisé pour la réalisation d'enduits muraux et de sols, ainsi que pour fabriquer matériels, mobiliers et vaisselles. Il sera ensuite utilisé abondamment d'abord dans la civilisation mésopotamienne et égyptienne, en enduit et liant, dont le plus bel exemple reste les pyramides qui sont hourdées au plâtre, puis dans la civilisation Mioenne avec Cnossos 4000 ans avant J.-C. Le monde romain le diffusera ensuite sur tout l'empire et son utilisation sera généralisée durant les époques Byzantine et Islamiques. C'est tout naturellement que son utilisation sous des formes très variées, perdurera jusqu'à nos jours.

Dans le paysage, le gypse, roche à partir de laquelle est fabriqué le plâtre par calcination, est facilement identifiable. Sa faible dureté, 2 sur l'échelle de Mohs, empêche toute fixation de couvert végétal. Sa richesse de cristallisations et de couleurs le rend encore plus visible. Allant du blanc saccharoïde au rouge le plus foncé, passant par les verts et les gris, il donne après cuissons des plâtres colorés naturellement. Les gisements et affleurements concernés par cette communication sont d'origine Triasique. Ils ont subi de nombreuses perturbations tectoniques les rendant rubanés et mêlés de terre, d'argile et de calcaire.

2. UTILISATION DU PLÂTRE DANS L'ARCHITECTURE RURALE

2.1 Cas de Sud de la France : Région de Provence

En Provence comme au Maroc, tant en milieu rural qu'urbain, le plâtre sera utilisé en enduit intérieur, sol coulé sur solives bois, enduits extérieurs et maçonnerie. En Provence, dans les architectures à pans de bois, il est aussi utilisé par coulage, entre 2 banches, où seront jetées pêle-mêle des pierres. Il donnera des enduits d'une grande richesse chromatique allant du beige au rouge en passant par les roses. Son abondance de couleur provient aussi du type de cuisson, de température, et du défournage.

Pour la réalisation du plâtre « paysan », en milieu rural, les fours, de types intermittents, sont de réalisations très sommaires. Une simple enceinte de moellons hourdée au plâtre, d'un diamètre allant jusqu'à 2m de diamètre et d'une hauteur de 1,5m environ, permet la réalisation de fournée d'environ 1 M 3 de plâtre broyé (1 tonne). La cuisson est assurée par du bois inséré

au fond du four sur lequel est déposé le gypse. La température dans ce type de four excède rarement les 500°C. Au préalable, l'extraction du gypse est le plus souvent réalisée par collecte des éléments délités en surface, réduits en blocs plus facilement transportables à dos d'animaux.

Le défournage commençant par les blocs supérieurs, le plus souvent incuits, se finit par les blocs surcuits dans le fond du four mélangés à la cendre du bois de cuisson. Ces différents blocs de plâtre, contenant impuretés et cendre, confèrent aussi aux enduits différentes couleurs, allant jusqu'au gris.

Le broyage est réalisé par des outils à percussion lancée, de type pilon, masse, dame, ou en Provence, par moulin à sang composé d'une meule et d'une aire de broyage circulaire. Le plâtre est ensuite tamisé grossièrement et mis dans des récipients pour une utilisation rapide.

2.1 Cas des régions du pré Rif et du Haut Atlas au Maroc

Pour la réalisation du plâtre artisanal, fabrication qui perdure encore au Maroc, les fours sont cylindriques, d'un diamètre de 2,5 m et d'une hauteur d'environ 4m. Le remplissage s'opère de la manière suivante : Mise en place d'un tas de bois d'une hauteur de 2m, puis réalisation d'une voûte en bloc de gypse, ce tas de bois servant de coffrage, puis comblement jusqu'en partie haute du four avec des blocs de gypse jetés en vrac. Après allumage du bois, la voûte reste en place et permet de réalimenter le four en bois durant plusieurs heures pour une calcination complète du gypse. Le défournage s'opère en brisant la voûte et en sortant les blocs de plâtre par l'orifice d'admission du bois. Ces fours permettent de fabriquer des volumes de plâtre d'environ 6 m³ (6 tonnes). Les fours sont souvent au nombre de 3, pour la rotation des opérations de production : Un four est en remplissage, le deuxième en cuisson, le troisième en défournage.

Le broyage est réalisé par des broyeurs mécaniques à marteaux entraînés par des moteurs thermiques, puis mis en sacs manuellement.

Ces plâtres artisanaux serviront le plus souvent pour la réalisation de décors de plâtres ciselés, ainsi que comme enduits.

Pour le plâtre « paysans », la facilité d'adhérence du plâtre sur de nombreux supports permet de généraliser son utilisation sur la totalité des bâtis. Architecture de terre, pisé ou adobe, au Maroc, architecture de moellons hourdés au plâtre ou à la terre, architecture de pans de bois, en Provence sont les principales surfaces utilisables pour les enduits plâtre. Pour les sols, la terre battue ou les solives de bois sur poutres sont mises en oeuvre pour couler le plâtre liquide. Il sera parfois utilisé pour réaliser des aires de dépiquetage des céréales en extérieur.

A Taïnest, dans le Pré-rif Marocain, les murs de terre intérieurs et extérieurs sont parfois recouverts d'un badigeon de plâtre qu'il faut renouveler tous les ans. Dans le cas des crépis de plâtre, les outils les plus rudimentaires sont utilisés : La truelle et, le plus souvent, les mains pour appliquer et lisser l'enduit.

Dans le Haut-Atlas Marocain, les fours peuvent être réduits à leur plus simple expression puisqu'une simple dépression dans le sol permet d'y déposer quelques branchages en vrac et par-dessus quelques blocs de gypses, puis d'enflammer le bois.

**THE MINERALOGICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE
EARTH UTILISED IN THE EARTHEN BUILDINGS
SITED IN THE DRÂA VALLEY (MOROCCO)**

Eliana BAGLIONI ¹, Fabio FRATINI ², Luisa ROVERO ¹

¹Dipartimento di Costruzioni, University of Florence, Italy, elianabaglioni@gmail.com,
luisa.rovero@unifi.it

²CNR- Istituto Conservazione e Valorizzazione Beni Culturali, Florence, Italy, f.fratini@icvbc.cnr.it

RESUME : Ce travail présente les résultats d'une étude menée sur l'architecture en terre de la vallée du Drâa (Maroc) où se trouve un patrimoine millénaire de bâtiments en terre de grand valeur architectonique (qsar, kasbah e agoudim). En particulier, on expose les résultats des analyses menées sur la "terre" utilisée dans les structures en adobe et en pisé avec le but d'en déterminer la composition, la granulométrie, les limites de consistance et les caractéristiques physiques et mécaniques, ces dernier déterminés avec des essais en situ avec scléromètre a pendule.

Les résultats de cette caractérisation permettent d'évaluer l'idoneité d'une terre pour être utilisée comme matériel de construction et dans la restauration et bien d'envisager des procédures d'amélioration.

MOTS CLES : Bâtiments en terre, Conservation du patrimoine, Analyses minéralogiques, physiques et mécaniques, Caractérisation de la terre.

ABSTRACT : The present paper reports the results of a study carried out on the earthen architectures sited in the Drâa valley (Morocco), where a millennial heritage of earthen buildings of great architectonic value (ksar, kasbah e agoudim) is present. In particular, the work reports the results of an experimental investigation carried out in order to determinate the physical and mechanical properties of the earth material utilized in the Drâa valley for the building made of pisé and adobe.

The analyses were carried out on different kind of earth, utilized both for adobe and pisé building. Five earths were characterized through the study of the mineralogical composition, the determination of the grain size and the consistency limits. In situ sclerometers analysis was carried out in order to determine the compressive strength.

The results of the compositional, physical and mechanical analyses makes it possible to evaluate the suitability of the utilized earths as construction materials and to propose improvement methods.

KEY WORDS : Earthen construction, Heritage preservation, Mineralogical, physical and mechanical analyses, Earth characterization.

1. THE DRÂA VALLEY (SOUTHERN MOROCCO) AND ITS HERITAGE OF EARTHEN BUILDINGS

The Drâa River rises in the Saharian side of the High Atlas and flows along a wide valley across the Anti Atlas up to the narrow passage of Beni Slimane. Then it enters in the Sahara and flows

towards southwest at the base of the Anti Atlas across rocky tablelands reaching the ocean only in the rainiest years.

In the Drâa valley four alluvial terraces representative of pluvial and interpluvial periods of the Quaternary age can be recognised :

- old Quaternary which is represented by hills and rocky islands;
- middle Quaternary which produced the present shape of the valley;
- recent Quaternary constituted by the clay-silt-sand sedimentary series;
- present days alluvial debris.

The Atlas chain which cut Morocco in two sides is a geographic boundary that beside the climate strongly affects traditions, architecture and cultural heritage. More than 250 ksar can be found along the Drâa valley amid the palm forests. The ksar are fortified villages square or rectangular in shape (Fig. 1) surrounded by towered walls with only one entrance. These walls are made of stone and earth while the buildings on the inside are made only of earth according to the adobe and pisé technology. The Drâa valley is also called the valley of the kasbah, earthen urban structures similar to the ksar, belonging to rich families (Fig.2). The pisé building technique is utilised both for the external walls and for the partition walls and makes it possible to realise very high walls depending on the width of the wall itself (Fig. 3). On the contrary the adobe building technique is utilised for the pillars and decorative elements both inside the patios and at the top of the buildings (Fig. 4).



Figure 1. Tissergat ksar



Figure 2. Kasbah example



Figure 3. Pisé yard in Amezrou



Figure 4. Adobe masonry, Tissergat

All along Southern Morocco earth is the most important building material with a huge diffusion both in the ordinary buildings and in the monumental constructions strongly characterising the building identity of the site and as a consequence the landscape with amazing aesthetical results. The earthen buildings together with a suitable choice of the living typology, assure a good adaptation to the climatic conditions of the site thanks to the low thermal conductivity which isolate from the external heat maintaining a thermal comfort inside the house. Moreover earth is a material easy to find, available in huge quantities with a consequent lowering of the costs of supplying and transport.

The conservation and promotion of such a valuable building typology can be achieved not only through restoration of the existing building heritage but also promoting the present use of this building technology according to the tradition but adapted to the present needs. These aims can be achieved only through the knowledge of the local building technology which means also to know the characteristics of used “earth”.

As already happened in Europe in the past century, also in Morocco the traditional “building know how” risks to disappear because of the diffusion of the reinforced concrete which is

considered as a symbol of progress even if often the results are completely inadequate with respect to the environmental conditions.

In this paper the results of the compositional, physical and mechanical tests carried out on earth samples used as building material in the Drâa valley are discussed with the aim to know the local building techniques and possibly to improve them.

2. MATERIALS AND METHODS

Mineralogical and physical analyses have been carried out on earth samples taken from different villages of the Drâa valley (Amezrou, Tamgrout and Tissergat) and used for the pisé or adobe building technique. At the same time sclerometric tests have been carried out on some buildings in Amezrou and Tissergat in order to measure the compressive strength. The correlation between the data collected in laboratory and in situ makes it possible to evaluate the suitability of the earth to be used as building material and to envisage possible improvement procedures.

The compressive strength, together with the tests of resistance to the atmospheric agents (not yet performed), is the most important mechanical parameter to be considered in a masonry. Nevertheless the durability and the mechanical strengths depend on the compositional characteristics (mineralogy, granulometry) which in their turn influence the consistency limits. Therefore the compositional and physical characterisation makes it possible to give a reason of the behaviour of the earth material and to envisage possible corrections like adding a temper or fibres, mixing a more plastic earth, changing the degree of compaction and the amount of water, adding admixtures.

The compositional and physical characterisation

The following samples have been considered:

Sample A: earth for pisé (Amezrou);

Sample B: adobe of new production (Tamgrout);

Sample C: in situ adobe (old) (Tamgrout);

Sample D: earth from the palm forest to be mixed with earth E in order to produce pisé (Tissergat);

Sample E: earth from the mountain to be mixed with earth D in order to produce pisé (Tissergat);

On the above samples the following analyses have been performed :

- determination of the principal mineralogical composition and clay mineral composition through x ray diffraction (XRD);
- determination of the amount in calcite through calcimetry;
- granulometric analysis through sieving (according to the ASTM D 2217 normative) and sedimentation (AASHTO T 88-72) ;
- study of the physical characteristics through determination of the liquid (Wl%) and plastic (Wp%) limits (Atterberg limits) that make it possible to compute the plasticity index (Ip%) (CNR-UNI 100014) and to classify the earth material according to the Casagrande Chart.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of the performed tests make it possible the following considerations.

As regards to sample A, the mineralogical composition (Tables 1 and 2) shows that the earth is a lean clay because of the low amount in clay minerals (14%) with respect to the sandy fraction (77%) composed mainly by quartz. Moreover the clay minerals are mainly constituted by illite, kaolinite and chlorite which do not show a swelling behaviour. That kind of composition does not permit to the material to retain a

MAIN MINERALOGICAL COMPOSITION					
	QUARTZ	FELDSPARS	CALCITE	DOLOMITE	CLAY MINERALS
SAMPLE A	42%	15%	15%	5%	14%
SAMPLE B	37%	9%	13%	3%	31%
SAMPLE C	37%	3%	13%	2%	38%
SAMPLE D	15%	8%	7%	3%	67%
SAMPLE E	33%	17%	6%	3%	41%

Table 1. Main mineralogical composition

CLAY MINERALS COMPOSITION						
	KAOLINITE	ILLITE	CHLORITE	SMECTITE	VERMICULITE	CHLORITE - VERMICULITE
SAMPLE A	20%	40%	20%	20%	0%	0%
SAMPLE B	25%	40%	10%	25%	0%	0%
SAMPLE C	25%	40%	15%	20%	0%	0%
SAMPLE D	25%	45%	15%	15%	0%	0%
SAMPLE E	25%	40%	15%	20%	0%	0%

Table 2. Mineral clay composition

large amount of water with a consequent low plasticity and low shrinkage. This behaviour is confirmed by the plasticity parameters ($W_l = 18.5\%$, $W_p = 16.7\%$, $I_p = 1.80\%$) which values permit the following classifications (Fig.5) :

- activity coefficient $A = 0.17$ (not active earth);
- classification according to AASHO: A-4 class: *low compressibility silty earth*;
- classification according USCS: *Lp class (low plasticity silt)*.

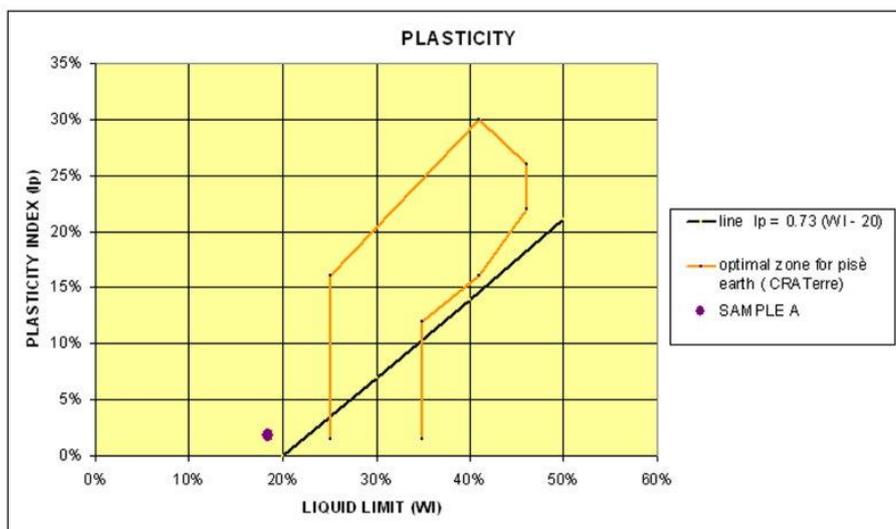


Figure 5. Sample A plasticity

The granulometric curve of sample A (Fig.6) doesn't fit in the field of admissibility defined by CRATerre particularly with reference to the classes of higher dimensions (sand and gravel) while it fits well for the finer dimensions classes (silt and clay) which have a percent on the total of 57.5%. With reference to this percentage the material can be defined a *fine grained earth*.

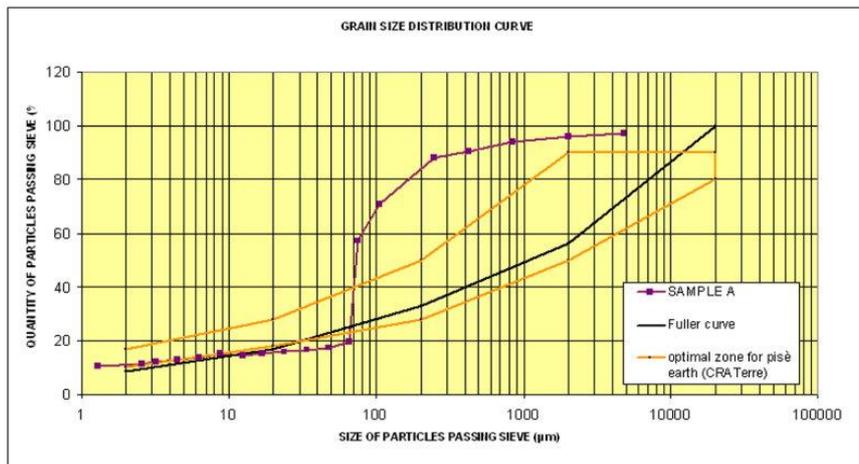


Figure 6. Sample A, grain size distribution curve

As for sample B, the mineralogical composition (Tables 1 and 2) shows a higher amount of clay minerals (30%) and a sandy framework of 62% composed mainly by quartz. As for the previous sample, the clay minerals are mainly constituted by illite, kaolinite and chlorite.

These compositional characteristics point out a low plasticity behaviour even if a little bit higher than sample A as indicated by the plasticity parameters ($W_I = 21\%$, $W_p = 17.2\%$, $I_p = 3.80\%$). These data permits the following classifications (Fig.7) :

- activity coefficient $A = 0.12$ (not active earth);
- classification according to AASHTO: A-4 class: *low compressibility silty earth*;
- classification according USCS: *Lp class (low plasticity silt)*.

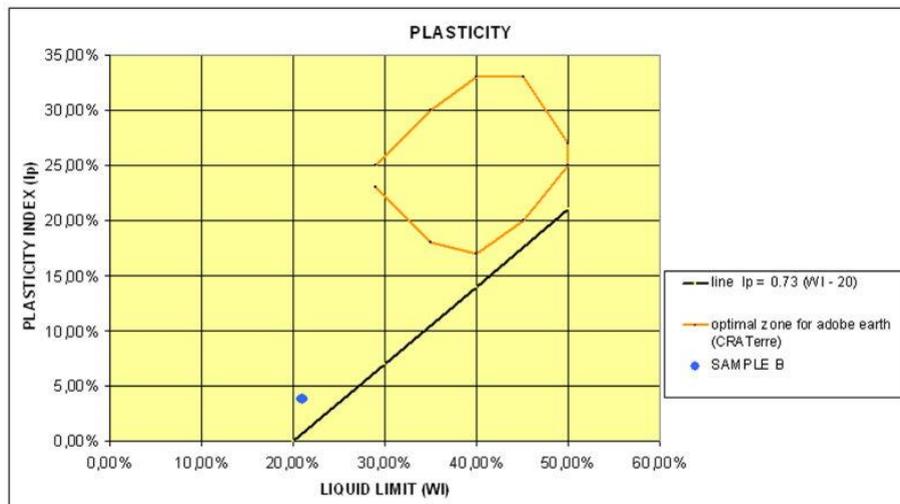


Figure 7. Sample B plasticity

The granulometric curve of sample B (Fig.8) fits in the field of admissibility defined by CRA Terre even if with an irregular shape: there is a sharp increase for the grains of 200 μm (meaning that this class is too abundant) while for the granulometric classes bigger than 400 μm the curve is almost horizontal meaning that such classes are not represented.

In sample C the mineralogical composition (Tables 1 and 2) shows a quite high content in clay minerals (40%) and a sandy framework of 50% yet composed mainly by quartz. The high amount in clay minerals together with the presence of smectite, a swelling clay mineral, give rise to a quite plastic behaviour as showed by the plasticity parameters ($W_l = 23\%$; $W_p = 18.2\%$; $I_p = 4.80\%$). Nevertheless these data, according to AASHO and USCS, make it possible to classify this material as a low plasticity earth (Fig.9) :

- activity coefficient $A = 0.13$ (not active earth);
- classification according to AASHO: A-4 class: *low compressibility silty earth*;
- classification according USCS: *Lp class (low plasticity silt)*.

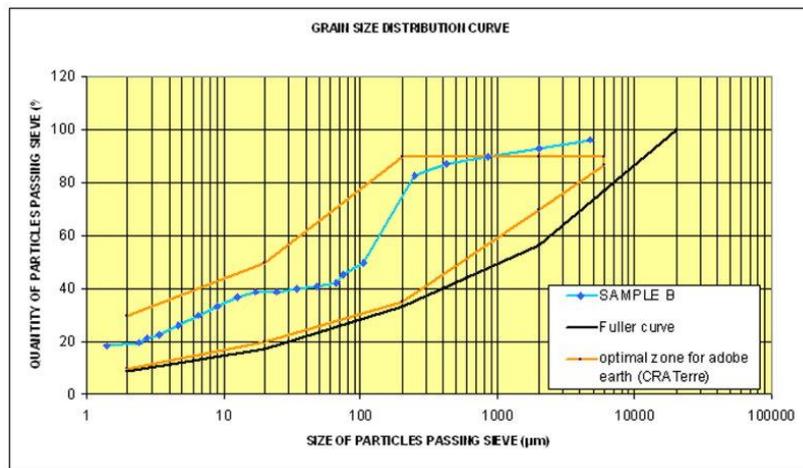


Figure 8. Sample B, grain size distribution curve

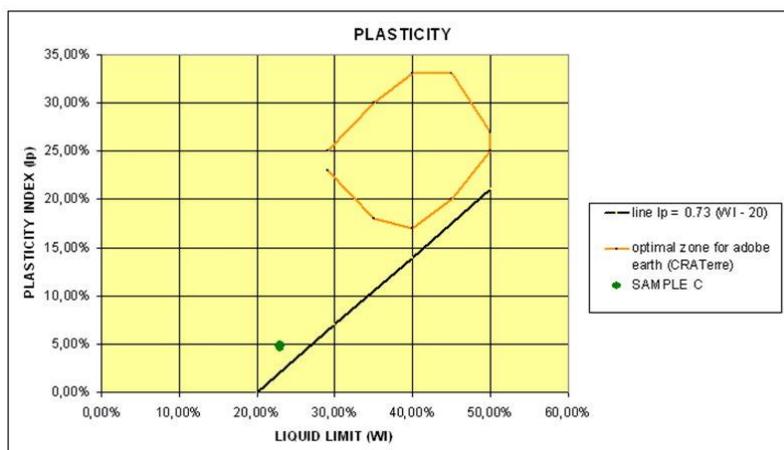


Figure 9. Sample C plasticity

The granulometric curve of sample C (Fig.10) shows the same shape as sample B.

With regard to sample D, the limits of consistency have not been determined but, given the high content in clay minerals (67%) (Table 1), the earth material should have a quite similar plastic behaviour.

Also for sample E, the limits of consistency have not been determined but its mineralogical composition is quite similar to that of sample C meaning that the plasticity index should be similar.

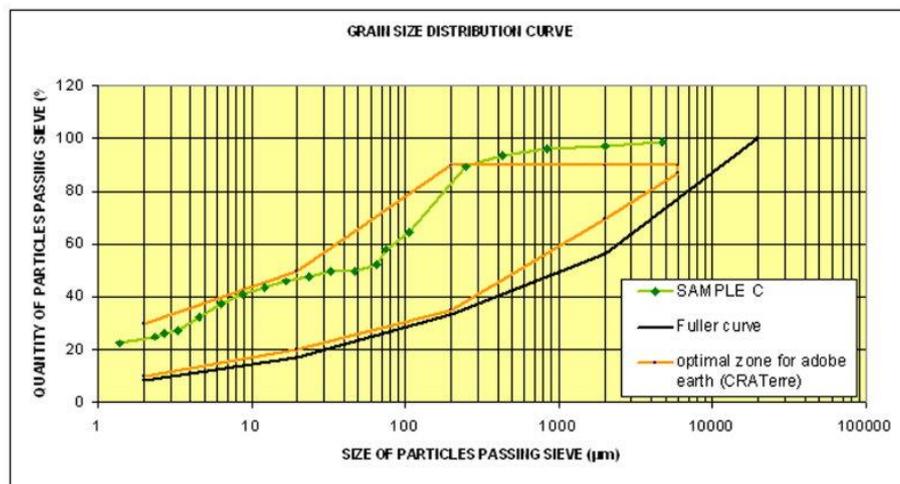


Figure 10. Sample C, grain size distribution curve

4. IN SITU TESTS OF THE COMPRESSIVE STRENGTH THROUGH SCLEROMETER

The tests for the in situ determination of the compressive strength have been performed at Amezrou/Zagora and Tissergat on pisé masonries both of fortifications and houses. The compressive strength has been determined with a Schmidt-hammer, type PT (Proceq), designed for the non-destructive testing of light weight concrete, gypsum and similar extremely soft building materials, measuring in the range 0.2-5 MPa compressive strength. The reliability of the results obtained with this instrument has been determined through a comparison with the compressive strength determined with monoaxial compression test.

In order to have reliable data, a statistically significant number of tests has been performed computing the mean value and the standard deviation (sd):

- a total of 70 tests on pisé masonries at Tissergat (mean compressive strength 2.9 MPa, sd = 0.26). Among these tests, 30 were carried out on fortifications walls (mean compressive strength 2.4 MPa) and 40 on houses (compressive strength 3.0 MPa);
- a total of 40 tests on pisé masonries at Amezrou/Zagora (mean compressive strength 2.7 MPa, sd = 0.26). Among these tests, 10 were carried out on fortifications walls (mean compressive strength 2.5 MPa) and 30 on houses (compressive strength 2.9 MPa).

5. CONCLUSIONS

In general the earth utilised as building material comes from the surroundings of the building places, taken just under the ploughed layer and selected according to not written rules based on a visual and touch examination (colour, consistency etc.). A good earth material suitable to build must be doughy and quite rich in clay (more than 20%) because it is just the clay fraction

that plays the binding role and gives cohesion to the material. On the contrary a lean earth (poor in clay minerals) shows a low cohesion. Nevertheless the characteristics that a building earth must show depend on the building technique which is used: a quite fat earth (rich in clay minerals) for *adobe* and a coarse grained earth with a gravel fraction for *pisé* (CRATerre).

In the Drâa valley the most used earth is the so called "garden earth" namely the earth that can be found inside a palm forest. On the contrary the areas outside the palm forest are characterised by a mainly sandy ground while towards the hills it is stony and it is called "ground of the mountain". Therefore according to the building technique (*pisé* or *adobe*) the different earths are mixed.

The analytical results point out that in the Drâa valley the earths utilised as building materials have common aspects: low plasticity silts which determine a low cohesion of the dried earth artefacts (samples A, B, C). As regards to the *adobe* bricks in Tamgrout, both the mineralogical and granulometric analyses show that the old *adobe* (sample C) is more clayey than the modern one (sample B). Such defects can be explained either with a loss of knowledge in the field of the material culture (meaning that the skill in chose the best earth has been lost) or due to the working out of the best raw material.

As for *pisé*, a strong variability in the clay content can be observed in the different villages: 14% of clay minerals in the earth utilised in Amezrou (sample A), 67% and 41% respectively in the earths from the palm forest and from the mountain utilised in Tissergat (samples D and E). In both villages the earth is not the optimum: in Amezrou it is too lean (therefore low cohesion) while in Tissergat it is too fat (problems of shrinkage and fissuring). We can notice that in Tissergat being the earth from the palm forest too clayey, probably the building skill suggested to mix it with the earth from the mountain: its supply is more expansive but it makes it possible a composition more suitable for the *pisé* technique.

The results of the sclerometric tests point out that the compressive strength is higher at Tissergat than at Amezrou. Such characteristic can be explained by the higher clay content of the earth in Tissergat giving rise to a higher cohesion. Moreover in both villages the compressive strength of the fortification walls is slightly lower than in the houses. A possible explanation is the higher exposition to the atmospheric agents suffered by the fortifications. The mean compressive strength of the tests performed on *pisé* masonries is 2.8 MPa, value close to that reported by the authors as typical for the *pisé* masonries (3 MPa).

REFERENCES

- ALECCI V., BRICCOLI BATI S. & ROVERO L. (2006). Considerazioni sulla messa a punto di test per la determinazione dei parametri meccanici del materiale terra cruda. Convegno Nazionale "Sperimentazione su materiali e strutture", a cura di S. Russo e E. Siviero, 6/7 dicembre 2006, Venezia.
- ASEBRIY L., BUCCI C., EL AMRANI I., FRANCHI R., GUERRERA F., MARTIN-MARTIN M., PATAMIA C., RAFFAELLI G., ROBLES MARIN P., TEJERA DE LEON J. & TENTONI L. (2007). Etude intégrée de la dégradation des monuments historiques Romaines et Islamiques de la ville de Rabat (Maroc): proposition de solutions durables de prévention et de restauration. *Science and Technology for Cultural Heritage*, 16 (1-2) (2007), 45-65.

BARTOLOMUCCI C. (2006). Da Yazd 1972 a Yazd 2003: percorsi della conservazione dell'architettura in terra cruda. IV Congresso nazionale IGIIC "Lo Stato dell'Arte", Siena 28-30 Settembre 2006, 439-445.

BRICCOLI BATI S., ROVERO L. & TONIETTI U. (2008). Considerations on methods to evaluate the compressive strength of earth building materials, Terra 2008, 10TH International Conference on the study and conservation of earthen architectural Heritage, Bamako, 1-6 February 2008.

BRICCOLI BATI S. & ROVERO L. (2004). Earthen constructions. Proc. of International Conference, IC-SGECT'04, Mansoura, Egypt.

BRICCOLI BATI S. & ROVERO L. (2004). Costruzioni in terra cruda. First International Research Seminar of Forum UNESCO – University and Heritage on “Architectural Heritage and Sustainable and Appropriate Development of Small and Medium Cities in South Mediterranean Regions. Research and cooperation results and strategies. Florence, Italy.

BRICCOLI BATI S. & ROVERO L., (2001). Natural additives for improving the mechanical properties and durability of adobe building material. Mats. Eng. Journal, 3, [12]

FRATINI F. & MANGANELLI DEL FÀ C., RANOCCHIAI G., (1994). Earthen Building in Tuscany: characterization of the material used in Buildings of the high Valdarno. Atti del Convegno “Ceramics in Architecture” nell' ambito del 8th CIMTEC World Ceramics Congress and Forum on New Materials, Firenze 28 Giugno-1 Luglio 1994, 239-246.

GUILLARD H. & HOUBEN H., (1989). Traité de construction en terre. Editions Parenthèses, 355 p.

RAVIOLO P. L. (1993). Il laboratorio di geotecnica, procedure di prova, elaborazione, acquisizione dati. Ed. Controls, 608 p.

ZOUKH A. (????). Schema directeur d'aménagement urbain de la vallée de Daraa. Royaume du Maroc. Ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement, de l'urbanisme et de l'habitat, aménagement du territoire et de l'urbanisme, secrétariat général, direction de l'urbanisme. 202 p.

CARACTERISATION MINERALOGIQUE ETGEOCHIMIQUE DES CERAMIQUES ROMANO-AFRICAINE DE L'ATELIER DE HENCHIR ES-SKHIRA (HAGEB LAYOUN, TUNISIE CENTRALE) : IDENTIFICATIONS DE LA ZONE SOURCE ET DES TECHNIQUES DE FABRICATION

Siwar BAKLOUTI¹, Nejia LARIDHI OUAZAA¹, Samia KASSAA¹, Mohsen RABHI¹ et Mofida LABAIED²

¹ Faculté des Sciences de Tunis, Département de Géologie, Université Tunis El Manar 1092 Manar I. siwarbak@yahoo.fr

² Musée archéologique de Sousse (Tunisie).

RESUME : La Tunisie a produit à différentes époques plusieurs variétés de céramiques. L'époque romaine représente l'âge d'or de cette production appelée «sigillée claire». Dans le cadre de ce travail nous nous sommes intéressés à la réalisation des études minéralogiques et géochimiques des céramiques de l'atelier romain de Henchir Skhira. Il est situé au centre ouest de la Tunisie (Hajeb Layoun, Tunisie). Nous avons identifié les techniques de fabrication de cette céramique et on a remonté à la matière première utilisée par les potiers. Ces études montrent que ces céramiques sont composées de quartz, de micas, d'oxydes et de feldspath. Les potiers ont utilisé une argile riche en illite près du site pour la fabrication de leurs sigillées cuites à une température comprise entre 800 et 850 °C.

MOTS CLES : Tunisie, Henchir Skhira, Céramique romaine, Sigillée claire, Argile, Minéralogie, Pétrographie, Géochimie.

ABSTRACT: Tunisia produced in many workshops and since a long period, many kinds of ceramic. Roman time represented the important period for this production called "sigillata chiara". The aim of this study is to investigate the mineralogical and geochemical characteristic of this ceramic used in an african archaeological site which is a roman workshop in "Henchir Es-Skhira". It located in the central west of Tunisia, (Hajeb Layoun, Tunisia). We identify the technique of manufacture of this production and we determinate the raw materiel used by the potters. These studies indicate that this ceramic is mainly composed by quartz, micas, oxides and feldspars. The potters had used clay rich of illite near the site for the manufacture of their production fired in temperature comprised between 800 and 850 °C.

KEY WORDS: Tunisia, Henchir Skhira, roman ceramic, sigillata chiara, clay, mineralogy, petrology, geochemistry

1. INTRODUCTION

La terre sigillée claire africaine est une classe de céramique répandue dans un territoire très vaste comprenant tous les pays entourant la Méditerranée (Pohl, 1962). Elle est produite depuis la fin du I^{er} siècle jusqu'au VII^{ème} siècle. En céramologie, la connaissance de la technologie de fabrication et l'identification des constituants n'a pu se développer que par la collaboration entre analystes et historiens. L'objectif de notre travail est d'établir des critères minéralogiques pour classer les différents types de céramiques récoltés sur le site de Henchir Es-Skhira. Cette analyse est complétée par une étude géochimique et une étude par diffraction aux rayons X. Cette nouvelle approche permettra de caractériser les matériaux ayant servi à la fabrication des céramiques et de remonter aux gisements. Nous essayerons également de mettre en évidence les techniques de fabrication utilisées pendant l'époque romaine en se basant sur la nature, la taille des minéraux, les inclusions de roches, la casse cuite et la texture de la pâte des différentes céramiques. Nous tenterons aussi de caractériser les matériaux produits par le centre de production de Henchir Es-Skhira. Ces céramiques ayant la même seront ultérieurement comparées à celles produites par d'autres centres.

2. MATERIELS ET METHODES

Le matériel étudié consiste en des fragments de céramiques romaines de type sigillées claires (Fig. 1). Ces échantillons ont été prélevés dans le site archéologique (atelier de fabrication de céramiques) de Henchir Es-Skhira, localisé dans le centre ouest de la Tunisie à proximité du massif Mghila (Fig. 2). L'étude du contexte géologique de la région montre que le site de Henchir Skhira se situe dans un secteur stratégique qui convient à une fabrication de céramique

à cause de sa richesse en matériaux de base : eau, sable et argile. Selon le type de fabrication, ces tessons de céramique appartiennent à quatre classes principales : les vaisselles de tables (VT) ; les vaisselles de cuisson (VC) ; les casettes (C) et les lampes (L).

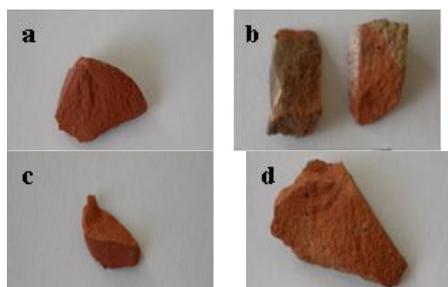


Figure 1. Photographie d'échantillons de terres sigillées africaines (a) VT, (b) VC, (c) L, (d) C, de Henchir Es-Skhira (Tunisie centrale)

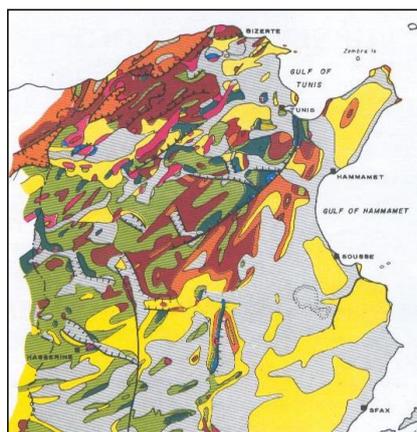


Figure 2. Localisation de la zone d'étude

3. ETUDE MINERALOGIQUE

L'observation à la loupe binoculaire des tessons montre que le quartz est le minéral dominant dans la pâte céramique. Ceci est dû à un ajout de sable dans les argiles utilisées. On constate aussi la dominance des grains blanchâtres (la chaux) dans les céramiques et même à la surface des tessons de Henchir Es-Skhira. La texture de la pâte est souvent peu ou pas fissurée, mais elle est poreuse (Fig. 3). L'observation microscopique des lames minces effectuées sur les tessons, a permis l'identification de deux phases : une phase minérale formée de quartz, micas, oxydes et feldspaths, et une autre phase telle que la casse cuite (Fig. 4). Il faut noter que la casse cuite présente des débris de céramiques généralement fins et parfois de différente taille ne dépassant pas les quelques mm. La casse cuite est de forme arrondie.

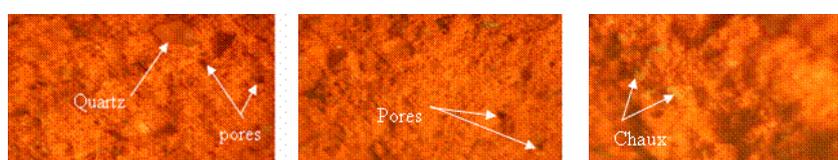


Figure 3. Photographies des échantillons de céramiques

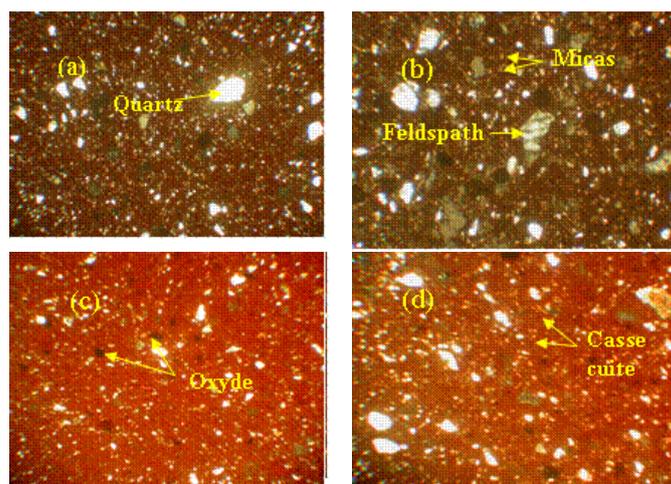


Figure 4. Microphotographies des échantillons de céramiques

Notre travail consiste aussi à déterminer les pourcentages par types de grains (ou analyse modale) des différents minéraux (quartz, oxydes, micas et feldspaths), la granulométrie des grains de quartz, des oxydes et des micas ainsi que la porosité de quelques tessons de chaque classe de céramique. Les résultats de ce comptage sont représentés sous forme d'histogrammes (Fig. 5). Nous avons regroupé, ensemble, les tessons ayant des pourcentages en minéraux similaires. Il apparaît ainsi qu'il est possible de distinguer :

- La présence de 4 groupes. Chaque groupe correspond aux tessons de céramiques qui présentent environ les mêmes pourcentages dans les différentes phases minérales.

- Les caractéristiques physico-chimiques des céramiques de Henchir Es-Skhira ne dépendent pas de la classe à laquelle elles appartiennent (vaisselles, cassettes et lampes), mais elles dépendent de la nature du matériau d'origine et des techniques utilisées pour leur confection.

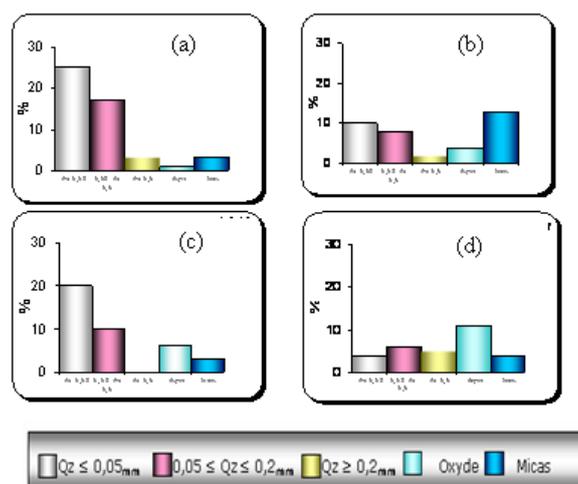


Figure 5. Histogrammes montrant la proportion de chaque catégorie de minéraux dans les tessons de céramique

Nous avons également étudié la minéralogie de quelques échantillons d'argiles présentes en affleurement dans le secteur proche du site d'étude par diffraction des rayons X. Ces échantillons sont prélevés de la formation Saouaf (Néogène) qui couvre tout le synclinal de la région de Henchir Es-Skhira. L'analyse a permis d'identifier l'association des minéraux argileux suivants : smectite, kaolinite et illite (tableau 1). D'après ces résultats, c'est l'argile qui est la plus riche en illite (59 %) et la plus pauvre en smectite qui a été utilisée par les romains pour la fabrication des céramiques.

Echantillons	Pourcentages		
	Smectite	Kaolinite	Illite
A	86	3	11
B	91	7	2
C	60	31	9
D	18	23	59

Tableau 1. Pourcentages des minéraux argileux dans les échantillons d'argile de la région de Henchir Es-Skhira.

4. ETUDE GEOCHIMIQUE

Notre objectif est de remonter à l'argile utilisée par les romains pour la fabrication des céramiques. Dans cet esprit nous avons effectué une comparaison entre les éléments majeurs des céramiques étudiées avec celles des argiles récoltées près du site de Henchir Es-Skhira.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que cette approche ne peut pas donner une idée claire sur la provenance de la matière première utilisée. Ceci est dû à l'intervention des techniques de fabrication qui engendrent des modifications au niveau des teneurs en éléments majeurs grâce aux processus des ajouts de matériaux à l'argile de départ. Le quartz par exemple joue un rôle de diluant (Fig. 6).

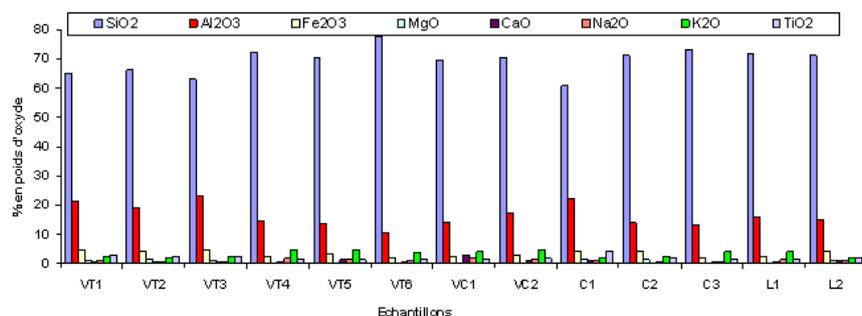


Figure 6. Histogrammes des teneurs en éléments majeurs dans les tessons de céramique de Henchir Es-Skhira (Tunisie centrale)

Il a été démontré que, la caractérisation des céramiques par leurs compositions en éléments de traces permet de remonter aux matériels sources. En effet, cette signature géochimique permet de remonter aux argiles ayant servi pour sa fabrication. C'est ce que Picon (1970), Perlman et Asaro (1967) avaient démontré dans leurs travaux sur les poteries sigillées de France. Pour résoudre notre problématique, nous avons déterminé la composition géochimique en éléments de traces de quatre échantillons d'argiles du Néogène (formation Saouaf) en affleurement dans le site de Henchir Es Skhira et de sept tessons de céramiques différentes.

Le diagramme binaire Co en fonction du Cs (Fig. 7) met en évidence que la composition de l'argile D (riche en illite et pauvre en smectite) se situe dans le domaine des céramiques. La dispersion observée est probablement due à un effet de dilution.

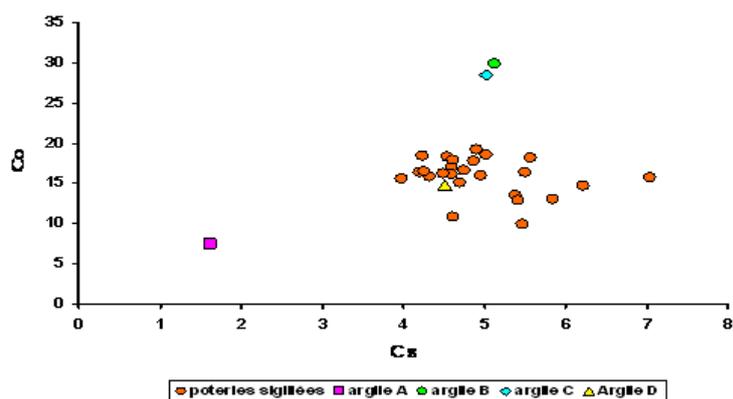


Figure7. Diagramme binaire du Co en fonction du Cs dans les poteries sigillées et dans les argiles (A, B, C et D)

Dans le diagramme des rapports Co/Th en fonction du Hf/Th, l'argile D se situe également dans le domaine des céramiques. Les autres argiles A, B et C ont des compositions très différentes. Ceci nous a permis de conclure dans un premier temps que l'argile D a été utilisée par les romains pour la fabrication des différentes céramiques (Fig. 8). Les courbes de distribution multi-éléments normalisées par rapport à la croûte continentale moyenne sont réalisées pour les argiles et les tessons. Il apparaît que les spectres des argiles A, B et C montrent des distributions différentes de celles des tessons ; alors que les teneurs de la majorité des éléments traces de l'argile D sont similaires à celles de la céramique étudiée (Fig. 9). Les résultats de la figure 10 confirment nos constatations. En effet, les courbes de distribution des éléments traces présentent un spectre uniforme pour les différentes poteries (208, 218 et 309 de la classe des vaisselles de table ; 264 et 268 de la classe des vaisselles de cuisson ; 503 et 508 de la classe des cassettes et 313 de la classe des lampes.). Comparées à celle de l'argile D, les concentrations des éléments traces de ces poteries montrent une grande ressemblance avec cette dernière. Malgré les transformations liées aux phénomènes d'ajouts (dégraissants) et de cuisson les céramiques gardent la signature géochimique de l'argile qui a servi à leur fabrication.

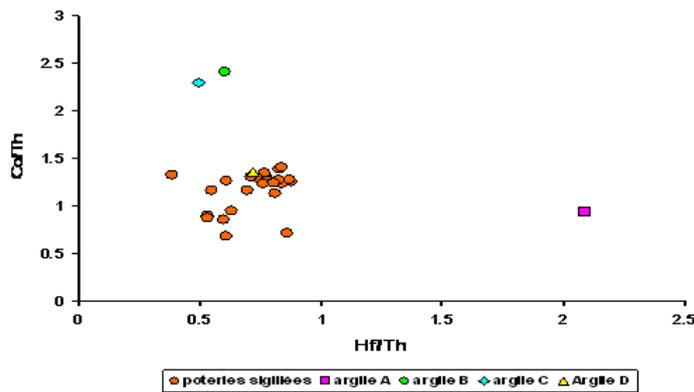


Figure 8. Diagramme de corrélation des rapports en éléments traces Co/Th en fonction de Hf/Th des céramiques étudiées comparées à celles de différentes argiles (A, B, C et D)

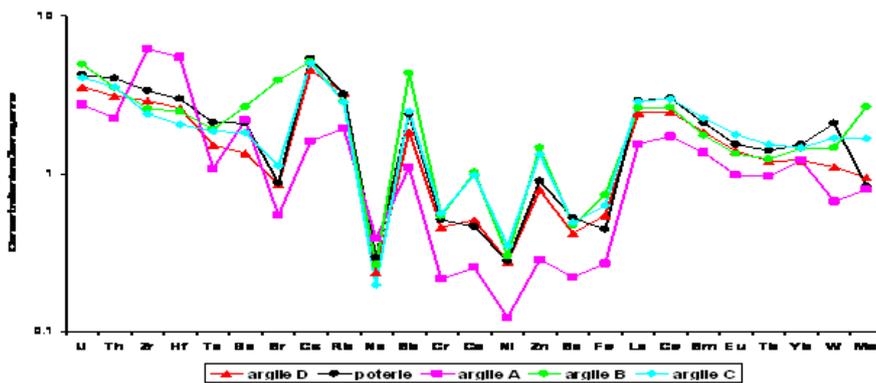


Figure 9. Courbes de distribution des éléments traces normalisées des argiles comparées à celles des céramiques'

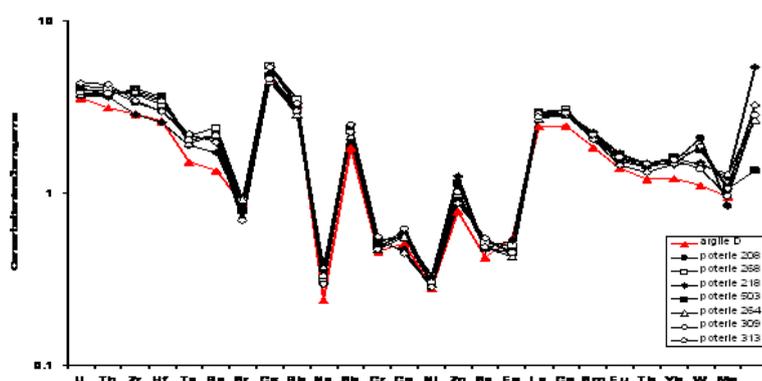


Figure 10. Courbes de distribution des concentrations en éléments traces normalisées de quelques tessons de céramique de Henchir Es-Skhira avec celles de l'argile D

5. IDENTIFICATION DE LA TECHNIQUE DE FABRICATION DES CERAMIQUES

Les mesures d'abondance et de la granulométrie du dégraissant, ainsi que la détermination des caractères physico-chimiques du matériel ont permis d'estimer quelques techniques de fabrication de la céramique de Henchir Es-Skhira à l'époque romaine. En effet, les observations à la loupe montrent que la sigillée étudiée est de granulométrie fine ce qui lui confère un degré de compacité fort. Les romains ont bien travaillé la pâte : sable bien tamisé, pâte très bien malaxée. La sigillée étudiée est de couleur en majorité rouge orange. En effet, les romains ont utilisé des fours à atmosphère oxydante responsable de cette coloration.

On observe aussi la présence de la chaux¹ comme inclusion de roche calcaire dans presque toute la céramique étudiée. Ceci nous permet de déduire que les romains procédaient à l'ajout de calcaire ou de calcite ou de marbre broyés² lors de la fabrication des sigillées. Après cuisson, de nombreux grains blanchâtres sont visibles dans la pâte et à la surface des produits fabriqués. Ceci est un défaut dans la fabrication dû à une erreur de dosage. Il est préférable d'ajouter une calcite fine favorable à une baisse de la dilatation à l'humidité des produits. La calcite en grains est à éviter car elle provoque des éclatements après cuisson (Jamoussi, 2001).

L'observation microscopique, montre la dominance de quartz dans la céramique avec des débuts de vitrification dans la pâte. Ceci est dû à une température de cuisson un peu plus élevée

¹ La chaux : CaO, Oxyde de Calcium.

² La dissociation du carbonate de calcium ou décarbonatation sous l'effet de la chaleur se fait environ vers 900 °C : $\text{CaCO}_3 + \text{chaleur} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Après cuisson à cette température, le produit obtenu CaO, conserve la forme extérieure et les dimensions du grain de calcaire primitif et est par conséquent très poreux (théoriquement 52 %). Cette information vaut d'être retenue pour ceux qui voudraient augmenter la porosité d'une pâte de céramique sans trop modifier son retrait. Les effets secondaires sont une amélioration de la blancheur et une augmentation du coefficient de dilatation ce qui peut déranger en général. Dans une pâte cuite à température élevée, au dessus de 1200°C, la chaux se comporte comme un fondant énergétique

(au-delà de 800 °C) (Maniatis et Tite, 1981). Les histogrammes effectués à partir des pourcentages des minéraux présents dans les différentes sigillées étudiées peuvent être regroupés en quatre groupes. Chaque groupe comprend les tessons de céramiques qui ont des compositions minéralogiques similaires. Cependant, les différences entre les pourcentages des minéraux sont peut être dues à une utilisation d'argiles de départ de composition minéralogique différente, et à la modification de l'un des paramètres des techniques de fabrication. Cette variation des pourcentages des minéraux est essentiellement due à plusieurs facteurs notamment :

- la quantité des ajouts (sable, fondants, alcalins, oxydes, colorants...)
- la nature de l'atmosphère du four pendant la cuisson (oxydante ou réductrice)
- la température de cuisson ; 4- le mode de préparation de la pâte.

La présence de la casse cuite dans les céramiques fabriquées, nous permet de déduire que les romains réutilisent les déchets de leurs vieilles poteries pour la fabrication de nouveaux produits. Cette méthode adoptée par les romains représente l'une des plus anciennes notions de recyclage.

La majorité des tessons présentent une orientation des grains de quartz et des micas cela veut dire que la pâte était bien pétrie. Il apparaît ainsi que, selon la nature du produit à fabriquer, les potiers romains procédaient à des modifications au niveau des techniques de fabrication. Ils auraient utilisé le même matériau argileux de base auquel ils ont ajouté de la silice sous forme de grains de quartz³. Ceci est confirmé par l'observation microscopique. En conclusion, on peut dire qu'on a pu estimer les grands traits des techniques de fabrications utilisées pendant l'époque romaine en se basant sur : la nature et la taille des minéraux, des inclusions de roches, de la casse cuite, de la texture de la pâte des différentes céramiques étudiées et de l'état des cristaux de quartz (présentant parfois un début de fusion).

6- ESTIMATION DE LA TEMPERATURE DE CUISSON

Les structures de vitrification développées durant la cuisson des céramiques nous permettent d'estimer la température de cuisson de cette dernière (Maniatis et Tite, 1981)⁴. L'analyse microscopique et macroscopique de la sigillée de Henchir Es-Skhira montre la présence des minéraux suivants: Quartz + micas + oxydes + quelques feldspaths + chaux. Ceci implique qu'on est proche de l'assemblage de minéraux n°2⁵. On remarque aussi un début de fusion dans la pâte, situé autour des minéraux de quartz dans les tessons étudiés. Cela veut dire qu'on est dans une phase de début de vitrification et donc une température de cuisson comprise entre 800 et 850 °C. Il apparaît également que la majorité des céramiques a une couleur rouge orange ce qui dénote d'une atmosphère oxydante dans les fours. Ces observations nous permettent de conclure que les potiers romains de Henchir Es-Skhira ont fabriqué leurs différentes céramiques dans des fours généralement à atmosphère oxydantes et à des températures de cuisson

³ Le quartz provient du sable quartzueux jouant le rôle de dégraissant et permettant de diminuer le retrait de séchage et de cuisson et de faciliter l'évacuation de l'eau de façonnage.

⁴ Les degrés de vitrification proposés par Maniatis et Tite (1981) sont les suivants: vitrification importante (850-1050°C), début de vitrification (800-850°C), absence de toute structure de vitrification : T < 800 °C. Qtz=quartz, Cal=calcite, Plg=plagioclase, Kfs=K-feldspath, Ill=illite, Chl=chlorite, Gh=géhlenite, Cpx=clinopyroxène, Sp=ferron spinel.

comprises entre 800 et 850 °C. Ils ont utilisé des matériaux récoltés dans des carrières proches du site. Les sables sont de bonne qualité, les argiles sont riches en illite.

7- Conclusion

La région étudiée de Henchir Es-Skhira était occupée par les romains où ils fabriquaient leurs céramiques appelées « terres sigillées ». Pour déterminer la provenance des matériaux utilisés nous avons effectué une approche basée sur une bonne connaissance géologique du secteur dans lequel a été implanté ce site archéologique. Une prospection géologique détaillée est alors nécessaire pour la caractérisation des faciès. En effet l'attribution de l'origine doit donc se reposer sur une discussion raisonnée des arguments géologiques, pétrographiques et géochimiques de l'ensemble des matériaux utilisés.

D'après les études géologiques et hydrogéologiques du site de Henchir Es-Skhira, on constate que les lieux de production se situaient près des points d'eau, des carrières d'argiles et des forêts pour alimenter les fours. L'étude lithostratigraphique, montre que la formation argileuse la plus importante et la plus épaisse qui couvre la plus grande surface est celle de Saouaf (Néogène). Ces assemblages sont :

- 1 : Qtz+Cal+Plg+Kfs+Ill±Chl (T=750°C) ;
- 2 : Qtz+Cal+Plg+Kfs+Ill (001,110) (T=800-850°C) ;
- 3 : Qtz+ Plg+Kfs+Gh±Sp±Ill (T=850-950°C);
- 4 : Qtz+Cal+Plg+Kfs+Cpx+Sp±Gh (T=900-950°C) ;
- 5 : Qtz+Cal+Plg+Kfs+ Cpx+Sp± Ill (011) (T=950-1000°C) ;
- 6 : Qtz +Plg+Cpx (T=1050-1100°C)

La situation géographique était également déterminée en fonction des voies de communication car il fallait conquérir les marchés pour écouler cette production massive. Par ailleurs, la détermination de l'origine et des techniques de fabrications repose sur des caractéristiques intrinsèques comme la couleur de la pâte et des revêtements, les particularités pétrographiques et minéralogiques des argiles et des dégraissants,... voir même des caractéristiques extrinsèques comme la datation, la répartition, l'environnement...

Pour compléter cette étude sur la céramique romaine en Tunisie, il serait intéressant de comparer la céramique du centre de fabrication de Henchir Es-Skhira avec d'autres centres situés en Tunisie ou dans les pays voisins afin de déterminer les caractéristiques de chaque atelier, d'identifier par la suite les techniques de fabrications utilisées pour chaque type de céramique et leur attribuer une origine.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Monsieur Jean-Louis Joron du groupe Sciences de la Terre, Laboratoire Pierre SUE, Commissariat à l'Energie Atomique de Saclay, Gif sur Yvettes, France pour avoir réalisé les analyses par activation neutronique des éléments traces.

REFERENCES

- BAKLOUTI S. (2005). Caractérisation minéralogique et géochimique des céramiques romano-africaine de l'atelier de Henchir Es-Skhira (Hajeb Layoun, Tunisie Centrae) : Identifications de la zone source et des techniques de fabrication. DEA de la Faculté des sciences de Tunis, 121 p.

JAMOSSI F. (2001). Les argiles de Tunisie : Etude minéralogique, géochimique, géotechnique et utilisation industrielle. Univ. Tunis, 437 p.

MANIATIS Y. & TITE M.S. (1981). Technological examination of Neolithic-Bronze Age pottery from Central and South-east Europe and from the Near East. *J. Archaeol.Sci.* 8 (1981), pp. 59-76.

PERLMAN I. & ASARO F. (1967). Deduction of provenience of pottery from trace element analysis. Lawrence Radiation Laboratory Berkeley, University of California.

PICON M. (1970). La composition des premières sigillées de Lezoux et le problème des céramiques calcaires : *Revue archéologique de l'Est et du centre Est*, pp. 207-218.

POHL G. (1962). Die Fruhchristli Lampe vom Loretzberg bei Epfach, *Aus Bayerns Fruhzeit (Festschrift F. Wagner)*, 1962, 219 ss. pp. 123-134.

UTILISATION DU PLATRE DANS L'ARCHITECTURE RURALE, DANS LE SUD DE LA FRANCE, LE RIF ET LE HAUT-ATLAS MAROCAIN

Philippe BERTONE

Ateliers du Paysage, France. philippe.bertone@free.fr

RESUME : Descriptif de différentes opérations de productions et d'utilisations du plâtre en milieu rural, dans le sud de la France, ainsi que dans le Rif et le Haut-Atlas Marocain.

MOTS CLEFS : Plâtre paysan, Gypse, Four, Broyage, Enduits, Décors, Maçonnerie

ABSTRACT: Detailed description of different operations of productions and uses of the plaster in rural country, in the south of France, as well as in Rif and High Moroccan Atlas.

De nombreux sites archéologiques du Proche Orient, ont révélé l'utilisation du plâtre, le plus ancien liant calciné, dans la seconde moitié du VIIe millénaire avant J.-C.. Bien avant la chaux, il fut utilisé pour la réalisation d'enduits muraux et de sols, ainsi que pour fabriquer matériels, mobiliers et vaisselles. Il sera ensuite utilisé abondamment d'abord dans la civilisation mésopotamienne et égyptienne, en enduit et liant, dont le plus bel exemple reste les pyramides qui sont hourdées au plâtre, puis dans la civilisation Minoenne avec Cnossos 4000 ans avant J.-C. Le monde romain le diffusera ensuite sur tout l'empire et son utilisation sera généralisée durant les époques Byzantine et Islamiques. C'est tout naturellement que son utilisation sous des formes très variées, perdurera jusqu'à nos jours.

Dans le paysage, le gypse, roche à partir de laquelle est fabriqué le plâtre par calcination, est facilement identifiable. Sa faible dureté, 2 sur l'échelle de Mohs, empêche toute fixation de couvert végétal. Sa richesse de cristallisations et de couleurs le rend encore plus visible. Allant du blanc saccharoïde au rouge le plus foncé, passant par les verts et les gris, il donne après cuissons des plâtres colorés naturellement. Les gisements et affleurements concernés par cette communication sont d'origine Triasique. Ils ont subi de nombreuses perturbations tectoniques les rendant rubanés et mêlés de terre, d'argile et de calcaire.

En Provence comme au Maroc, tant en milieu rural qu'urbain, le plâtre sera utilisé en enduit intérieur, sol coulé sur solives bois, enduits extérieurs et maçonnerie. En Provence, dans les architectures à pans de bois, il est aussi utilisé par coulage, entre 2 banches, où seront jetées pêle-mêle des pierres. Il donnera des enduits d'une grande richesse chromatique allant du beige au rouge en passant par les roses. Son abondance de couleur provient aussi du type de cuisson, de température, et du défournage.

Pour la réalisation du plâtre « paysan », en milieu rural, les fours, de types intermittents, sont de réalisations très sommaires. Une simple enceinte de moellons hourdée au plâtre, d'un diamètre allant jusqu'à 2m de diamètre et d'une hauteur de 1,5m environ, permet la réalisation de fournée d'environ 1M³ de plâtre broyé (1 tonne). La cuisson est assurée par du bois inséré au fond du four sur lequel est déposé le gypse. La température dans ce type de four excède rarement les 500°C. Au préalable, l'extraction du gypse est le plus souvent réalisée par collecte des éléments délités en surface, réduits en blocs plus facilement transportables à dos d'animaux.

Le défournage commençant par les blocs supérieurs, le plus souvent incuits, se finit par les blocs surcuits dans le fond du four mélangés à la cendre du bois de cuisson. Ces différents blocs de plâtre, contenant impuretés et cendre, confèrent aussi aux enduits différentes couleurs, allant jusqu'au gris.

Le broyage est réalisé par des outils à percussion lancée, de type pilon, masse, dame, ou en Provence, par moulin à sang composé d'une meule et d'une aire de broyage circulaire. Le plâtre est ensuite tamisé grossièrement et mis dans des récipients pour une utilisation rapide.

Pour la réalisation du plâtre artisanal, fabrication qui perdure encore au Maroc, les fours sont cylindriques, d'un diamètre de 2,5 m et d'une hauteur d'environ 4m. Le remplissage s'opère de la manière suivante : Mise en place d'un tas de bois d'une hauteur de 2m, puis réalisation d'une voûte en bloc de gypse, ce tas de bois servant de coffrage, puis comblement jusqu'en partie haute du four avec des blocs de gypse jetés en vrac. Après allumage du bois, la voûte reste en place et permet de réalimenter le four en bois durant plusieurs heures pour une calcination complète du gypse. Le défournage s'opère en brisant la voûte et en sortant les blocs de plâtre par l'orifice d'admission du bois. Ces fours permettent de fabriquer des volumes de plâtre d'environ 6 m³ (6 tonnes). Les fours sont souvent au nombre de 3, pour la rotation des opérations de production : Un four est en remplissage, le deuxième en cuisson, le troisième en défournage.

Le broyage est réalisé par des broyeurs mécaniques à marteaux entraînés par des moteurs thermiques, puis mis en sacs manuellement. Ces plâtres artisanaux serviront le plus souvent pour la réalisation de décors de plâtres ciselés, ainsi que comme enduits.

Pour le plâtre « paysans », la facilité d'adhérence du plâtre sur de nombreux supports permet de généraliser son utilisation sur la totalité des bâtis. Architecture de terre, pisé ou adobe, au Maroc, architecture de moellons hourdés au plâtre ou à la terre, architecture de pans de bois, en Provence sont les principales surfaces utilisables pour les enduits plâtre. Pour les sols, la terre battue ou les solives de bois sur poutres sont mises en oeuvre pour couler le plâtre liquide. Il sera parfois utilisé pour réaliser des aires de dépiquetage des céréales en extérieur.

A Taineste, dans le Pré-rif Marocain, les murs de terre intérieurs et extérieurs sont parfois recouverts d'un badigeon de plâtre qu'il faut renouveler tous les ans. Dans le cas des crépis de

plâtre, les outils les plus rudimentaires sont utilisés : La truelle et, le plus souvent, les mains pour appliquer et lisser les enduit.

Dans le Haut-Atlas Marocain, les fours peuvent être réduits à leur plus simple expression puisqu'une simple dépression dans le sol permet d'y déposer quelques branchages en vrac et par-dessus quelques blocs de gypses, puis d'enflammer le bois.

Située dans le sud de la France, l'entreprise « les Ateliers Du Paysage » est la seule à produire du vrai plâtre paysan. Ceci nous permet de restaurer de nombreuses architectures à caractère patrimonial, aussi bien en structures, qu'en enduits ou en décors.

ETUDE DES ENDUITS PEINTS TROUVES SUR LES CHANTIERS ARCHEOLOGIQUES DE MARSEILLE ANTIQUE : PREMIERES ANALYSES DES MATERIAUX ET TECHNIQUES

Anne-Marie D'OVIDIO¹, Philippe BROMBLET², Vincent MERCURIO³ & Jean-Marc VALLET⁴

¹Service archéologique municipal - Atelier du Patrimoine de la Ville de Marseille, 10 ter square Belsunce 13001 Marseille (France), amdovidio@mairie-marseille.fr

²Centre interrégional de conservation et restauration du patrimoine (CICRP), 21 rue Guibal 13003 Marseille (France), philippe.bromblet@cicrp.fr

³Centre interrégional de conservation et restauration du patrimoine (CICRP), 21 rue Guibal 13003 Marseille (France), vincent.mercurio@cicrp.fr

⁴Centre interrégional de conservation et restauration du patrimoine (CICRP), 21 rue Guibal 13003 Marseille (France), jean-marc.vallet@cicrp.fr

RESUME : Les résultats présentés concernent l'analyse des fragments d'enduits antiques peints découverts en fouille à Marseille depuis 2005. Ces recherches sont basées sur des analyses systématiques de la couche de couleur et de son support en utilisant des techniques d'analyse non destructives ou micro-destructives.

Les analyses apportent des précisions sur les techniques employées, et leur évolution, ainsi que sur les matériaux de construction et de décoration. Le nombre limité de chantiers étudiés ne permet pas encore d'affirmer une typologie, mais les premiers résultats ont d'ores et déjà fourni quelques éléments caractéristiques de certaines phases chronologiques. Ces travaux devraient apporter des précisions sur l'évolution du goût, des décors, et peut-être des modes et influences à Marseille.

ABSTRACT : We present the results of investigations performed on antique render fragments excavated in Marseilles since 2005. This research work is based upon systematic analyses of the coloured layer and its substrate using non invasive or micro-invasive methods.

The technology and its evolution, building and decorative component materials are determined. The limited number of excavation sites which have been studied do not allow to define a typology, but these preliminary results highlight typical features from several chronological phases. This in progress study should improve our knowledge about the evolution of the decorative tastes, fashions and influences in the antique city of Marseilles.

1. INTRODUCTION

La connaissance de l'architecture et de la décoration antiques à Marseille en est encore à ses prémices. Marseille antique couvre une très longue période, depuis son installation vers 600 av. J.-C. jusqu'à la fin de l'antiquité tardive, et une superficie qui n'a pas été explorée dans sa totalité. Nous sommes donc encore loin de pouvoir définir les caractères architecturaux et esthétiques de la ville antique, qu'il s'agisse de l'habitat domestique ou des édifices publics.

Parmi les études anciennes, si de nombreux fragments monochromes étaient trouvés en fouille, un seul exemple de décor, situé dans une *domus* romaine du II^e s. ap. J.-C., offrait un registre de guirlandes et médaillons figurés. La ville antique pouvait ainsi apparaître comme une cité particulièrement sobre dans son art de vivre.

Depuis 2005, une étude est menée sur les fragments d'enduit livrés par les fouilles réalisées systématiquement lors des travaux urbains. Cette étude qui mobilise les compétences des personnels scientifiques du Centre Interrégional de Recherche et Conservation du Patrimoine et du Service archéologique municipal de la Ville de Marseille, vise à analyser le mobilier issu directement des chantiers de fouille. L'objectif de l'étude est de caractériser les matériaux et les techniques employés, l'évolution des pigments et des décors des enduits peints et de leur attribuer des repères chronologiques en vue de l'élaboration d'un corpus.

2. ETAT DES CONNAISSANCES

Très peu de sources documentaires évoquent les méthodes de construction de Marseille antique. Vitruve (Livre I, ch. 3) ne mentionne que l'usage spécifique de la terre crue à Marseille, tant dans l'élaboration des toitures en torchis, que des murs en briques crues très dures et légères.

Les découvertes issues des fouilles constituent les seules exploitations possibles qui permettent de retracer une histoire des techniques de construction antiques et des décors. Cependant, les vestiges n'offrent pas souvent d'élévations importantes, et les fragments d'enduits peints sont le plus fréquemment trouvés effondrés au sol ou en remblai.

Jusqu'à présent, les publications sur les enduits peints concernant Marseille n'abordaient que les décors et tonalités. Une seule analyse plus poussée avait été menée par M. et R. Sabrié sur les prélèvements du chantier de la rue Leca (Sabrié L. et M., in Conche Fr., 1998).

Les plus anciennes découvertes publiées portent sur la période hellénistique. On trouve ainsi des fragments d'enduits peints monochromes, de couleur blanche, noire, jaune ou rouge sur les Chantiers du Parc des Phocéens (fouilles municipales de L.-F. Gantès, M. Moliner, 1.85R, 1985), de la rue Sainte (fouilles INRAP¹ de A. Richier, Ph. Mellinand, 1992, I. Sénépart 1993), et de la Bourse (fouilles CNRS² sous la direction de M. Bonifay et G. Bertucchi, 1989).

Pour la période de transition romaine, Ier s. av. J.-C., apparaissent les premières mentions de décors à filets verticaux rouges sur fond blanc : chantier de la Place des Pistoles, conservés à la base des murs d'une pièce au sol de béton de tuileau (fouilles municipales de M. Moliner, 1995) et Rue du Bon Jésus (fouilles INRAP de P. Reynaud, 1993).

Sur le chantier de la rue de la Cathédrale, un fragment de décor de grands panneaux rouges et noirs et plinthes rouges était conservé sur un reste de paroi de près d'1 m de haut d'une *domus* romaine installée au cours de la 2^{ème} moitié du Ier s. ap. J.-C. – II^{ème} s. ap. J.-C.. Sur une autre zone de ce chantier, en remblais datés du Haut-Empire se trouvaient des fragments d'enduits peints rouges monochromes, et des fragments à filets et bandes colorées bleus, rouges, noirs (fouilles de M. Moliner, L.-F. Gantès, archéologues municipaux, 1987).

Des décors plus complexes ne semblent apparaître que tardivement. On découvre ainsi, avec la *domus* du chantier de la Rue Leca, datée du II^{ème} – fin III^{ème} s. ap. J.-C., des décors de cercles concentriques et guirlandes, scandés par des médaillons figurés (fouilles INRAP de F. Conche, étudiés par M. et R. Sabrié, 1999).

3. OBJETS ET METHODES D'ETUDE

Les fragments étudiés proviennent de différents sites fouillés à Marseille depuis 2005. Ces sites couvrent la chronologie suivante :

- Marseille grecque
 - o Période archaïque
 - o Période tardo-hellénistique
- Marseille romaine
 - o Fin -Ier s. av. J.-C. à fin IIIème s. ap. J.-C.

Les fragments d'enduits peints ont tous été observés et décrits sous loupe binoculaire (x16 à x40). Des prélèvements ont ensuite été réalisés sur certains fragments représentatifs. Ces prélèvements ont servi à la confection de sections polies et de lames minces qui ont été observées à la loupe binoculaire et au microscope polarisant (x50 à x500). Diverses analyses ont été effectuées sur les échantillons par spectrométrie de micro-fluorescence X (Artax transportable, refroidissement par air, tube de rayons X basse puissance, lentille polycapillaire à haute résolution spatiale (200µm), détecteur Silicon XFlash), par spectrométrie dispersive en énergie (EDS) couplée à un microscope électronique à balayage (Philips ESEM 30 low vacuum, 20Kev, sonde EDS EDAX service commun de l'Université de Provence, Marseille), par microscopie Raman (In via Renishaw, laser 785nm, objectif x50, atténuation 1%). Des analyses minéralogiques ont été réalisées par diffraction des rayons X (Panalytical MPD X Pert Pro, détecteur linéaire X'celerator, 40Kv x 50mA, anode Cu) au moyen de masques étroits (5mm) ou d'un capillaire de silice amorphe (diamètre 100µm) permettant d'analyser de très faibles quantités de matière (obtenue par grattage) ou d'effectuer des analyses « ponctuelles » sur des surfaces réduites homogènes des fragments peints. Enfin, les mortiers ont fait l'objet d'une analyse granulométrique par tamisage après attaque à l'acide chlorhydrique dilué à 20%.

4. RESULTATS

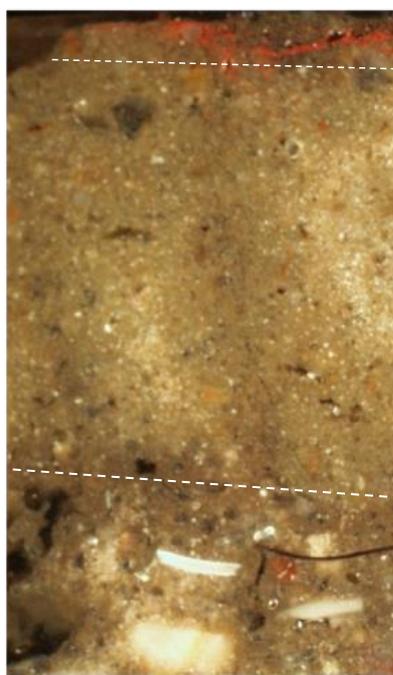
4.1 Marseille grecque

4.1.1 Période archaïque

Pour la phase grecque archaïque, nous trouvons, sur le chantier du Collège Vieux-Port, espace probablement à vocation culturelle (dirigé par Ph. Mellinand, INRAP, avec la collaboration scientifique de L.-F. Gantès, archéologue municipal, 2005), des fragments d'enduits de terre, sur adobes en place ou effondrées, dont la composition a été analysée. Leur surface, monochrome bleu ou polychrome rouge et bleu, présentait des motifs de bandes et des motifs ovoïdes (Fig. 1) dont le registre est assez bien connu dans les temples grecs. La surface de ces enduits qui n'est pas plane, suggère des éléments de décors en relief. La couche préparatoire est aussi une fine couche de terre gris clair (Fig. 2).



Figure 1. Décor ovoïde bleu et rouge à base de bleu égyptien et d'ocre rouge, période grecque archaïque, fouille du collège Vieux-Port.



Couche picturale
Ocre rouge
appliquée sur terre fraîche

Couche de finition
(épaisseur 5mm)
terre, sable en faible
quantité, chaux ou grains
calcaires?

Mortier de terre
(épaisseur 5 à 50mm)
Sable quartzeux grossier,
coquilles bivalves

Figure 2. Coupe stratigraphique d'un fragment d'enduit peint de la période grecque archaïque, monochrome à base d'ocre rouge (section polie, lumière polarisée).

La couche bleue a été identifiée comme étant un mélange de bleu égyptien, pigment artificiel à base de cuproïvaïte ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$), et de calcite. La couche rouge correspond à une ocre rouge naturelle mélangée à un peu de calcite, associés à du quartz, de la dolomite et des feldspaths. Un petit pain d'ocre naturelle a été trouvé dans les niveaux archaïques ainsi qu'un fond d'amphore magno-grecque contenant du pigment ocre rouge. La terre est une terre dolomitique, avec 20 % d'éléments très fins. Plusieurs terres ont été employées, tant pour l'enduit que pour le support, auxquelles a été ajoutée de la chaux ou de la terre calcaire, pouvant jouer un rôle stabilisant pour éviter les fissurations de la couche picturale (Dandrau, 1997).

4.1.2 Période tardo-hellénistique

Pour la période tardo-hellénistique, toujours sur le chantier du Collège Vieux-Port (diagnostic dirigé par L.-F. Gantès, archéologue municipal, 2000 et fouille préventive par Ph. Mellinand, INRAP, 2005), ont été trouvés dans un espace d'habitat, des enduits à base de chaux légèrement hydraulique (calcaire argileux) et de sable fin, rosâtres, couverts d'une couche picturale à base d'ocre rouge associée au cortège minéralogique suivant : quartz, calcite, dolomite, feldspaths, gypse, mica et kaolinite, ou d'un pigment noir, étalée *a fresco* (Fig. 3) et soigneusement polie. Le sable est très fin, avec une médiane de 0,15-0,18 mm (Fig. 4). Le ratio chaux / sable est de 2 : 1. La couche d'*intonaco* est blanche, contenant beaucoup de chaux. Les enduits sont denses et durs. Ils ont reçu un polissage soigné. La nature des murs n'est pas connue.

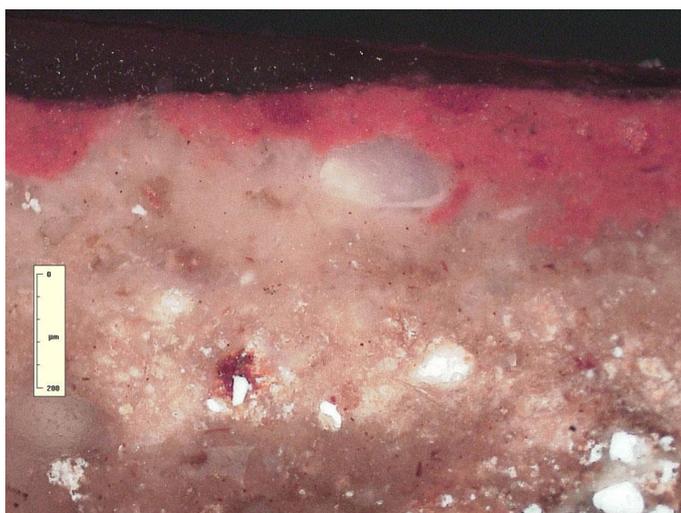


Figure 3. Coupe stratigraphique d'un fragment d'enduit peint de la période tardo-hellénistique, monochrome à base d'ocre rouge appliquée *a fresco* et polie, fouille du collège Vieux-Port (section polie, lumière polarisée).

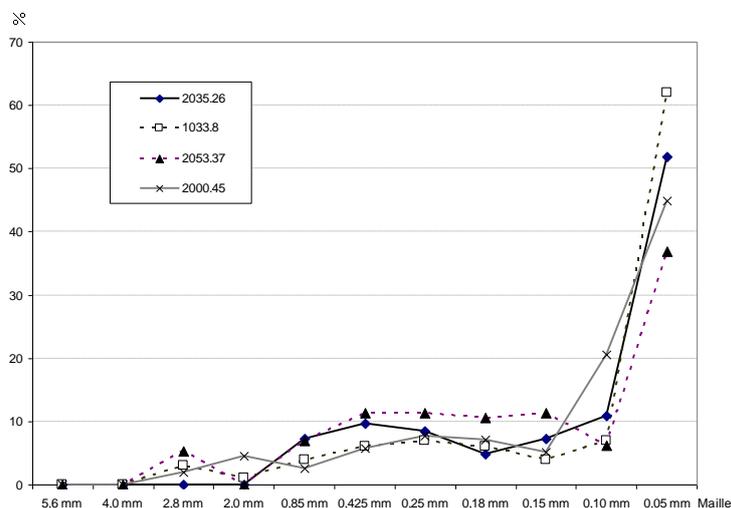


Figure 4. Fouille Collège Vieux-Port, enduits tardo-hellénistiques : distribution granulométrique des agrégats sur quatre fragments d'enduit peint (médiane 0.15 – 0.18 mm).

4.2. Marseille romaine

Cinq chantiers récents permettent de relever quelques traits spécifiques à cette période :

- Rue de la République Nord : en remblais dans une possible boutique (chantier dirigé par B. Sillano, INRAP, 2006),
- Rue François Moisson : en démolition dans une *domus* (chantier dirigé par B. Sillano, INRAP, 2006),
- Place du Refuge : en remblai ou démolition dans de l'habitat (chantier dirigé par L.-F. Gantès, archéologue municipal, 2006),
- Place de la Madeleine : en remblai dans de l'habitat (chantier dirigé par L.-F. Gantès, 2006-2007),
- Rue Trinquet : en place dans un espace balnéaire ou d'habitat (chantier dirigé par F. Paone, INRAP, 2007).

4.2.1 La couche picturale : décors et pigments utilisés

Entre la fin du Ier. s. av. J.-C. et la fin du IIIème s. ap. J.-C., les décors semblent évoluer d'une certaine sobriété vers plus de raffinement.

Sur le chantier de la Rue de la République Nord, dans des remblais datés de la fin du Ier s. ap. J.-C., les principaux motifs reconnus sur les fragments, peu nombreux, sont des filets ou bandes rouges sur fond rouge ou blanc (Fig.5). Deux échantillons étaient également peints en bleu-vert à base de bleu égyptien.



Figure 5. Décor à filet et bandes multicolores, période romaine (fin du Ier s. – début IIème s. ap. J.-C., fouille rue François Moisson).

Sur le chantier de la Place du Refuge, dans un contexte de démolition ou remblai, daté du Ier s. av. – Ier s. ap. J.-C., on retrouve essentiellement des décors de filets ou bandes rouges ou noires sur fond blanc.

Deux schémas de décoration ressortent du site F. Moisson, *domus* romaine. On trouve un premier groupe d'enduits couverts de décors plus fins et complexes, avec des filets et des bandes et des motifs végétaux de fleurs et feuilles, utilisant une gamme variée de coloris, datés au moins de la fin du Ier s. – début IIème s. ap. J.-C.. Le second groupe est constitué de fragments majoritairement monochromes ou bi-chromes : bleu et bleu / bordeaux, et ocre rouge ou bordeaux. Ils ont été trouvés dans la même couche de démolition que les fragments du premier groupe. Le bleu est un bleu égyptien. Toutefois, il n'a pas été utilisé pur comme dans le cas des échantillons du site de la période grecque archaïque du Collège Vieux-Port, mais broyé plus finement et mélangé à une terre verte (céladonite ou glauconite).

Les couleurs les plus fréquentes sont le rouge : ocre rouge à base d'hématite, quartz, calcite et kaolinite ; le bleu : bleu égyptien mélangé à une terre verte (céladonite ou glauconite), avec deux tonalités bleu-vert ou bleu-gris ; le blanc : calcite. Ensuite on trouve en quantité moindre : la couleur jaune à base d'ocre jaune (goethite), associée à la kaolinite, une phase illite/mica et des smectites ; une couleur rose à base de calcite et d'ocre rouge ; une couleur orange qui serait à base de minium ; une couleur vert foncé à base de terre verte (glauconite ou céladonite); et noir.

Au milieu du IIème s. ap. J.-C.- fin IIIème s. ap. J.-C., les fragments provenant du chantier de la rue Leca, étudiés par M. et R. Sabrié (1998) permettaient de reconstituer des panneaux avec décor peint de cercles concentriques, guirlandes, scandés par des médaillons figurés appartenant au style de la 1^{ère} moitié du IIIème s. ap. J.-C.

Certaines identifications de pigments se sont avérées difficiles et nécessiteront des compléments d'analyse dans la suite de l'étude pour être confirmées ou précisées. Par exemple, la nature du pigment jaune sur un fragment provenant du chantier de la Place de la Madeleine n'a pas pu être déterminée par diffraction et a été identifiée en microscopie Raman

comme du Jaune de mars, surtout connu comme pigment synthétique à base d'oxyde de fer (goethite) pur utilisé au XIX^{ème} s. selon la littérature. Les fragments de couleur bordeaux du chantier Rue François Moisson contiendraient outre l'hématite et le cinabre, un sulfure d'arsenic (orpiment ?), une association soufre et arsenic ayant été mise en évidence dans les microanalyses élémentaires par EDS. Pour les filets jaune pâle des fragments de la Rue François Moisson, seule la calcite a été identifiée par diffraction des rayons X, le pigment jaune (ocre jaune ?) ayant probablement été employé en trop faible quantité pour être détecté par cette technique d'analyse.

4.2.2 Tracés préparatoires

Des tracés préparatoires à la mise en place de la couche picturale pour délimiter des champs ou localiser des détails, ont été remarqués sous forme de trait de couleur rouge ou de trait incisé dans l'intonaco.

4.2.3 La couche de préparation : l'intonaco

La couche d'*intonaco* est généralement blanche, contenant beaucoup de calcite (chaux carbonatée) et un peu de sable siliceux très fin. Cette couche fait moins de 0,5 mm d'épaisseur, sauf pour le chantier de la rue François Moisson où elle fait 2 à 5 mm d'épaisseur.

On peut cependant noter quelques fragments avec une couche d'*intonaco* rose sous la couche picturale jaune (chantier de la Rue de la République). Pour les nombreux fragments peints en bleu égyptien la couche d'*intonaco* est grise. Une analyse au MEB/EDS a montré sur la section polie de l'*intonaco* gris d'un échantillon du chantier de la Rue François Moisson, de fortes proportions de calcium, oxygène et carbone probablement combinées sous la forme de calcite et un peu de silicium indiquant la présence possible du quartz. La couleur grise provient vraisemblablement d'un ajout de cendres fines. H. Béarat indiquait qu'il avait rencontré quelques exemples d'*intonaco* foncé utilisé pour vivifier le pigment finement broyé de bleu égyptien (Béarat H., 1997).

Des traces de peigne laissées dans la couche d'*intonaco* ont été observées sur certains fragments. Les stries observées dans un fragment du chantier de la rue de la République font 0,8 mm de large. Y. Dubois (1997) mentionnait des stries de 1,5 mm sur mortier. Ces stries constitueraient des repères de motifs et donneraient ainsi l'emplacement, situant par exemple, une frise, des arcatures ou des motifs spécifiques. Le fond brossé serait surtout attesté dès le 2^{ème} tiers du II^{ème} s. jusqu'au milieu du III^{ème} s. ap. J.-C.. Toutefois, A. Barbet mentionne une occurrence au milieu du I^{er} s. ap. J.-C. (Dubois Y., 1997).

4.2.4 Fresque

La fixation des pigments, pour la couche de fond, a vraisemblablement été faite sur le mortier frais (Fig. 6), a buon fresco : la chaux éteinte (Ca(OH)₂) est entraînée par l'évaporation de l'eau vers la surface, en traversant la couche picturale et en enrobant les pigments. En entrant en contact avec le gaz carbonique contenu dans l'air, du carbonate de calcium (calcite) se forme, dans lequel les pigments se trouvent pris : $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (MORA et PHILIPPOT, 1977). L'adjonction d'une petite quantité de sable évite la fissuration de la couche picturale et améliore le polissage. Aucune analyse n'a été faite pour identifier le liant des éléments de décor, filets et bandes, motifs végétaux, sur la couche de fond.



Figure 6. Coupe stratigraphique d'un fragment d'enduit peint de la période romaine, monochrome à base d'ocre rouge appliquée à fresco (section polie lumière polarisée), fouille rue de la République nord (fouille Rue de la République Nord, fin du I^{er} s. ap. J.-C.)

4.2.5 Le mortier-support : l'arricio

Dans le cas des enduits peints romains, le mortier est à base de chaux et de sable. Sur certains chantiers, du tuileau ou de la cendre ont été ajoutés.

Nos examens montrent que ces enduits sont étalés en une ou deux couches, d'une épaisseur moyenne totale de 12 mm, plus rarement 20-30 mm. Les sept couches préconisées par Vitruve pour la réalisation des peintures murales n'ont jamais été observées. L'agrégat, est plus grossier qu'à l'époque hellénistique. Alors qu'à l'époque hellénistique, pour le chantier du collège Vieux-Port, on notait une médiane à 0,15-0,18 mm, pour les chantiers de la Rue de la République et Rue F. Moisson, la médiane est à 0,85 mm (Fig. 7). Cet agrégat est constitué, au moins partiellement, de sable marin contenant des spicules d'oursin. Le ratio chaux / sable est également inversé : il passe de 2 / 1 à 1 / 2.

On perçoit aussi une évolution dans la recherche de l'hydraulicité, ou du moins du traitement pour accroître l'étanchéité. Pour les enduits hellénistiques du Collège Vieux-Port, de la chaux, rosâtre, légèrement hydraulique, probablement par utilisation d'un calcaire argileux, était attestée.

Sur le chantier du Refuge, le mortier est blanc, utilisant une chaux blanche et ne contient pas de tuileau.

Pour les chantiers de la Rue de la République et Rue François Moisson, le mortier est blanchâtre et contient un peu de poussière de tuileau.

Dans le chantier de la Rue Trinquet, de la cendre a été ajoutée à la chaux et au sable. Vitruve (Livre VII, ch. 4) proposait d'ajouter de la cendre à la réalisation des sols en zone humide. Dans leur étude sur l'emploi de la terre crue dans l'habitat Gallo-romain à Nîmes, Chazelles et Poupet (1984) mentionnaient trois sites employant ce mélange de chaux et cendre, « vraisemblablement destiné à pomper l'eau du mur ».

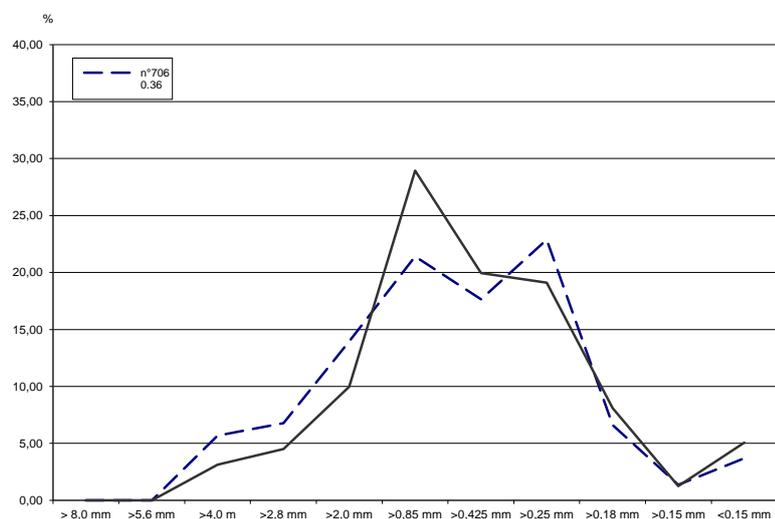


Figure 7. Fouille François-Moisson (fin du Ier s. – début IIème s. ap. J.-C., fouille rue François Moisson) : distribution granulométrique des agrégats de deux fragments d'enduits peints romains (médiane 0.85 mm).

4.2.6 Accrochage à la paroi

Quand support et enduit sont de même nature (chaux ou terre), l'adhérence pose peu de problème. Par contre, si le support est de terre et le mortier de chaux et sable il devient nécessaire de pratiquer un système d'accrochage. Deux techniques ont été observées à Marseille : celle du rainurage et celle d'adjonction de fragments de céramique.

Pour le chantier de la Rue Moisson, on observe sur certains fragments de chaux et sable des traces de stries, espacées de 20 à 30 mm. On peut supposer donc que la paroi était en terre.

Pour le chantier de la rue Trinquet, les enduits étaient en place : sur une paroi de terre des fragments de céramique jouaient le rôle d'accrochage, et étaient pris dans la couche de mortier de chaux, sable et cendre. Ils pouvaient aussi accentuer l'étanchéité en milieu humide. Chazelles (de) et Poupet, (1984) mentionnaient aussi l'emploi de ces types d'accrochage sur plusieurs sites, dont certains à Nîmes (Sabrié, 1987).

5. CONCLUSIONS

Les résultats présentés concernent l'analyse des fragments d'enduits peints découverts en fouille à Marseille depuis 2005. Ces recherches sont basées sur des analyses systématiques de la couche de couleur et de son support en utilisant des techniques d'analyse ou de micro-analyse non destructives ou micro-destructives.

Même si les investigations n'en sont qu'à leur début, les premiers résultats acquis apportent d'ores et déjà des précisions sur les techniques employées, et leur évolution, ainsi que sur les matériaux de construction et de décoration. Le nombre limité de chantiers ne permet cependant pas encore d'affirmer une typologie, même si semblent apparaître déjà quelques éléments caractéristiques de certaines phases chronologiques :

Période grecque archaïque : utilisation du bleu égyptien pur, d'ocre rouge sans phases argileuses, décor à motifs ovoïdes, et de bandes, couche de préparation à base de terre, enduit-support à base de terre dolomitique ;

Période grecque tardo-hellénistique : fragments monochromes, ocre rouge essentiellement avec kaolinite en traces, *intonaco* blanc avec application des pigments *a fresco* et polissage, enduit-support à base de sable fin (médiane 0.15 – 0.18 mm) et chaux faiblement hydraulique (calcaire argileux) ;

Période romaine : filets ou bandes colorées sur fond rouge ou blanc, utilisation du bleu égyptien mélangé à une terre verte, ocre rouge avec kaolinite en traces, ocre jaune, *intonaco* blanc en général, mais rose sous un jaune, gris sous les bleus avec application des pigments des fonds *a fresco*, enduit-support à base de sable moyen (médiane 0.85mm) et de chaux avec ajout de cendres ou tuileau selon les sites.

Nous prévoyons d'étendre les analyses aux collections d'anciens chantiers déposées au dépôt archéologique municipal, et futurs chantiers, l'objectif étant d'établir un corpus chronologique des enduits peints sur Marseille. Le regroupement des collections marseillaises dans le dépôt archéologique municipal devrait faciliter ce développement de notre recherche vers les chantiers les plus anciens.

A terme, la confrontation des résultats de nos investigations devrait déboucher sur des interprétations relatives à la mobilité des techniques, aux trafics commerciaux de pigments et nous renseigner sur l'évolution du goût, des décors, des modes et influences à Marseille.

Ce travail de recherche, qui évolue au rythme des découvertes archéologiques, nous permettra ainsi de comprendre des aspects encore inconnus du cadre de vie de cette importante cité, sur une très longue période créative.

Les résultats présentés s'insèrent dans un programme de recherche qui est basé sur la collaboration d'archéologues et de scientifiques. Les scientifiques apportent leurs connaissances géologiques, pétrographiques et minéralogiques, leurs moyens d'observation et leurs moyens analytiques performants qui autorisent des caractérisations minéralogiques, chimiques et physiques des matériaux archéologiques. Les archéologues ont localisé et daté le plus précisément possible les fragments qui sont étudiés. Cela permet d'inscrire les données analytiques obtenues dans une perspective chronologique, selon un contexte espace – temps connu, voire de les relier à d'autres études sur d'autres sites et à d'autres techniques. La collaboration qui a été initiée s'avère fructueuse et prometteuse. L'orientation archéologique des investigations est préservée. La complémentarité des compétences garantit la qualité des données archéologiques et des données analytiques collectées ainsi que la justesse de leur exploitation.

NOTES

1 Inrap : Institut national de recherches archéologiques préventives.

2 CNRS : Centre national de recherche scientifique

REFERENCES

BEARAT H. (1997). Quelle est la gamme exacte des pigments romains ? Confrontation des résultats d'analyse et des textes de Vitruve et de Pline. In : *Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting*, Fribourg, p. 24.

(DE) CHAZELLES C.A. (1997). Les maisons en terre de la Gaule méridionale, Monographies Instrumentum 2, Ed. M. Mergoïl.

(DE) CHAZELLES C.A. & POUPET P. (1984). *RAN*, XVII.

DANDRAU A. (1997). La construction en terre dans le monde égéen au Néolithique et à l'Age du Bronze : les matériaux et leurs propriétés, thèse Université Paris, I, p. 91-96, 143-144 et 268-271.

DUBOIS Y. (1997). Les villae gallo-romaines d'Orbe-Bosceaz et d'Yvonand-Mordagne : observations sur les techniques de préparation et de réalisation des parois peintes, in *Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting*, Fribourg, p. 162-165.

MORA P. & PHILIPPOT P. (1977). La conservation des peintures murales, p. 14.

SABRIE R. & M. (1998). In Conche Fr., DFS de sauvetage, 9 rue J.-F. Leca, 1994-1995, SRA PACA, pp. 253-256 vol. 1, pl. pp. 200-203 vol. 2.

SABRIE M. & R. (1987). Décorations murales de Nîmes romaine, groupe B fonds ancien du musée, n°07.48.1 (figure 23,2) p. 316 et Fontaine des bénédictins : n° NM82. FB.4002 (A), (B), (C), fig.23, 6a et 6b, p.318.

VITRUVÉ (????). Les dix livres d'architecture, livre VII, chap.3, 8, livre II chap. 5

DONNEES PRELIMINAIRES SUR LES ANCIENNES CARRIERES DU SITE ANTIQUE DE VOLUBILIS (MAROC)

M. EL RHODDANI¹, Said KAMEL¹, D. DESSANDIER², M. VARTI-MATARANGAS³, L. LEROUX⁴, R. MAHJOUBI¹ & R. BOUZIDI⁵

¹Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc (skamels@yahoo.fr)

²BRGM, Marseille, France

³Institute of Geology and Mineral Exploration, Athens, Greece

⁴Laboratoire de Recherches des Monuments Historiques, Champs sur Marne, France

⁵Conservation de Volubilis, Zerhoun, Maroc

RESUME : La reconnaissance des carrières antiques est basée notamment sur l'existence des traces d'outils utilisés à l'antiquité pour l'extraction des blocs. En se basant sur la bibliographie et une prospection sur le terrain, il a été permis de retrouver 7 anciennes carrières. Dans certaines, les traces d'extraction sont nombreuses et indubitables (traces de coins, saignées, redans, blocs prêts à être détachés, grosses pierres équarries et abandonnées), alors que d'autres carrières présentent des traces plus douteuses altérés par la dissolution.

L'étude pétrographique montre que les matériaux carbonatés échantillonnés au niveau de ces carrières présentent une grande variation du faciès d'une carrière à l'autre, alors que les microfaciès sont généralement comparables au sein d'une même carrière : légère variation de la base vers le sommet des affleurements traduisant ainsi un changement de milieu de dépôt.

MOTS CLÉS : Volubilis, Pierre, Construction, Anciennes carrières, Faciès.

ABSTRACT : The recognition of the ancient carries, is notably, based on the existence of the traces of tools used in antique for the extraction of blocks. By being based on bibliography and exploration on the field, it was allowed to find ancient 7 carries.

In some, the traces of extraction are numerous and indubitable (traces of corners, bled, blocks ready to be detached, big squared off and abandoned stones), while other carries introduce more suspicious traces corrupted by dissolution.

Petrographic study shows that carbonates materials sampled in these carries show a big variation of the facies from a carries to the other one, while microfacies are in general comparable within the same carry: light variation of the foundation towards the summit of outcrops translating so a change of middle of store.

KEY WORDS: Volubilis, Stone, Building, Ancient carries, Facies.

1. INTRODUCTION

La ville antique de Volubilis est située à 3 km à l'ouest de la ville de Moulay-Idriss-Zerhoun, à une trentaine de kilomètres au nord de Meknès. Le site occupe un plateau triangulaire marneux, à la limite d'une vaste plaine et du massif montagneux de Zerhoun, dominant de 500 à 800 m. La ville antique est assise à 390 m d'altitude en moyenne, sur un petit plateau relié au massif par une pente douce.

Le massif de Zerhoun offre des séries épaisses à faciès variés (série carbonatée du Lias supérieur - Bajocien, corniches molassiques du Miocène) qui furent largement exploitées dans l'Antiquité. Le site de Volubilis n'étant éloigné de ces formations que de 2 à 7 km. Quand aux marnes miocènes sur lesquelles repose la ville, elles furent recherchées par les potiers et les fabricants de briques crues.

Pendant cinq siècles d'activité architecturale du site de Volubilis, de nombreuses carrières ont été exploitées pour fournir aux maçons de Volubilis un cubage considérable de pierre de taille et moellons.

Dès la fondation de la cité, les tailleurs de pierre exploitèrent plusieurs gisements de roches calcaires, dont le plus important est le massif du Zerhoun qui a fourni les matériaux indispensables à la construction de la ville. De nombreuses carrières sont encore visibles aux alentours du site.

2. TRAVAUX ANTERIEURS

L'origine des matériaux mis en œuvre sur le site de Volubilis a été l'une des préoccupations des archéologues. Les premières investigations remontent à 1950 par R. Etienne qui s'est intéressé plus particulièrement aux calcaires des carrières de Moulay Idriss Zerhoun. Ensuite, les travaux de G. FERAY & R. PASKOFF en 1960 ont donné un premier aperçu des autres anciennes carrières en se basant sur les traces d'outils et d'exploitation et ont décrit de manière visuelle la nature pétrographique des matériaux de ces exploitations. Cependant, les nomenclatures avancées par ces archéologues pour les différents faciès restent arbitraires sans études pétrographiques complètes.

3. CARACTERISTIQUES DES ANCIENNES CARRIERES

Les anciennes carrières présentent les particularités habituelles qui aident à les reconnaître. Plusieurs fronts de taille témoignent d'une activité humaine, comme les carrières d'Aïn Schkor et Moulay Idriss Zerhoun, où les traces d'extraction sont nombreuses. Les principales traces d'exploitation rencontrées sont : traces de coins, saignées, redans, blocs prêts à être détachés, grosses pierres équarries et abandonnées, contrepoids de pressoirs en cours de façonnement in situ. Des plans, inclinés, taillés dans les couches dans le sens du pendage.

4. MATERIEL ET METHODES

L'objectif du présent travail est de rechercher les anciennes carrières, pour caractériser les matériaux dans le but de les comparer avec ceux des matériaux de construction de la ville de Volubilis, en vue d'élaborer une méthodologie de restauration. Cette étude rentre dans le cadre du projet MEDISTONE (programme de recherche de la Commission Européenne - FP6-2003-INCO-MPC-2 - Contrat n°015245) dont l'objectif est de contribuer à la préservation des édifices en pierre de sites antiques méditerranéens.

Précisément, cette étude consiste à étudier les anciennes carrières dans la région de Volubilis (Fig. 1)

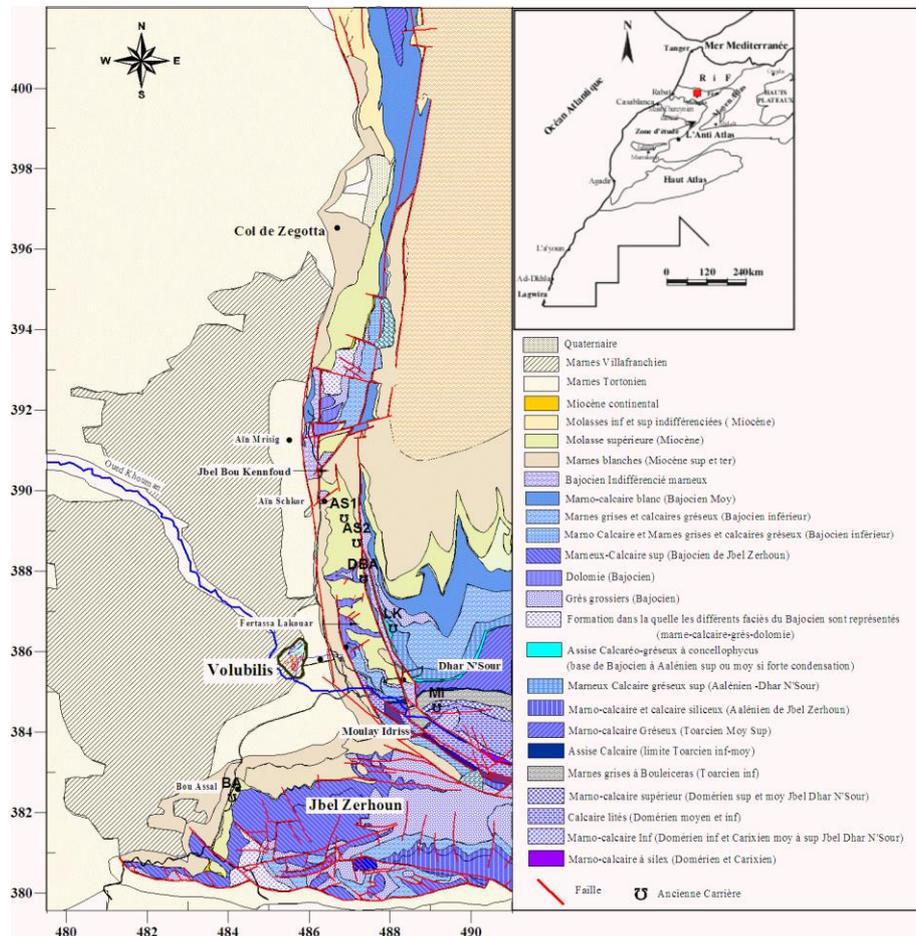


Figure1. Cadre géologique local de site de Volubilis (J-C FAUGERES, 1978 modifié) avec emplacement des anciennes carrières (AS=Ain Schkor ; DBA=Dhar Ben Abdalah ; LK=Lakouar ; MI=Moulay Idriss ; BA=Bou Assal)

Dans ce travail, nous nous intéresserons à :

- localiser géographiquement les carrières ;
- identifier le niveau stratigraphique des matériaux des anciennes carrières ;
- déterminer la nature pétrographique des matériaux;
- définir les caractéristiques physiques, chimiques et isotopiques des matériaux.

Les échantillons prélevés dans différentes anciennes carrières ont subi diverses analyses réalisées dans les laboratoires du BRGM à Orléans (France).

L'étude sur lames minces est faite au moyen d'un microscope optique polarisant OLYMPUS BH2 (grandissement x100 à x400) couplé à une caméra CCD SONY et système d'acquisition d'image OLYMPUS Pégase. La définition pétrographique de chaque pierre est basée sur les classifications usuelles des roches sédimentaires (DUNHAM, 1962 ; SCOLARI & LILLE, 1973).

L'étude minéralogique et pétrographique par diffraction au Rayons X a été réalisée avec un diffractomètre SIEMENS D5000 automatisé à Tube de Cobalt ($\lambda \text{ K}\alpha 1 \approx 1,789 \text{ \AA}$) et le logiciel DIFFRACplus. Elle a été réalisée sur roche totale et fraction argileuse. Celles-ci sont montées sur lames orientées normales, glycolées pendant 12 heures en tension de vapeur puis chauffées à 490°C pendant 4 heures.

La détermination de teneur en carbonates (carbonatométrie) est faite par un calcimètre Bernard (suivant procédure BRGM et norme NFX31-105).

5. RESULTATS

5.1 Carrière de Bou Assal

Située près du village de Bou Assal, cette petite carrière, de coordonnées Lambert X=484.203 / Y=382.059 / Z=525m, est implantée dans la molasse miocène où elle se présente sous deux faciès :

- calcaires marneux bioclastiques légèrement gréseux, jaunâtres ou blanchâtres, faciès sans traces d'exploitation (échantillon BA1).
- calcaires gréseux légèrement marneux, se localise latéralement à environ 200m par rapport au faciès précédant avec des traces d'extraction de la pierre (échantillon BA2). Cette molasse constitue une barre massive très compacte aux alentours de Volubilis.

Quelques traces d'exploitation ont été repéré (Planche 1): blocs prêts à être détachés, traces de coins, saignées, front de taille qui ne dépasse pas 0,5m. L'implantation du village de Bou Assal fait disparaître plusieurs fronts de taille ainsi que les traces d'ancienne exploitation de cette carrière.

L'analyse des échantillons montre que cette molasse est riche en calcite (BA1 ; 83,1% et BA2 70,3% de CO_3Ca). L'analyse diffractométrique a livré les résultats suivants :

Carrières	Echantillons	Résultats d'analyse
Bou Assal	BA1	- calcite abondante - quartz en traces à faible - microcline en traces

		- <i>illite et/ou micas possibles en traces</i>
	BA2	- <i>calcite abondante</i> - <i>quartz faible</i> - <i>microcline en traces</i> - <i>fraction phylliteuse en traces à faible et représentée par (sur base 100) :</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>interstratifié smectite/chlorite : ~ 17%</i>• <i>palygorskite : ~ 39%</i>• <i>illite et/ou micas : ~ 30%</i>• <i>kaolinite : ~ 14%</i>

Ces résultats montrent que le faciès BA2 est phylliteux et moins riche en quartz que BA1, donc il se taille facilement que BA1 ; ce qui justifie son choix par les exploitants ;



Front de taille attaquant un affleurement de molasse

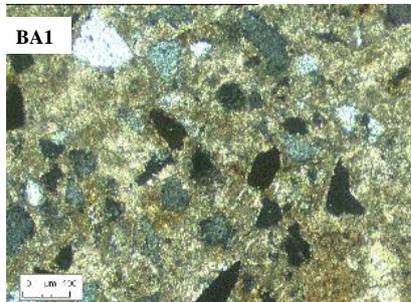
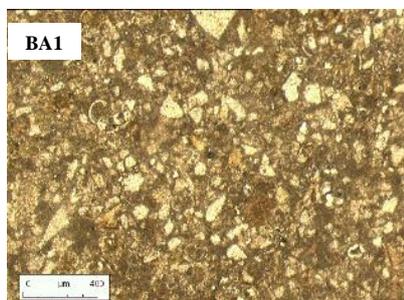


Trace de saignée détériorée

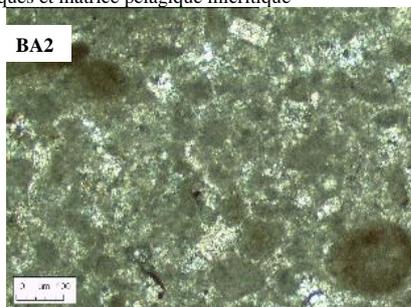
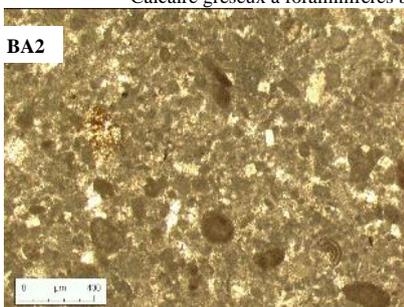


Détachement d'un bloc par deux saignées perpendiculaires

Planche 1. Ancienne carrière de Bou Assal



Calcaire gréseux à foraminifères benthiques et matrice pélagique micritique



Calcaire marneux à pellets et bioclastes et matrice micritique à microsparitique

Planche 2. Microfaciès de la carrière de Bou Assal

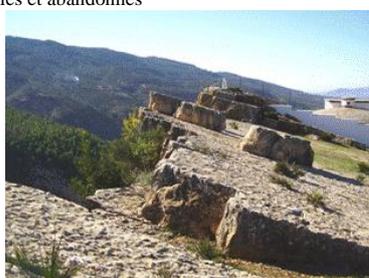
5.2. Carrières de Moulay Idriss Zerhoun

De coordonnées Lambert X=489.489 / Y=384.297/ Z=620m), cette zone de carrières est située dans la partie supérieure de la ville de Moulay Idriss Zerhoun où les couches calcaires présentent une structure monoclinale et une stratification de direction N130 de pendage 20° à 30° inclinées vers le NNE. Les couches supérieures sont exploitées de manière verticale et horizontale au plan de stratification. L'épaisseur des blocs extraits est égale à l'épaisseur de la strate allant de 50cm à 1m environ. La formation exploitée est sous forme de strates bien distinctes de nature carbonatée, séparées par des interlits marneux. Ce sont des calcaires durs pelloïdals beiges gris, bien lités d'âge liasique (Domérien).

Les couches en place montrent des traces d'exploitations typiquement romaines (planche 3) : traces de coins, blocs prêts à être détachés, blocs et colonnes taillés et abandonnés.



Fragments de colonnes taillés et abandonnés



Blocs taillés et abandonnés



Marques de coins placés horizontalement à la strate

Marques de coins placés verticalement à la strate



Vue panoramique du massif de Zerhoun

Planche 3. Anciennes carrières de Moulay Idriss Zerhoun

Le faciès est un calcaire dur de couleur grise contenant d'après les analyses calcidolométrique sur les échantillons sélectionnés les proportions en carbonates suivants :

Carrières	Echantillons	% Calcite CO ₃ Ca	% Dolomite CO ₃ Mg	% Calcite+Dolomite
Moulay Idriss	ZSK	96,6	0,0	96,6
	V-CA1	98,2	0,0	98,2
	V-CA2	98,2	0,0	98,2
	V-CA4	94,6	3,3	97,9
	V-CA5	98,2	1,6	99,8

D'après ces résultats, on constate que ces calcaires sont presque purs (94% à 98% de CO₃Ca) avec une faible proportion en dolomite (phénomène de dolomitisation). Le microfaciès est illustré par les planches suivantes:

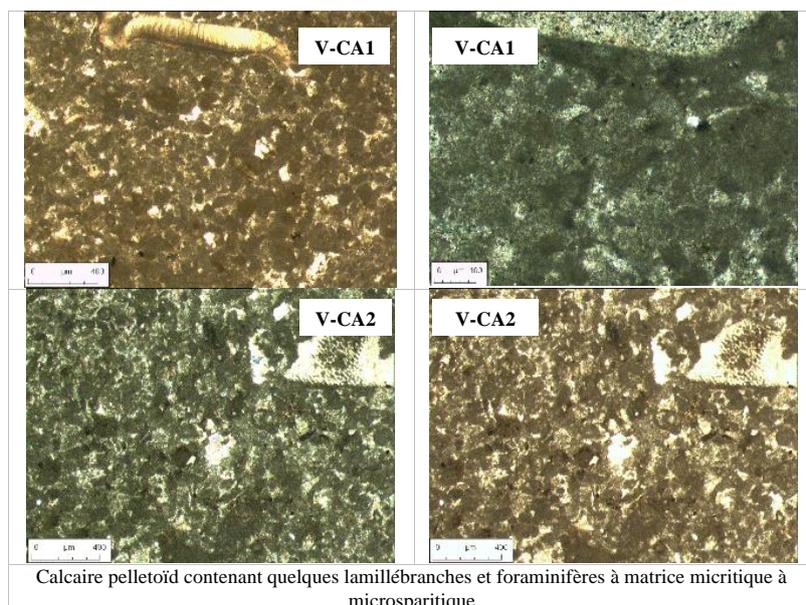
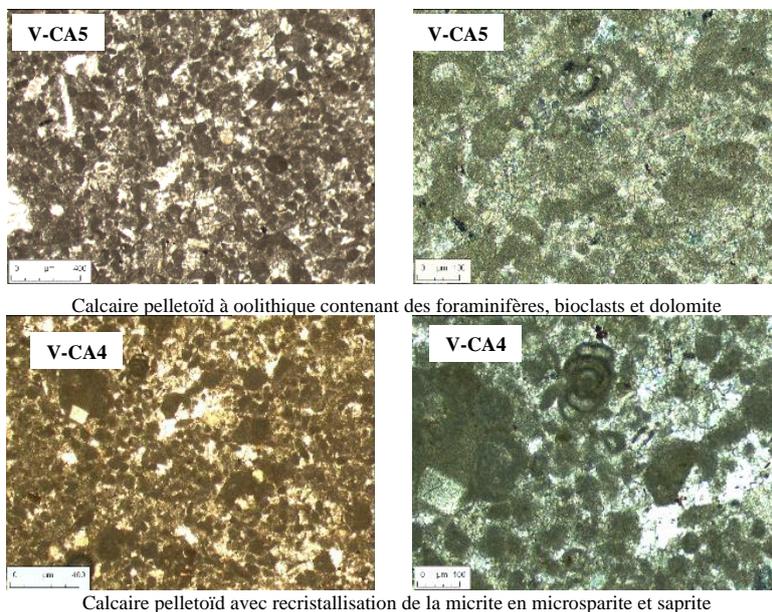


Planche 4. Microfaciès de la carrière de Moulay Idriss Zerhoun



Calcaire pelleté à oolithique contenant des foraminifères, bioclasts et dolomite

Calcaire pelleté avec recristallisation de la micrite en microsparite et saprite

et dolomitisation de calcite

Planche 5. Microfaciès de la carrière de Moulay Idriss montrant une dolomitisation partielle de la calcite

Les résultats d'analyse par diffractométrie des rayons X sont présentés dans le tableau suivant :

Carrière	Echantillons	Résultats d'analyse
Moulay Idriss Zerhoun	V-CA1	- calcite très abondante - quartz en traces
	V-CA2	- calcite très abondante - quartz en traces
	V-CA3	- calcite abondante - quartz en traces - plagiolase en traces <ul style="list-style-type: none"> • interstratifié smectite/chlorite seule: ~ 49% • illite et/ou micas : ~ 26% • kaolinite : ~ 24%
	V-CA4	- calcite très abondante - quartz en traces
	V-CA5	- calcite très abondante - quartz en traces

D'après ces résultats, on remarque que pour tous les échantillons, le quartz est très rare dans tous les échantillons alors que la fraction phylliteuse n'est détectée que dans le faciès V-CA3. La dolomite dans l'échantillon montre qu'il est de proportion très faible ; de ce fait, il n'existe qu'en quelques cristaux observables au microscope optique polarisant.

5.3. Carrières d'Aïn Schkor

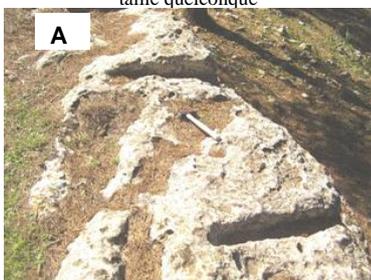
De coordonnées Lambert X=486.852 / Y=389.374 / Z=475 à 550m. Dans cette zone on distingue plusieurs anciennes carrières. Elles sont de diverses dimensions et se situent à des niveaux différents sur le versant ouest du Jbel Bou Kennfoud au Sud-Est de la source Schkor. Les traces d'exploitations sont nombreuses : front de taille, traces de coins, saignées, redans, blocs prêts à être détachés, grosses pierres équarries et abandonnées fronts de taille qui dépassent localement 2 m (planche 6).



Front de taille montrant l'extraction des pierres de taille quelconque



Front de taille montrant l'extraction des blocs équarris de grande taille



Front de taille présentant plusieurs saignées (A surface du front, B section verticale au front)



Front de taille présentant des saignées
perpendiculaires délimitant un bloc prêt à être
détaché

Bloc détaché et abandonné

Planche 6. Anciennes carrières d'Aïn Schkor

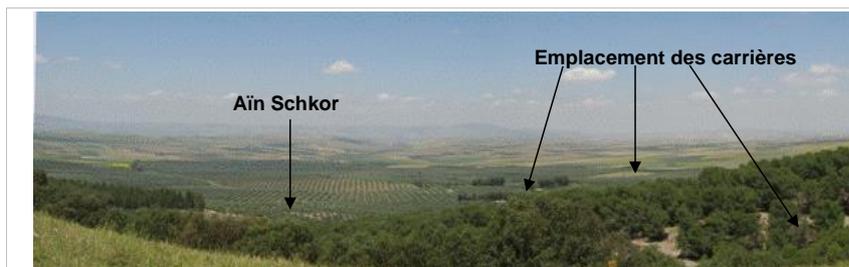


Planche 7. Vue panoramique de la zone d'Aïn Schkor et emplacement des anciennes carrières

La pierre exploitée est de la molasse miocène. Il s'agit d'une barre massive très compacte de calcaire bioclastique qui se développe sur toute la bordure ouest du versant (Fig. 2). L'analyse pétrographique des échantillons prélevés au niveau des sites exploités a permis de distinguer les faciès suivants :

- Calcirudite macroporeuse beige-rosé riche en minéraux terrigènes (planche 8A).
- Calcarénite beige-jaunâtre riche en minéraux terrigènes et bioclastes (planche 8B).

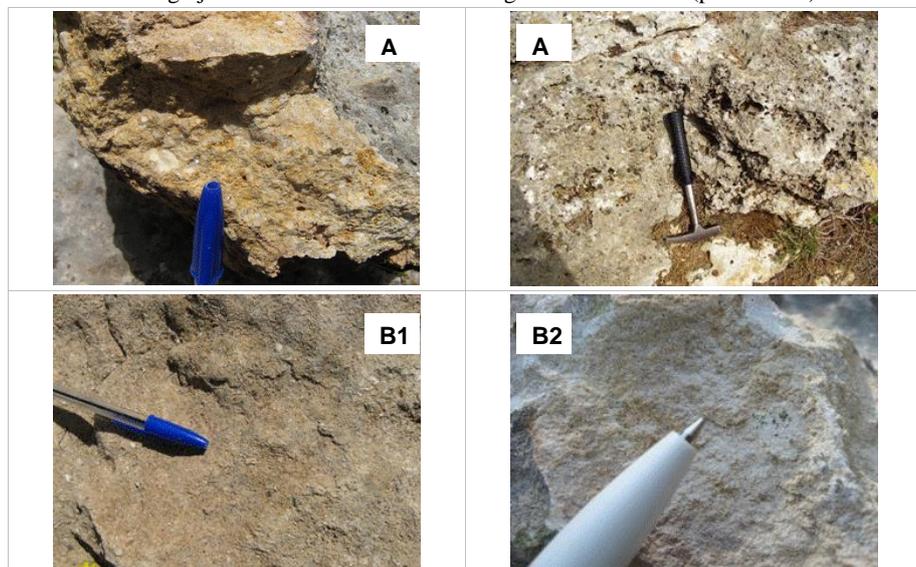




Planche 8. Macrofaciès des anciennes carrières d'Aïn schkor

L'analyse du microfaciès au microscope optique des échantillons prélevés est illustrée dans la Planche 9.

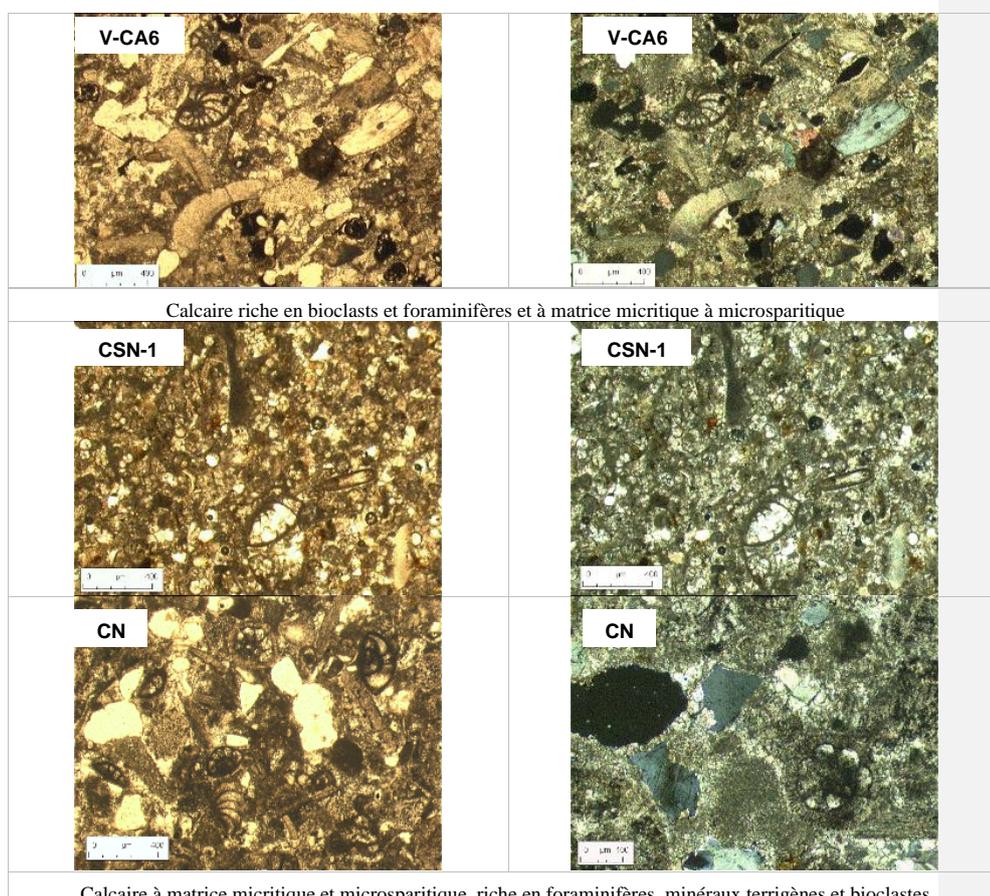


Planche 9. Microfaciès des matériaux extraits des carrières d'Aïn Schkor

Les résultats d'analyses des teneurs en carbonates des échantillons sont présentés dans le tableau suivant :

Carrières	Echantillons	% Calcite CO ₃ Ca	% Dolomite CO ₃ Mg	% Calcite+Dolomite
Aïn Schkor	V-CA6	87,7	1,6	89,3
	V-CA7	84,2	4,8	89
	CN	89,8	0,0	89,8
	CSN-1	89,7	1,6	91,3
	CSN-2	87,6	0,0	87,6

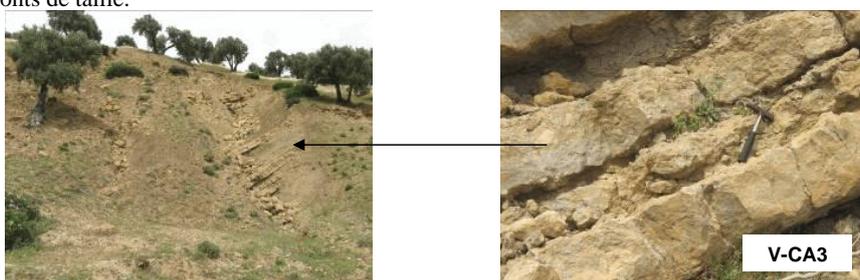
Ces données montrent que les faciès des carrières d'Aïn Schkor sont riches en carbonates avec 85% à 90% de CO₃Ca, et une proportion de dolomite qui varie de 1,5% à 4,5% seulement sur quelques faciès.

La composition minéralogique livrée par diffraction des rayons X est présentée par le tableau suivant :

Carrières	Echantillons	Résultats d'analyse
Aïn Schkor	V-CA6	<ul style="list-style-type: none"> - calcite abondante - quartz en traces - microcline en traces à faible - pas de fraction phylliteuse observée dans cet échantillon
	V-CA7	<ul style="list-style-type: none"> - calcite abondante - quartz en traces - microcline en traces - pas de fraction phylliteuse observée dans cet échantillon
	CN	<ul style="list-style-type: none"> - calcite abondante - quartz en traces à faible - microcline en traces - pas d'argiles identifiées
	CSN-1	<ul style="list-style-type: none"> - calcite abondante - quartz en traces à faible - illite et/ou micas possibles en traces
	CSN-2	<ul style="list-style-type: none"> - calcite abondante - quartz en traces à faible - microcline en traces - pas d'argiles identifiées

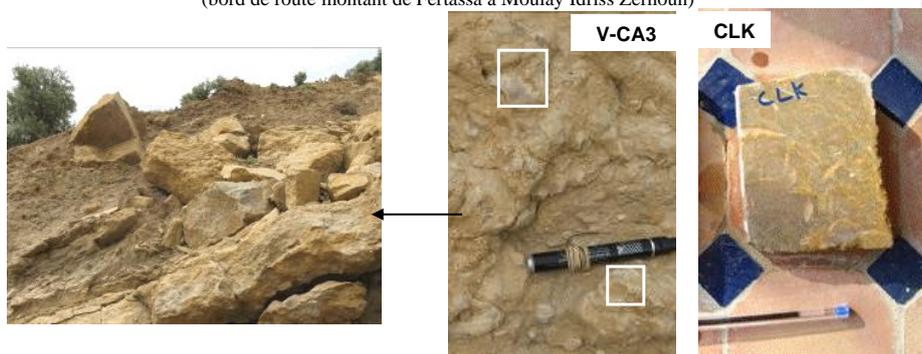
5.4. Carrière de Lakouar

Cette carrière, qui a pour coordonnées Lambert X=487,95 / Y=386,57 / Z=700m, est située au niveau du village de Lakouar. La pierre exploitée est de nature pétrographique différente de précédemment. À l’affleurement, la formation d’âge lias supérieur (Aalénien) se présente sous forme de calcaire gris-jaune à nombreux fossiles de bivalves, à patine jaune ocre. La formation se présentant en bancs pluri-décimétriques alternant avec des bancs marneux (planche 10). Etant donné sa situation au niveau du village, les indices d’exploitation de carrière sont moins visibles, et on peut relever quelques traces de coins plus ou moins agrandies par l’altération météorique ou par l’action anthropique. Il faut noter l’absence de fronts de taille.



Affleurement de calcaire jaune fossilifère séparé par des interlits marneux

(bord de route montant de Fertassa à Moulay Idriss Zerhoun)



Macrofaciès des calcaires fossilifères montrant des tests de bivalves (cadre en blanc)

**Planche 10. Calcaire –marneux gris-jaune riche en bivalves d’âge lias supérieur
(Matériaux exploités au niveau de la carrière de Lakouar)**

Le microfaciès des échantillons prélevé est illustré dans la planche 11 :

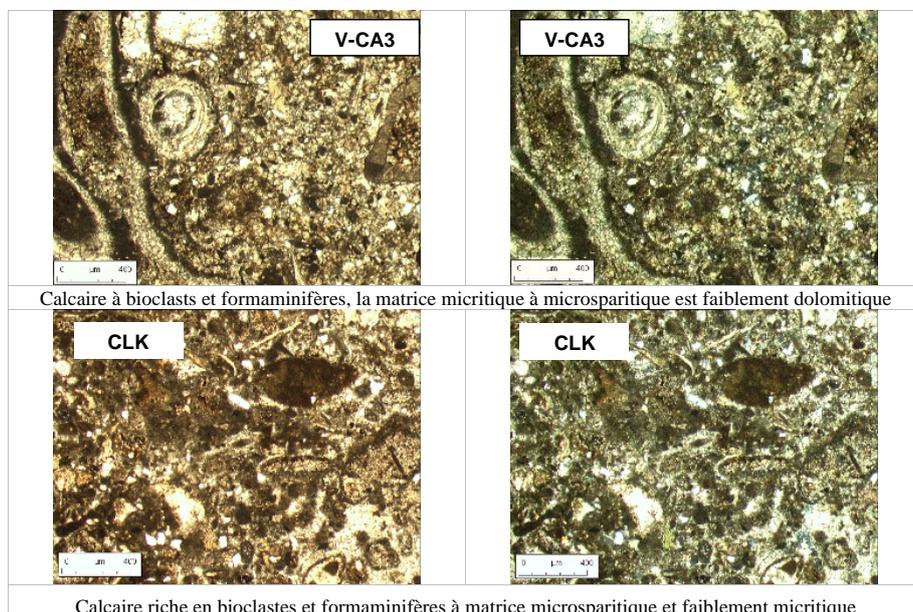


Planche 11. Microfaciès des calcaires jaunes fossilifères de la carrière de Lakouar

L'analyse des carbonates de ces deux faciès a donné les résultats suivants :

Carrières	Echantillons	% Calcite CO ₃ Ca	% Dolomite CO ₃ Mg	% Calcite+Dolomite
Lakouar	V-CA3	73,2	3,3	76,5
	CLK	95,6	0,0	95,6

Le faciès CLK est très riche en calcite (plus de 95%) par rapport au faciès V-CA3 qui contient quelques pourcents de dolomite. En outre, les analyses diffractométriques (tableau suivant) montrent que le faciès V-CA3 contient une fraction phylliteuse et quelques traces de plagioclases et quartz. Le faciès CLK est très compact par rapport au faciès V-CA3, de ce fait, on trouve quelques traces d'exploitation au niveau des affleurements du faciès CLK et qui sont absentes auaffleurement du faciès V-CA3.

Carrières	Echantillons	Résultats d'analyse
Lakouar	V-CA3	<ul style="list-style-type: none"> - calcite abondante - quartz en traces - plagioclase en traces - fraction phylliteuse faible et représentée par (sur base 100) : <ul style="list-style-type: none"> • interstratifié smectite/chlorite +/-chlorite seul: ~ 49% • illite et/ou micas : ~ 26%

		<ul style="list-style-type: none">• kaolinite : ~ 34%
	CLK	<ul style="list-style-type: none">- calcite abondante- quartz en traces à faible- pas d'argiles identifiées

5.5. Carrière de Dhar Ben Abdalah

De coordonnées Lambert : X=487,34 / Y=387,80 / Z=600m, cette carrière se trouve à environ 500 m des carrières d'Aïn Schkor, près de Douar Ben Abdalah. Elle se situe sur plusieurs niveaux en marches d'escaliers (Photo 9). La pierre exploitée montre deux faciès principaux distincts :

- Calcaire marneux plus au moins gréseux (molasse, échantillon CDBA2, planche12).
- Brèche à matrice carbonatée plus ou moins gréseuse (échantillon CDBA1, planche13).



Front de taille en marches d'escaliers et macrofaciès des pierres échantillonnées

Planche 12. Molasse de la Carrière de Dhar Ben Abdalah

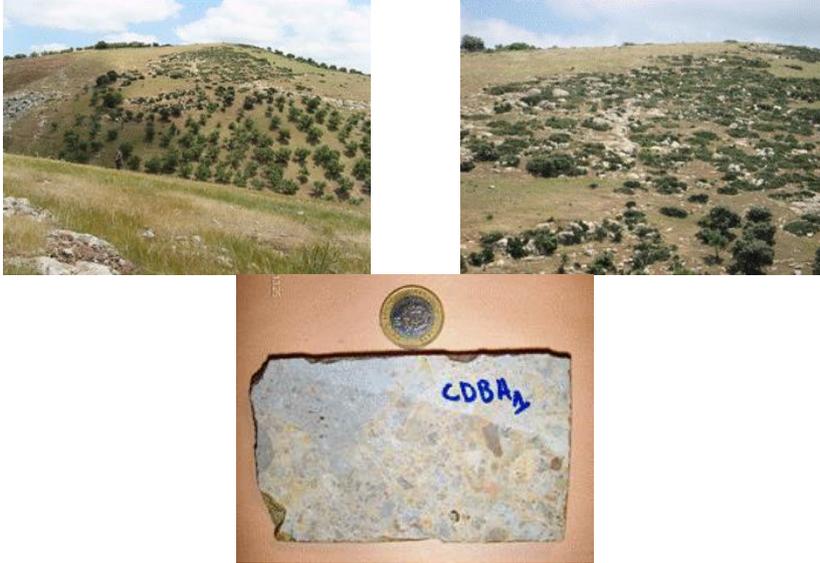


Planche 13. Brèches carbonatées en forme de moellons dans une zone broyée

Les traces d'exploitation sont peu nombreuses, on y rencontre des traces de coins ; vides laissées par l'extraction des matériaux, fronts de taille plus ou moins altérée, alors que d'autres traces sont douteuses en raison de l'altération et de l'action anthropique. L'emplacement de cette carrière et le macrofaciès des échantillons sont présentés dans la planche 12 et 13 :

Le microfaciès des échantillons prélevés est illustré dans la planche 14 :

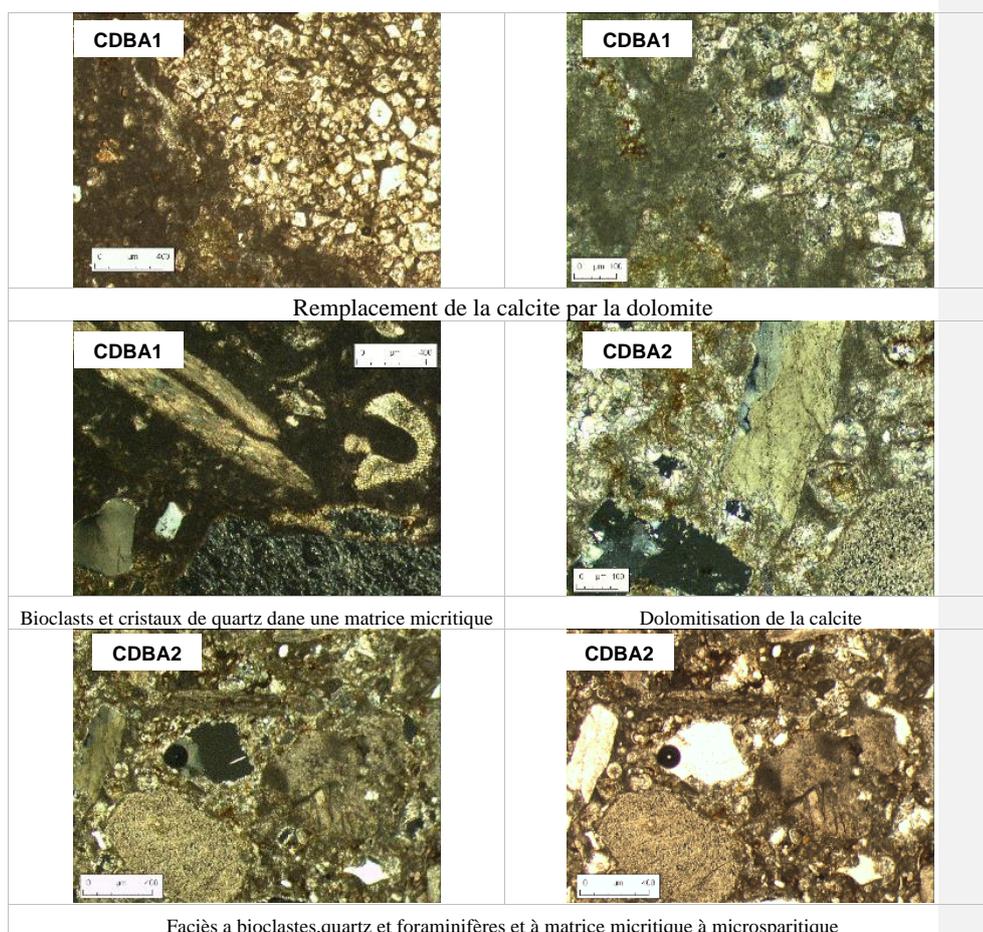


Planche 14. Microfaciès des pierres échantillonnées dans la carrière de Dhar Ben abdalah

L'analyse des carbonates des échantillons montre une proportion qui dépasse 80% en calcite et l'absence de dolomite, alors que l'analyse du microfaciès des lames minces montre une faible dolomitisation de la calcite (faciès CDBA1).

Carrières	Echantillons	%Calcite	%Dolomite	% Calcite + Dolomite
-----------	--------------	----------	-----------	----------------------

		CO ₂ Ca	CO ₂ Mg	
<i>Dhar Ben Abdalah</i>	<i>CDBA-1</i>	<i>84,7</i>	<i>0,0</i>	<i>84,7</i>
	<i>CDBA-2</i>	<i>83,9</i>	<i>0,0</i>	<i>83,9</i>

La diffraction aux rayons X confirme l'abondance en calcite pour les deux échantillons et l'existence d'une fraction phylliteuse dans l'échantillon CDBA2. La dolomite est présente en très faible proportion, d'où sa non-mesure par calci-dolométrie, et son observation seulement par microscope optique.

Carrières	Echantillons	Résultats d'analyse
<i>Dhar Ben Abdalah</i>	<i>CDBA-1</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>calcite abondante</i> - <i>quartz en traces à faible</i> - <i>microcline en traces</i> - <i>palygorskite en traces à faible</i>
	<i>CDBA-2</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>calcite abondante</i> - <i>quartz en traces à faible</i> - <i>microcline en traces</i> - <i>fraction phylliteuse, en traces à faible, représentée par (sur base 100) :</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>illite et/ou micas : ~ 43%</i> • <i>kaolinite : ~ 57%</i>

6. CONCLUSION

La recherche des carrières antiques est basée notamment sur les traces d'outils utilisés à l'antiquité pour l'extraction des blocs a permis de retrouver 7 anciennes carrières dans 5 régions de Zerhoun aux alentours du site de Volubilis. Les matériaux exploités présentent une grande variation de faciès d'une carrière à l'autre. En effet, ces carrières offrent une grande diversité de pierres qui varient de la plus dur (calcaire de Moulay Idriss) jusqu'à la plus tendre (molasse de Aïn Schkor). Ces carrières bien qu'elles aient été retrouvées et découvertes par les archéologues comme R. Etinne, MM. Feray et Paskoff, elles n'ont pas subi d'étude pétrographique détaillée. La qualité des roches exploitées a fait que certaines carrières sont plus exploitées que d'autres et seront présentées par ordre d'importance avec leurs faciès :

- Carrière de Moulay Idriss : Calcaire (grainstone / Packestone) dur pelloïdal beige-gris.
- Carrière de Aïn Schkor, deux types de faciès ont été observés : Calcarénite beige-jaunâtre riche en minéraux terrigènes et bioclastes ; Calcirudite macroporeuse beige-rosé riche en minéraux terrigènes.
- Carrière de Bou Assal : calcaires marneux bioclastiques légèrement gréseux, jaunâtres ou blanchâtres.

Au niveau de la zone géographique située entre Aïn Chkour et Moulay Idriss se trouve une barre de molasse sur laquelle quelques traces d'anciennes d'exploitations ont été observées :

- Carrière de Lakouar : Calcaire ocre-gris compact riche en bivalves.
- Carrière de Dhar Ben Abdalah, avec deux faciès : Calcaire marneux plus au moins gréseux ; Brèche à matrice carbonatée plus ou moins gréseuse.

Les faciès et les caractères pétrophysiques des pierres de ces carrières vont être comparés avec ceux des matériaux de construction de Volubilis dans le but de retrouver leur origine pour un éventuel projet de conservation et de restauration.

REFERENCES

ETIENNE R. (1950). Les carrières de calcaire dans la région de Volubilis. in. B.C.T.H. (séance du 16 janvier), 23-32.

FAUGERS J.C (1978). Les rides sudrifaines. Evolution sédimentaire et structurale d'un bassin atlantico-mésogéen de la mare africaine. Thèse de doctorat Etat, Université de Bordeaux I 480 p.

FERAY G. & PASKOFF R. (1960). Volubilis : quelques observations sur l'origine et l'altération des matériaux de construction, in B.A.M., tome IV : 481-487.

JODIN A. (1987). Contribution à l'étude des civilisations du Maroc antique préclaudien. Centre nationale de la recherche scientifique, Paris.

LABORATOIRE DE PREPARATIONS ET ESSAIS PHYSICO-CHIMIQUES SUR ROCHES ET MINERAUX (BRGM ; France/Orléans). Détermination des minéraux constitutifs des pierres par diffraction aux rayons X NF, Mode opératoire BRGM (Dijon).

LABORATOIRE DE PREPARATIONS ET ESSAIS PHYSICO-CHIMIQUES SUR ROCHES ET MINERAUX (BRGM ; France/Orléans). Teneur en carbonates / calcimétrie - NF X 31-105 / MO 089 ; Mode opératoire BRGM (Dijon).

CARACTERISATION GEOTECHNIQUE DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION DU PALAIS EL BADIA (MARRAKECH, MAROC)

Naoual GAMRANI¹, Khalid R'KHA CHAHAM¹, Mounsi IBNOUSSINA², Faiçal CHERRADI³,
A. MAROU³, H. HADAOUT³

¹Laboratoire de Géodynamique magmatique, Géoressources et Géorisques, 3GEO-LAB, Faculté des Sciences-Semlalia, Université Cadi Ayyad. missnaoual123@yahoo.fr

²Laboratoire de Dynamique des Bassins et Géomatique, DYBAGEO, Faculté des sciences-Semlalia, Université Cadi Ayyad. mibnoussina@yahoo.fr

³Inspection des monuments historique, Marrakech.

RESUME : La ville de Marrakech abrite l'un des somptueux monuments de l'époque saâdienne (1524-1659 après J.C.) : Le Palais El Badia. Il est édifié en 1578 par le sultan Ahmed Al Mansour en célébration de sa victoire sur l'armée portugaise. Situé à l'angle nord est du quartier la Casbah Almohade (1147-1276), cet ouvrage entièrement construit en pisé, souffre actuellement de dégradations multiples qui nécessitent une restauration urgente. C'est dans cet objectif que nous avons entrepris cette étude qui a pour but l'identification des pathologies et la caractérisation géotechnique des matériaux de construction.

Les essais granulométriques révèlent la présence d'une fraction argileuse faible (5%). L'essai au Bleu de méthylène montre que cette fraction est inactive.

Les essais de plasticité montrent que le matériau utilisé est de faible plasticité appartenant à la classe des limons et des sols organiques (**Lp, Op**).

La partie basale des murs, fortement attaquée par l'humidité, présente un fort pourcentage en carbonates de calcium (31%) et des teneurs en eau élevées (10 à 16%) par rapport aux parties sommitales. Ces dernières apparaissent plutôt intactes avec néanmoins 19% de carbonates et une humidité variant de 1 à 4 %.

L'analyse minéralogique en diffractométrie de rayons X a mis classiquement en évidence la présence de quartz, de calcite, de micas et d'argile (Illite et Vermiculite).

Cette étude, alliant l'identification des pathologies à la caractérisation géotechnique des matériaux, permet d'aborder la problématique de la dégradation dont souffre le monument et de proposer une éventuelle restauration qui utiliserait des matériaux adaptés identiques à ceux d'origine.

MOTS CLES : Palais El Badia, Matériaux de construction, Caractérisation géotechnique.

ABSTRACT : The city of Marrakech contains one of magnificent monuments Saadians (1524-1659 A.D.): The El Badia Palace. It was built in 1578 by Sultan Ahmed Al Mansour in celebration of his victory over the Portuguese army. Located at the northeast corner of the Kasbah district Almohad (1147-1276), this book built out of mud, is currently suffering from multiple impairments that require urgent restoration.

It is in this objective that we started this study, which aims to identify diseases and characterization geotechnical construction materials.

The size tests reveal the presence of clay fraction low (5%). The methylene blue test shows that this fraction is inactive.

The tests show that the plastic material used is low plasticity belonging to the class of silt and organic soils (Lp, Op).

Basal part of mature, heavily damaged by humidity, has a high percentage of lime carbonate (31%) and high water content (10 to 16%) compared to sommitales parties. The latter appear rather intact however with 19% of carbonates and humidity ranging from 1 to 4%.

The mineralogical analysis by X-ray diffraction revealed the presence of quartz, calcite, micas and clay minerals (Illite and Vermiculite).

The study, combining the identification of diseases to the characterization of geotechnical materials, can address the issue of degradation suffered by the monument and propose a draft of a possible restoration that uses suitable materials identical to those of.

KEY WORDS : El Badia Palace, Construction materials, Geotechnical characterization

I. ETAT DES CONNAISSANCES

Marrakech possède un patrimoine architectural exceptionnel par sa qualité et sa diversité. Ce patrimoine couvre une période de neuf siècles et relève des différentes dynasties ayant régné au Maroc (Almoravide, Almohade, Mérinide, Wattasside, Saâdien et Alaouite). Parmi ces vestiges, le palais El Badia, objet de cette note, qui date de l'époque saâdienne (1517 - 1659). Il a été bâti par le sultan Moulay Ahmed El-Mansour suite à sa victoire sur l'armée portugaise de Don Sébastien en 1578. Un siècle après sa construction, ce magnifique palais a été démoli par le roi Moulay Ismail et toute son ornementation a été transférée à Meknès, nouvelle capitale de la dynastie alaouite. Il se présente actuellement sous forme de ruines, certes imposantes, servant de lieu d'organisation aux manifestations culturelles de la ville de Marrakech.

2. PROBLEMATIQUE

Construit sur un ancien jardin almohade, situé au nord est de la casbah royale de Marrakech, le palais El Badia se compose d'une immense cour où s'allonge un grand bassin, autour duquel s'élèvent de grands pavillons. Dans son état actuel, l'ensemble souffre de diverses dégradations dues en grande partie à l'action de l'eau. Des opérations de sauvegarde et de restauration apparaissent urgentes si l'on veut préserver ce magnifique vestige de notre patrimoine culturel.

Notre travail s'inscrit justement dans cette urgence et tente de faire d'abord une caractérisation géotechnique et minéralogique des matériaux de construction de l'époque. Cette étape est nécessaire et préalable à toute opération de sauvegarde qui ambitionne de préserver l'authenticité de cet édifice.

3. LE PALAIS DANS SON ETAT ACTUEL

Le pisé est le matériau de construction de base utilisé dans l'édification du palais. Les murs, très épais, sont édifiés par la technique de la terre banchée et recouverts ensuite d'un enduit à base de terre fine mélangée à de la chaux. Le palais se présente sous forme d'une grande cour en forme de rectangle de 135 m sur 110 m, au milieu de laquelle s'allonge un grand bassin de

90 m sur 20 m, dont le centre est occupé par une grande fontaine munie de deux vasques superposés. De part et d'autre de ce bassin central, deux dépressions sont couvertes d'arbres et de fleurs disposées dans des carrés séparés par des allées pavées de zelliges (Fig.1). Les angles de la cour sont enfin occupés par quatre petits bassins rectangulaires de 30 m sur 10 m.

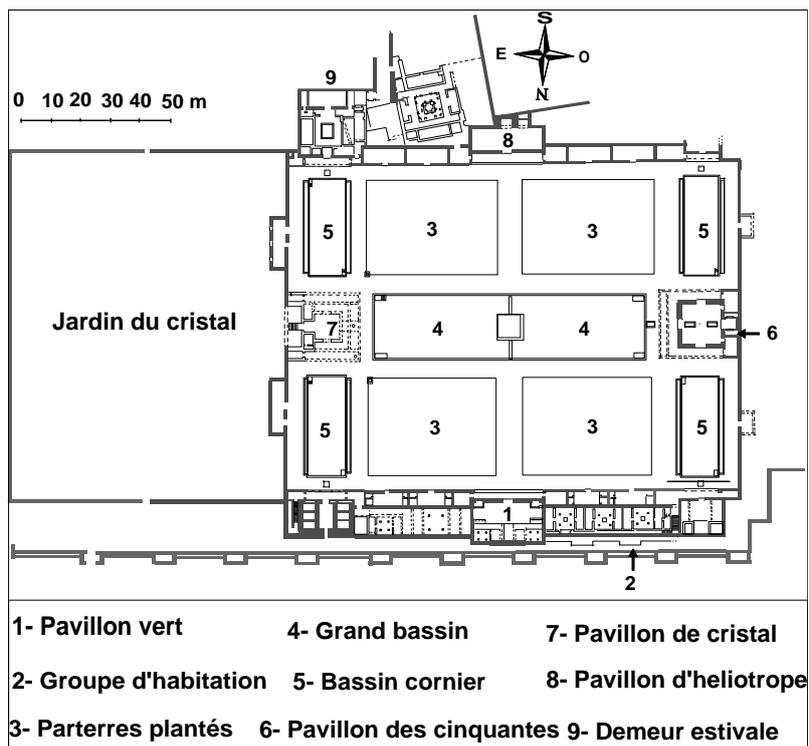


Figure 1. Plan général du palais

Autour de l'immense cour s'organisent les ruines imposantes des anciens pavillons du palais. Deux d'entre eux, de plan presque identique, se faisant face de part et d'autre du grand axe du bassin central : l'un, connu sous le nom de pavillon de cristal, a fait l'objet de fouilles qui ont mis au jour son plan, tandis que le gros œuvre du second, appelé Pavillon des audiences, subsiste sous forme de hautes murailles. Deux autres pavillons (Pavillon vert et Pavillon de l'héliotrope) de dimensions plus importantes, occupent le milieu des côtés nord et sud. Leur disposition, légèrement en retrait, permettait l'aménagement de deux galeries ouvertes le long des murs. Un grand nombre de portes et d'escaliers donnaient accès à ce palais par ses faces sud, est et ouest.

Actuellement les vestiges du palais souffrent de plusieurs pathologies d'ordre structurel liées essentiellement à la propagation de fissures le long des trous de coffrage (Photo 1). Cet état est davantage aggravé par l'action des eaux, que ce soit celles qui ruissellent et qui engendrent une érosion mécanique à la base des murs ou celles qui remontent par capillarité entraînant leur érosion interne par lessivage continu (photo 2). L'action de ces dernières s'étend par



Photo 1. Face ouest du Pavillon 2 (Groupe d'habitations) : Fissuration au niveau des murs des pavillons

Photo 2. Face ouest du Pavillon 6 (cinquantaine) : Effet des ascensions capillaires

endroits jusqu'aux parties médianes des murs. De plus l'humidité abondante engendrée par ces eaux entraîne un développement excessif de lichens et d'algues dont la croissance entraîne le détachement de fragments et la dislocation locale des murs. Ces organismes agissent également par voie chimique en libérant des acides forts nuisibles aux composants du pisé. On note enfin, pour être complet, les dégradations causées par les oiseaux, soit de façon mécanique via leurs becs et griffes, soit par voie chimique via leurs excréments chargés d'ammoniaque (NH_4^+) et qui décomposent les carbonates de Calcium de l'enduit hydraté.

4. IDENTIFICATION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Notre méthodologie d'approche repose sur une caractérisation chimique, géotechnique et minéralogique des échantillons pris dans les différents pavillons du palais (Tableau 1). De même, certains murs ont été soumis à un échantillonnage vertical dans le but d'évaluer avec précision l'action des eaux.

Partie de l'édifice	Echantillon prélevé
<i>Annexe</i>	<i>A1, A4, A5, Ech3</i>
<i>Pavillon vert</i>	<i>PV1, PV4, Ech1</i>
<i>Groupe d'habitation</i>	<i>GHI</i>
<i>Pavillon cinquantaine</i>	<i>PC1, PC4, PC6, Ech2</i>
<i>Bassin</i>	<i>B1, B2</i>

Tableau 1. Emplacement des échantillons prélevés

4.1 Caractérisation géotechnique

4.1.1 Analyse granulométriques

Ces analyses ont pour but de déterminer le pourcentage des grains formant le squelette du pisé. Les essais s'effectuent par tamisage pour les grains de diamètre supérieur à 80 µm et par sédimentométrie pour la fraction inférieure à 80 µm.

La majorité des matériaux est à prédominance de cailloux et de graviers (Fig.2 et Tableau 2), avec une fraction argileuse, pourtant fort importante pour la cimentation, qui ne dépasse guère 5%.

Ech	Cailloux 63-20mm	Gravier 20-2mm	Sable grossier 2-0,2mm	Sable fin 0,2-0,08mm	silts et argiles <0,08mm
A1 (%)	43,97	19,93	15,35	6,25	14,51
GH1 (%)	42,31	33,77	12,48	3,01	8,43
PC1 (%)	72,83	19	5,58	1,37	1,21
B1 (%)	77,46	9,15	7,6	2,38	3,41
PV1 (%)	-	42,58	35,94	5,07	16,41

Tableau 2. Pourcentage des fractions granulaires

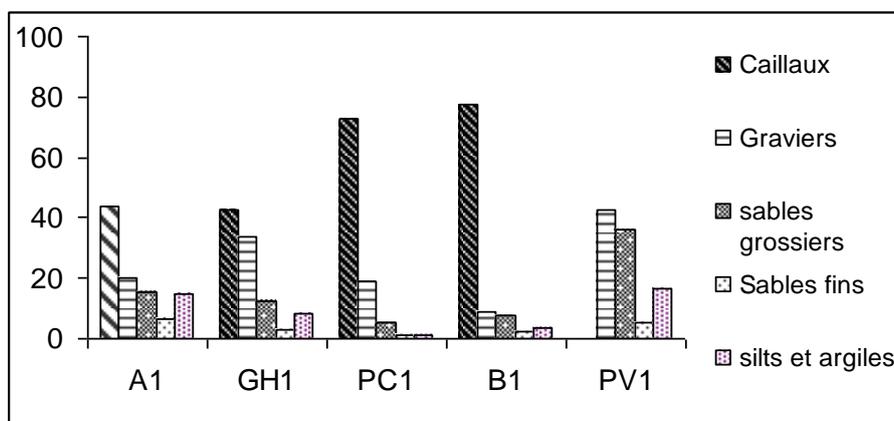


Figure 2. Pourcentage des différentes fractions granulaires

Selon la classification du laboratoire central des ponts et chaussées (L.C.P.C), les matériaux utilisés sont définis comme étant des graviers limoneux, à l'exception de l'échantillon PV1 qui est plutôt classé dans la plage des sables limoneux.

La comparaison des courbes granulométriques (Fig.3) avec le fuseau théorique CRATère (Centre international de la construction en terre) préconisée par HOUBEN & GUILLAUD,

(1989) montre que la plupart des échantillons s'inscrivent hors du fuseau. Autrement dit, ces matériaux seraient « morts » selon les termes en usage chez les artisans du pisé. Ceci signifierait une déficience de cohésion en relation avec la perte de la fraction argileuse sous l'action de l'eau. La seule exception est notée au niveau de l'échantillon PV1 où le matériau s'inscrit dans le fuseau surtout en ce qui concerne sa fraction grossière supérieure à 1.25 mm.

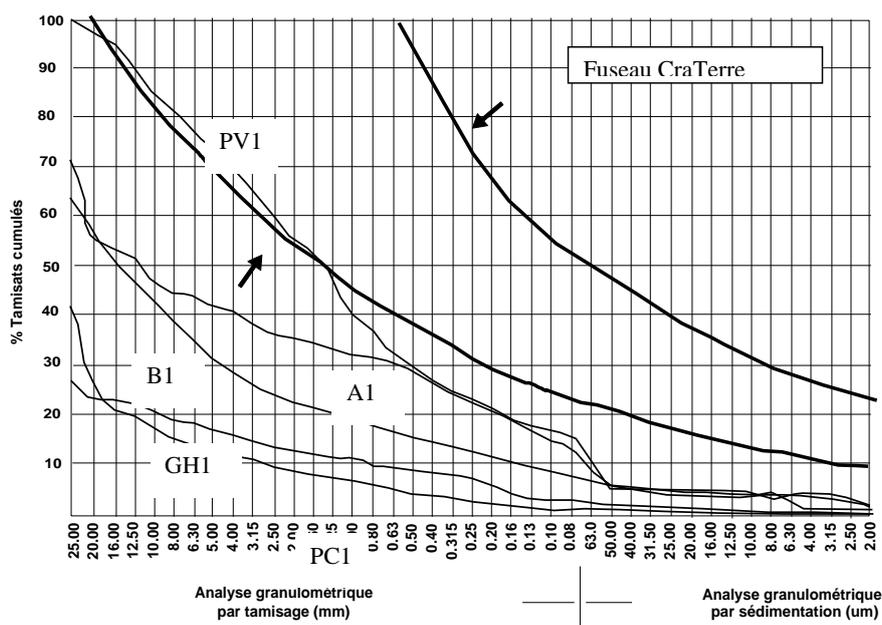


Figure 3. Courbe granulométrique des échantillons prélevés

4.1.2 La plasticité

Le sol est constitué d'éléments minéraux (phase solide) et de vides remplis partiellement d'eau (phase liquide) et d'air (phase gazeuse). Si l'on fait croître la teneur en eau d'un sol, entre l'état solide (sol sec) et l'état liquide (teneur en eau élevée) se situe alors un état intermédiaire, l'état plastique. Les seuils limitant l'état solide (WP) et l'état liquide (WL) sont déterminés expérimentalement (limites d'Atterberg) et leur différence ($IP = WL - WP$; unité en % d'eau) renseigne directement sur la présence et l'importance de l'état plastique d'un sol. Les essais s'effectuent enfin sur la fraction de matériau pour laquelle le diamètre est inférieur à $400 \mu\text{m}$.

Sur les échantillons considérés, deux échantillons seulement ont livré une fraction $< 400 \mu\text{m}$ nécessaire à la réalisation des essais. Leur indice de plasticité (WP) se situe alors autour de 7, rendant ainsi compte du caractère non plastique du matériau (Tableau3).

	Limite de liquidité	Limite de plasticité	Indice de plasticité
PC1	63,25	70,13	6,88
AI	46,54	38,98	7,56

Tableau 3. Résultats des essais de plasticité

La projection, sur l'abaque de Casagrande SKEMPTON (1953), des valeurs de la limite de liquidité, de la limite de plasticité, de l'indice de plasticité et du pourcentage des argiles (Fig.4), permet de caractériser qualitativement la fraction fine notamment en ce qui concerne sa plasticité, sa cohésion, son activité et son expansivité. Le matériau apparaît alors comme peu plastique, de faible cohésion, de faible expansivité, contenant des argiles inactives, insensibles à l'eau.

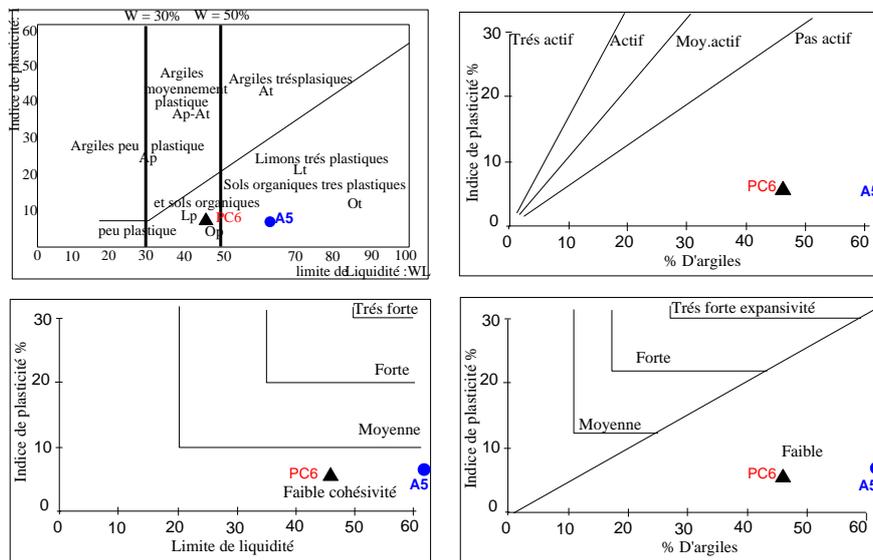


Figure 4. L'abaque de Casagrande

4.1.3 Essai du Bleu de méthylène

L'essai consiste à mesurer par dosage la quantité de bleu de méthylène pouvant s'adsorber sur la prise d'essai. Cette valeur est rapportée par proportionnalité directe à la fraction 0/50 mm du sol. Celle-ci est directement liée à la surface spécifique des particules qui est avant tout régie par l'importance et l'activité des minéraux argileux présents dans la fraction fine du sol.

Les échantillons analysés présentent des valeurs de bleu de méthylène (VBS) comprises entre 0.1 et 0.2 g de bleu adsorbé pour 100 g de matériaux sec. Ces valeurs sont faibles et témoignent de l'inactivité de la fraction argileuse présente dans le pisé, ce qui va dans le sens des résultats révélés par le diagramme de Casagrande (Fig.4).

4.2 Caractérisation chimique et teneur en eau

4.2.1 Analyse des carbonates

La teneur en carbonate de calcium dans les matériaux analysés est approchée grâce au dispositif de Bernard et les résultats sont présentés dans le tableau 4. Les teneurs moyennes en carbonate se situent entre 10 et 30 %, ce qui, au regard de la norme d'AFNOR, les placerait dans le champ des sols faiblement marneux. On constate également que ces teneurs diminuent systématiquement de la base des murs vers leur sommet.

		Taux de carbonates	Moyenne
<i>Partie Basale</i>	<i>ech1</i>	31,104	
	<i>ech2</i>	23,328	
	<i>ech3</i>	22,464	
	<i>ech4</i>	27,648	26,136
<i>Partie intermédiaire</i>	<i>ech1</i>	26,784	
	<i>ech2</i>	22,464	
	<i>ech3</i>	19,872	
	<i>ech4</i>	-	23,04
<i>Partie sommitale</i>	<i>ech1</i>	19,872	
	<i>ech2</i>	20,736	
	<i>ech3</i>	22,464	
	<i>ech4</i>	-	21,024

Tableau 4. Pourcentage des carbonates au niveau des murs

4.2.2 Teneur en eau

La teneur en eau dans les murs est très variable au sein d'un même mur et également d'un pavillon à l'autre. Les valeurs diminuent systématiquement de la base au sommet des murs ; elles sont comprises entre 3 et 8% à la base et entre 1 et 4% au sommet. Cette humidité est contrôlée par plusieurs facteurs dont notamment : i- l'état de drainage des eaux de ruissellement ; ii- la présence ou absence d'autres constructions en mitoyenneté avec le palais ; iii- l'orientation et l'exposition au soleil.

4.3 Analyses minéralogiques

Ces analyses ont été réalisées par diffractométrie aux rayons X (DRX) sur poudre de roche totale. Les diagrammes DRX révèlent la présence de quartz, calcite, feldspath, gypse et dolomite (Tableau 5). Mais c'est surtout les minéraux argileux et accessoires qui prédominent avec en particulier l'illite, chlorite, vermiculite et un faible pourcentage de kaolinite (Tableau 6). Ces résultats confirment ceux des essais géotechniques et mettent l'accent sur la rareté des minéraux argileux gonflants.

Echantillon	Quartz	Calcite	Feldspaths	Gypse	Dolomite	Minéraux argileux + accessoires
PB1	17	7	2	tr	-	74
PB2	49	2	3	-	3	43

Tableau 5. Pourcentage des minéraux

Echantillon	kaolinite	illite	chlorite	vermiculite
PB1	25	55	10	10
PB2	20	40	15	25

Tableau 6. Pourcentage de minéraux argile

5. COMMENTAIRE

La caractérisation géotechnique des matériaux de construction du palais El Badia a permis de classer le matériau comme une grave limoneuse, cimentée par un mortier peu plastique. Le pourcentage de la fraction argileuse ne dépasse pas 5%, ce qui se traduit par une déficience de la cohésion entre les grains.

Les teneurs en carbonates, comprises entre 10 et 30 %, permettent de qualifier le matériau de faiblement marneux (normes d'AFNOR). Les mesures d'humidité montrent que les teneurs en eau diminuent de la base au sommet des murs. L'importance de ces variations dépend de l'état de drainage des eaux de ruissellement et du caractère isolé ou non du pavillon.

La diffraction aux rayons x montre la présence de quartz, calcite, feldspath, gypse et dolomite. Les minéraux argileux, peu abondants, sont représentés par l'illite, la chlorite, la vermiculite ainsi qu'un faible pourcentage de kaolinite.

REFERENCES

- ACHARHABI A., LAHBABI A. & ELMOUDEN (1999). Analyse de l'influence des trous de coffrage sur le comportement mécanique des remparts. Revue marocaine de génie civile; 83: 16-26. Agence du bassin hydraulique du Tensift (ABHT). Rapports inédits de suivi et contrôle de la nappe phréatique de la plaine du Haouz.
- AJAKANE R., KAMEL S., MAHJOUBI R., EL FALEH E.M., VALLET JM., BROMBLET P., MEUNIER JD., NOACK Y. & BORSCHNEK D. (2007). Caractérisation des matériaux de construction des remparts de la médina de Meknès. Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 2.table-ronde de Villefontaine. Edition de l'Espérou, Montpellier. P.23-32.
- ALEGRIA J.M. (1996). Bâtir en terre 95 au Portugal et au Maroc. Revue marocaine de génie civile; 64: 55p.
- ASEBRIY L. & al. (2007). Etude intégrée de la dégradation des monuments historiques romains et islamiques de la ville de Rabat (Maroc) : proposition de solutions durables de

prévention et de restauration. Science and technology for cultural heritage. Pisa.Roma
Fabrizio Serra. Editore MMVII. P 45-65.

- BENZZI K. (2001)- Identification et caractérisation des matériaux d'origine géologique et de leur altération dans les monuments historiques. Cas de la porte de Bab Agnaou, Marrakech (Maroc). Mémoire de DESA, Géosciences des ressources minérales et de l'environnement, Faculté des sciences Semlalia. Marrakech, Maroc.
- BENZZI K., TANOUTI B., BOUABDELLI M., ALVAREZ A., BRIANSO J.L. & CHERRADI F. (2006). Bab Agnaou gate, Marrakech, Morocco : characterization of original building material and commentary on their state of conservation. *Environ geol* 51: 275-282. DOI 10.1007/s00254-006-0325-y.
- BENZZI K., TANOUTI B., BOUABDELLI M., ALVAREZ A., BRIANSO J.L. & CHERRADI F. (2008). Determination of the composition and the origin of the ochre brown patina on the monumental Bab Agnaou gate (Marrakech, Morocco). *Environ geol* 53: 1283-1288. DOI 10.1007/s00254-007-0726-6.
- COSTET J. & SANGLERAT G. (1981). Cours pratiques de mécanique des sols. Tome1 : Plasticité et calcul des tassements, édition Dunod, Paris.
- DEVERDUN G. (1957). Marrakech des origines à 1912 : Edition technique nord-africains.Rabat, 2^e édition.
- DEVERDUN G. (1957). Nouvelles recherches archéologiques à Marrakech : Etude épigraphique in : Publications de l'institut des hautes études marocaines. Tome LXII.
- DEVERDUN G. & BEN ABDESLEM M. (1954). Deux tahbis almohades (milieu du XIII^eme siècle ap. J.C.). *Hespéris*, 3^eme-4^eme trimestres : 411-423.
- EZBAKHE H., BOUSSAID S., EL BAKKOURI A., AJZOUL T. & EL BOUARDI A. (2000). Etude granulométrique et thermophysique du matériau terre utilisé en construction dans le Nord du Maroc. *Revue marocaine de génie civile*; 86: 21-24.
- HOUBEN H. & GUILLAUD H. (1989). CRATerre - Traité de construction en terre-encyclopédie de construction en terre, éditions parenthèses, Marseille; 1: 353 p.
- LE BARRIER C., PIGNAL B. et SCARATO P. (1996). Réhabilitation d'un pisé du 12^eme siècle. *Revue marocaine de génie civile*; 64: 106-112.
- SKEMPTON A.W. (1953). The colloidal "activity" of clays. Proc. 3rd International Conference. of Soil Mechanics and Foundation Engineering Zurich; 1: 57-61.
- PHILIPPONNAT G. (1979). Fondations et ouvrages en terre: Ed. Eyrolles: 1-393
- TERRASSE H. (1949). Les monuments almoravides de Marrakech, dans actes du XXI^eme congrès international des orientalistes. Paris, 23-31 juillet 1948. Société asiatique, impr. Nationale, Paris.

- TRIQUI H. & AYEB M. (1999). Impact de l'environnement sur les monuments historiques. *Revue marocaine de génie civile*; 79: 34-40.
- VERDEL T. (1993). Géotechnique et monuments historiques, Méthodes de modélisation appliquées à des cas égyptiens. Thèse de l'institut national polytechnique de Lorraine, école des mines, Nancy: 303 p.
- ZAOUIA N., BAGHDAD B., MOLINA E., EL WARTITI M., TALEB A. & DAHCHOUR A. (2002). Altérations météoriques de la pierre calcarénitique des monuments historiques de la ville de Rabat. Abstract volume, 19th Colloquium of African Geology – El Jadida, Morocco; p.185.
- ZAMBA I.C., STAMATAKIS M.G., COOPER F.A., THEMELIS P.G. & ZAMBAS C.G. (2007). Characterization of mortars used for the construction of Saithidai Heroon Podium (1st century AD) in ancient Messene, Peloponnesus, Greece. *Materials characterization* 58. 1229-1239.

ANALYSE ET CARACTERISATION DES MATERIAUX DU HAMMAM D'AGHMAT : PERIODE ALMORAVIDE (XIème-XIIème siècle)

**Mounif IBNOUSSINA¹, Mohamed ZAMAMA², Mohamed NOCAIRI¹, Omar WITAM¹ &
Faissal CHERRADI³**

¹ Laboratoire de Dynamique des Bassins et Géomatique, Faculté des Sciences, Marrakech-Maroc, ibnoussina@ucam.ac.ma, nocairi@ucam.ac.ma, witam@ucam.ac.ma

² Département de Chimie, Faculté des Sciences, Marrakech-Maroc, zamama@ucam.ac.ma

³ Direction régionale des affaires culturelles, Casablanca - Maroc. cherradifaissal@yahoo.es

RESUME : Situé à 30 Km au sud-est de Marrakech, le hammam d'Aghmat est l'un des témoins de l'époque almoravide. Découvert récemment, il a été construit à partir des matériaux qui proviendraient des séries sédimentaires et magmatiques du haut Atlas de Marrakech. L'ouvrage présente une succession de trois pièces en voûtes allongées est-ouest et ses annexes techniques (latrines, chaudière, cour, salle de déshabillage,...) ne sont pas encore dégagées.

Une vue d'ensemble de la cité d'Aghmat montre que les techniques de construction utilisées reposent sur une fondation, des murs en pierre, un mortier en terre, un enduit de protection à base de chaux et de terre recouvert d'un badigeon de chaux.

L'examen superficiel du mortier et des enduits d'étanchéité, montre que la texture de ces matériaux n'est pas la même lorsqu'on passe du mortier à l'enduit. Ainsi nous proposons-nous d'aborder une étude plus détaillée afin de déterminer la composition précise des matériaux utilisés pour la construction de cet ouvrage.

Les analyses granulométriques révèlent une texture grossière et une fraction argileuse de 0,50 à 1,80 %. Cette fraction, faible, est en partie responsable de la non cohésion des particules grossières et donc des dégradations et éclatements d'enduits observés. Elle est aussi à l'origine d'une plasticité très faible voire même non mesurable.

L'analyse par fluorescence X montre que la composition des matériaux utilisés pour la construction du monument est la même pour les couches d'étanchéité mais elle est différente de celle utilisée comme enduit ou comme mortier.

MOTS CLES : Hammam, Aghmat, Almoravide, Matériaux, Mortier, Enduit, Caractérisation

ABSTRACT : Located at 30 km in the south-east of Marrakesh, the Aghmat hammam is one of the witnesses of the almoravid time. Recently discovered, it was built by materials coming from the sedimentary and magmatic sequences of the Marrakesh high Atlas. The building presents a succession of three parts in lengthened vaults and its technical appendices (latrines, boiler, court, stripping room) are not released yet.

An overview of the Aghmat city shows that the construction technics used rest on a foundation, walls with stones, a mortar of soil, a coating of protection containing lime and covered with a lime paint.

The superficial examination of the mortar and the coatings of sealing, shows that the materials texture is not the same one as the mortar or the coating. We approached a more detailed study

in order to determine the precise composition of materials used for the construction of this building.

The grain size analysis reveal a coarse texture and an argillaceous fraction from 0,50 to 1,80 %. This fraction is weak and is partly responsible for the cohesion of the coarse particles and thus of coatings degradations and separations observed. It is also the responsible to the very low plasticity.

The analysis by ray fluorescence shows that the similarity in composition the materials used for the construction of the monument as the sealing layers but it is different from coats or mortar ones.

KEY WORDS : Hammam, Aghmat, Almoravid, Materials, Mortar, Coating of protection, Caracterisation

1. INTRODUCTION

1.1 Aperçu historique et situation du hammam

Le hammam d'Aghmat est l'un des vestiges restant de l'époque almoravide (XIème-XIIème siècle). Il est situé à une trentaine de kilomètres au sud-est de Marrakech dans la cité d'Aghmat (Fig. 1). Ce site archéologique est aujourd'hui particulièrement célèbre puisqu'il a servi de base aux Almoravides, avant qu'ils ne fondent Marrakech en 1062.

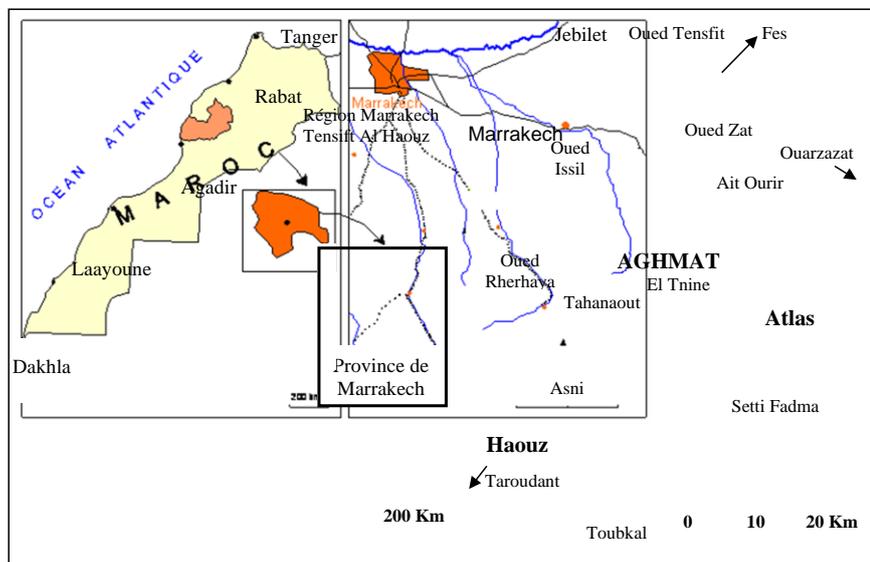


Figure 1. Situation géographique du site d'Aghmat

1.2 Origine et description

Le hammam est un élément architectural essentiel dans la cité musulmane. Au Maroc, sa présence en grand nombre s'explique par l'obligation pour le musulman de procéder à des ablutions rituelles et d'être en état constant de pureté pour accomplir ses devoirs religieux. Il s'agit d'un bâtiment (Fig. 2) auquel on accède via un couloir qui donne sur une première pièce, souvent surmontée d'une coupole et encadrée de galeries servant de loges pour le repos et le déshabillage. Directement après cette première pièce, on accède dans une succession de trois salles en voûte : une première à température douce, suivie d'une deuxième tiède et enfin une dernière chaude dotée d'une cuve ou vasque, contiguë à la chaufferie.

Le système de chauffage du hammam est assuré par un tunnel creusé dans le sous-sol et traversé par une chicane en terre cuite qui conduit la chaleur de la chaufferie vers la salle chaude. La chicane est construite à partir d'un mortier fait d'argile, de sel et de chaux, matière très résistante à la chaleur.

Le hammam d'Aghmat, découvert récemment, a été construit entre le XI^{ème} et le XII^{ème} siècle à partir des matériaux locaux qui proviendraient des séries sédimentaires et magmatiques du haut Atlas de Marrakech (AARAB El M. 1995). L'édifice est construit selon les techniques utilisées dans la région. Sur le plan architectural, cet ouvrage présente une succession de trois pièces en voûtes allongée est-ouest (BENABDELLAH A. 1961), les annexes techniques (latrines, chaudière, cour, salle de déshabillage,...) ne sont pas encore dégagées. Les voûtes sont faites de pierres hourdiées de même que les fondations et les murs. Le tout est scellé par un mortier en terre, revêtu d'un enduit de protection (chaux mélangée à la terre) et couvert par un badigeon de chaux.

LEGENDES

- A : Entrée du bain (non dégagé)
- B : Atrium (non dégagé)
- C : Loge du surveillant (non dégagé)
- D : Salle de repos (non dégagé)
- E : Fontaine (non dégagé)
- F : Lieu de repos (non dégagé)
- G : Salle froide (dégagé)
- H : Salle tiède (dégagé)
- I : Salle chaude (dégagé)
- J : Chaufferie (dégagé)
- H : Chaudière et fourneau (dégagé)

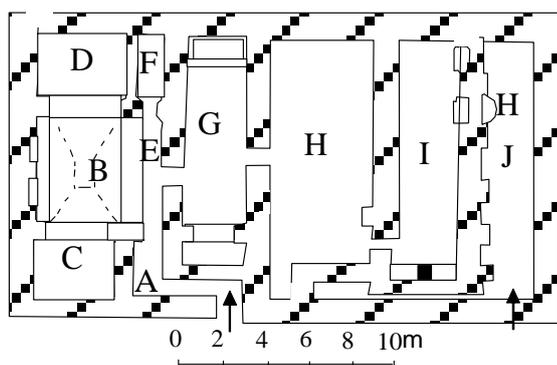


Figure 2. Croquis d'un hammam traditionnel in BENABDELLAH A. 1961

1.3 Objectif de l'étude

Le hammam d'Aghmat a été découvert sous un terrain agricole, certaines parties sont très délabrées et méritent d'être reprises. Sa restauration nécessite une bonne connaissance des matériaux utilisés dans sa construction. Dans cette étude, nous nous sommes fixés comme objectif la détermination de la composition précise des matériaux utilisés dans l'édification de cet ouvrage.

2. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Pour réaliser notre objectif, plusieurs échantillons ont été prélevés dans différentes parties de l'édifice. Les échantillons analysés sont prélevés dans les parties dégagées du hammam (salle froide, salle tiède et salle chaude), ils représentent les différents enduits appliqués aux murs de l'ouvrage. Ils ont été analysés au laboratoire par différentes techniques complémentaires : des

essais géotechniques (granulométrie et plasticité), des analyses minéralogiques par fluorescence X et des analyses chimiques par dosage du carbonate de chaux pour mettre en évidence les teneurs contenues dans le mortier et dans les enduits.

2.1 Essais géotechniques

* essais granulométriques

Les essais granulométriques ont abouti aux résultats consignés dans le tableau 1 ci-dessous.

Référence échantillon	D (max) mm %	> 2 mm %	2 < x < 80 μ m %	< 2 μ m %	IP %
A (Enduit)	8.00	72.00	7.00	0.50	NP
B (Mortier)	8.00	58.00	16.00	1.80	NP
C (Enduit d'étanchéité)	16.00	66.00	7.00	0.80	NP
D (Enduit au sommet de la voûte)	31.50	81.00	4.00	0.50	NP

**Tableau 1. Résultats des essais granulométriques
(IP : indice de plasticité, NP : non plastique)**

L'étude des courbes granulométriques (Fig. 3, 4, 5 et 6) et leur comparaison avec le fuseau préconisé par (HOUBEN & GUILLAUD, 1989) pour le pisé permet de déduire que :

- l'enduit présente un faible pourcentage d'argile (0,50%) avec une fraction grossière de 72%. La fraction argileuse censée composer l'enduit avec le carbonate de chaux (27,50%) est très faible d'où l'absence quasi-totale de l'élément de protection (Tableau 3).
- le mortier présente une texture grossière, une faible fraction argileuse (1,80%) et un taux élevé de carbonate de chaux (47.00%). La présence d'une forte fraction de particules à diamètre supérieur à 2 μ m empêche la mesure de l'indice de plasticité.
- l'enduit d'étanchéité présente une fraction argileuse très faible (0,80%). On note que, contrairement aux grossiers dont la teneur est trop élevée (66.00%), le matériau est stabilisé par les carbonates.
- l'enduit au sommet de la voûte est utilisé en étanchéité, il présente 81.00% de grossiers, une fraction argileuse de l'ordre de 0,50% et un taux de carbonate élevé.

Les analyses granulométriques révèlent une texture grossière. La fraction argileuse est très faible, elle est en partie responsable de la non cohésion des particules grossières et donc des dégradations et éclatements d'enduits observés. En effet, ((HOUBEN & GUILLAUD, 1989), estiment que les particules du pisé adhèrent mieux lorsque le matériau présente un

Figure 5. Courbe granulométrique de l'enduit d'étanchéité 1 (C)

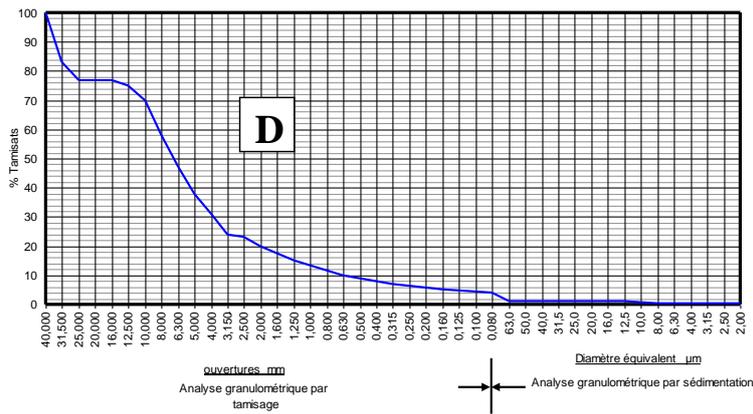


Figure 6. Courbe granulométrique de l'enduit d'étanchéité 2 (D)

2.2 Analyses chimiques par spectroscopie de fluorescence X

Les résultats de l'analyse par fluorescence X sont représentés dans le tableau 2 ci-dessous :

Elément oxyde	Mortier	Etanchéité 1	Etanchéité 2	Enduit
POURCENTAGES				
<i>CaO</i>	36.31	62.16	59.37	43.91
<i>SiO2</i>	34.01	19.31	15.20	31.26
<i>Al2O3</i>	12.34	4.44	5.35	9.70
<i>MgO</i>	5.32	8.15	8.81	5.61
<i>Fe2O3</i>	4.39	2.03	2.60	3.41
<i>K2O</i>	2.67	0.96	1.20	2.37
<i>Na2O</i>	1.41	0.52	1.60	0.72
<i>P2O5</i>	2.12	1.57	4.70	2.22
<i>TiO2</i>	0.59	0.24	0.33	0.46
<i>ZnO</i>	0.32	-	-	-
<i>Pourcentage total</i>	99.48	99.38	99.16	99.66

Tableau 2. Résultats des analyses chimiques par spectroscopie de fluorescence X des quatre échantillons étudiés

L'analyse de ces résultats montre que :

- le mortier présente un faible pourcentage de CaO et un fort pourcentage en Al₂O₃ et en SiO₂.
- les différentes couches appliquées en étanchéité ont la même composition chimique mais la couche utilisée sur le sommet de la voûte est plus riche en phosphore qui provient probablement de l'ajout de matière organique (paille). Quant à sa composition, il semble qu'elle a été obtenue à partir du mortier de départ auquel des matériaux à base de calcium (chaux) ont été ajoutés.

L'analyse par fluorescence X montre que la composition des matériaux utilisés pour la construction du hammam est la même pour les couches d'étanchéité mais elle est différente de celle utilisée comme enduit ou comme mortier.

2.3 Analyses chimiques

Ces analyses sont effectuées à l'aide du dispositif de Bernard (calcimétrie de Bernard). Le tableau 3 et l'histogramme (Fig. 7) illustrent les résultats de ces analyses.

Echantillons	Type de matériau	% de CaCO ₃
<i>A</i>	<i>Enduit</i>	<i>27.50</i>
<i>B</i>	<i>Mortier au dessus de la voûte</i>	<i>47.00</i>
<i>C</i>	<i>Enduit d'étanchéité (1)</i>	<i>45.00</i>
<i>D</i>	<i>Enduit d'étanchéité (2) au sommet de la voûte</i>	<i>65.00</i>

Tableau 3. Résultats des analyses chimiques

L'analyse des résultats nous a permis de constater que, dans les quatre échantillons, les teneurs du carbonate de calcium (CaCO₃) sont trop élevées (27.50 à 65.00 %), elles sont apportées

aussi bien par la terre (origine pédogénétique) que par la chaux utilisée comme stabilisant. La fraction argileuse est très faible, celle-ci est compensée par la forte teneur de CaCO_3 , d'où la stabilisation maximale du matériau.

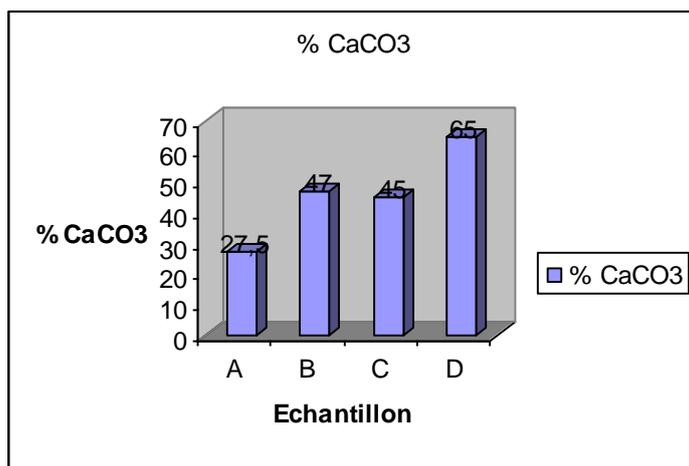


Figure 7. Histogramme des teneurs en carbonate de calcium obtenues par calcimétrie Bernard

3. CONCLUSIONS

La caractérisation des matériaux du hammam d'Aghmat constitue un apport objectif à l'étude de ce dernier. Elle permet d'établir un projet de restauration et de préservation efficace utilisant des matériaux adaptés et identiques à ceux d'origine. Les échantillons analysés ne sont pas représentatifs néanmoins ils permettent de donner une idée assez claire de la composition exacte des matériaux utilisés dans la construction de l'édifice. En effet, les mortiers de maçonnerie et de recouvrement (étanchéité, enduit) sont préparés à partir d'un mélange de terre et de chaux. Le carbonate de calcium (CaCO_3) présent dans les échantillons analysés est apporté aussi bien par la chaux que par la terre elle-même. Les caractéristiques de ces mortiers sont :

- une texture grossière variant de 58 à 81%,
- une fraction argileuse de 0,50 à 1,80 %.
- une abondante teneur en carbonate soit 27,50 à 65%
- et une plasticité faible et non mesurable.

Le faible pourcentage de la fraction argileuse est dû au lessivage permanent de cette dernière sous l'action de l'eau. Il est, en partie, responsable de la non cohésion des particules grossières et donc des dégradations et éclatements d'enduits observés.

L'analyse par spectroscopie de fluorescence X montre que la composition des matériaux utilisés est la même pour les couches d'étanchéité mais elle est différente de celle utilisée comme enduit ou comme mortier.

REFERENCES

- AARAB El.M. (1995). Genèse et différenciation d'un magma tholéitique en domaine extensif intracontinental : l'exemple du magmatisme pré orogénique des Jbilet (Maroc hercynien). Thèse d'Etat, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc. 253p.
- ALEGRIA J. M. (1996). Bâtir en terre 95 au Portugal et au Maroc. Revue marocaine de génie civile; 64: 55p.
- BENABDELLAH A. (1961). L'art maghrébin : étude sur les différents aspects de l'art au Maroc et sur l'évolution historique de l'art maghrébin. Notes et documents XXI, 174p., publications de l'Université Mohamed V, Rabat – Maroc.
- BENZZI K., BOUABDELLI M., SOULAIMANI A., TANOUTI B. & CHERRADI F. (2002). Identification et caractérisation des matériaux d'origine géologique et de leur altération dans les monuments historiques. L'exemple de la porte de Bab Agnaou, Marrakech (Maroc). Abstract volume, 19th Colloquium of African Geology – El Jadida, Morocco, p.31.
- COSTET J. & SANGLERAT G. (1981). Cours pratiques de mécanique des sols. Tome1 : Plasticité et calcul des tassements, édition Dunod, Paris.
- DEVERDUN G. (1957). Nouvelles recherches archéologiques à Marrakech : Etude épigraphique in : Publications de l'institut des hautes études marocaines. Tome LXII.
- EZBAKHE H., BOUSSAID S., EL BAKKOURI A., AJZOUL T. & EL BOUARDI A. (2000). Etude granulométrique et thermophysique du matériau terre utilisé en construction dans le Nord du Maroc. Revue marocaine de génie civile; 86: 21-24.
- HOUBEN H. & Guillaud H. (1989). CraTerre - Traité de construction en terre- encyclopédie de construction en terre, éditions parenthèses, Marseille; 1: 353 p.
- IBNOUSSINA M., AARAB E.M., SADKI D. & CHERRADI F. (2007) - Caractérisation des matériaux d'origine géologique d'un édifice historique : Cas de la Qoubba des Almoravides, (Marrakech – Maroc). Minbar Al Jamiaa n° 7, p. 153 – 164. Actes de la RIPAM1, Meknès, Maroc.
- IBNOUSSINA M. (2005) - Apport de la géotechnique à la caractérisation des matériaux des sites historiques et dans l'analyse des sites géologiques instables : cas des remparts et de la qoubba des Almoravides (Marrakech, Maroc) et de la falaise de Sidi Bouzid (Safi, Maroc). Habilitation Universitaire N°6, 2005, Université Cadi Ayyad, Marrakech.
- IBNOUSSINA M., CHERRADI F., WITAM O., SEKKAT Z. & AYEB M. (2004). Analyse géologique et géotechnique du pisé dans les remparts de Marrakech, (Maroc). Ann. Soc. Géol. Du Nord. T.10 (2ème série), p. 1-7, janvier, 2004.
- LE BARRIER C., PIGNAL B. & SCARATO P. (1996). Réhabilitation d'un pisé du 12ème siècle. Revue marocaine de génie civile; 64: 106-112.
- MEUNIE J., TERRASSE H. & DEVERDUN G. (1957). Nouvelles recherches archéologiques à Marrakech. Publications de l'institut des hautes études marocaines, tome LXII.

NGOCc LAN T. & BARBARAS R. (1982). Essai granulaire rapide pour sols peu argileux et granulats. Bull. Liaison Labo. P & Ch.- 120- Réf. 2730.

PHILIPPONNAT G. (1979). Fondations et ouvrages en terre: Ed. Eyrolles: 1-393

TERRASSE H. (1949). Les monuments almoravides de Marrakech, dans actes du XXIème congrès international des orientalistes. Paris, 23-31 juillet 1948. Société asiatique, impr. Nationale, Paris.

**LE MARBRE DE BOU-ACILA (MAROC CENTRAL) :
QUELLE UTILISATION ANTIQUE ?**

Houssa OUALI & Driss SADKI

Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismaïl. B.P. 11201 Zitune Meknè, Maroc. houali@yahoo.fr; driss_sadki@yahoo.fr

RESUME : Dans le but de présenter une étude exhaustive des roches ornementales de la région de Meknès-Tafilalet, nous nous sommes intéressés dans un premier temps au marbre de Bou-Acila. Nous présenterons un détail de tous les aspects liés à l'extraction, au traitement, à l'utilisation et à la commercialisation de cette richesse naturelle très diversifiée du pays Zayane (Maroc Central). Notre travail s'est limité à la carrière Lambinet. L'utilisation de ces matériaux dans les monuments historiques n'a jamais été établie. Toutefois, on sait que cette carrière a connu une exploitation industrielle depuis 1936, et qu'elle produisait du "Skyros africain" ou "Skyros marocain". Ces dernières décennies, cette richesse est malheureusement exploitée pour la production de granulats. Notre but est de présenter l'ensemble des caractéristiques de ce matériau, non seulement pour exhorter les intéressés à une exploitation appropriée, mais aussi pour fournir les données nécessaires aux chercheurs dans le domaine du patrimoine architectural.

MOTS CLES : Marbre, Caractérisation, Exploitation, Patrimoine architectural, Bou-Acila , Maroc central,

ABSTRACT : Bou-Acila is a small locality of central Morocco, located at flight of bird to 45 km at the SSW of the of Kénifra town. It is partly built on marble which takes sound then name. With an aim of developing the marble of Morocco, we started with the study of the Bou-Acila marble in order to be able to present an exhaustive detail of all the aspects related to the extraction, the treatment, the using and the marketing of this country very diversified richness.

Bou-Acila marble is a metamorphic limestone. It's the most important layer of Moroccan's marbles with its reserves which we now estimated at 8 943 900 m³. On the samples taken with the Lambinet career exploited since 1936, and which produced of the "African Skyros" or "Moroccan's Skyros".

These last decades, this wealth is regrettably exploited for the production of aggregates. The aims of this paper are to present all the characteristics of this material, not only to exhort the interested to an appropriate exploitation, but also to supply the data necessary for the researchers in architectural heritage domain.

KEY WORDS : Marble, Metamorphic limestone, Caractérisation, Exploitation, Architectural heritage, Bou-Acila, Central Morocco.

1. INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, le marbre, un calcaire métamorphisé, est utilisé en sculpture et en architecture pour la décoration du fait de son aspect esthétique. Il est bien admis qu'au cours de l'Antiquité et en particulier à l'époque romaine, de nombreuses carrières ont été ouvertes dans le domaine méditerranéen pour extraire des marbres (Bernasconi & al. 2004).

De ces matériaux nobles, les Egyptiens, les Grecs, les Perces, les Romains et d'autres anciennes civilisations ont construit des palais, des monuments; sculpté des statues, des chapiteaux de colonne dont il reste des témoins encore admirés de nos jours. Nous pouvons citer les pyramides d'Egypte, les temples de Grèce, les cités romaines comme Volubilis au Maroc.

L'utilisation du marbre de Bou-Acila, objet de notre travail, dans les monuments historiques n'a jamais été établie. Toutefois, on sait que cette carrière a été déjà en exploitation en 1936, et qu'elle produisait du "Skyros africain" ou "Skyros marocain". La caractérisation précise de ces matériaux intéressera les archéologues et en particulier les chercheurs dans le domaine des monuments historiques, elle leur permettra d'identifier la provenance des matériaux utilisés dans des constructions anciennes.

Les marbres sont du point de vue pétrographique des calcaires métamorphiques. Du point de vue technologique, le terme marbre désigne toute roche calcaire ou non, possédant un caractère esthétique certain et susceptible de prendre un poli homogène et durable.

Dans cette étude, nous nous intéresserons en premier plan aux pierres de taille et roches ornementales qui forment une large gamme de matériaux tels que : les calcaires bien entendu, les travertins, les grès, les quartzites, les gneiss, les granites, les gabbros, les dolérites, les basaltes. Dans une deuxième partie, réservée au marbre de Bou-Acila, il s'agira du marbre proprement dit. Nous y aborderons les différents aspects géologiques et les caractéristiques géotechniques tout en signalant les problèmes d'exploitation.

2. POTENTIALITES EXPLOITABLES

Ce qui marque l'attention d'un géologue lorsqu'il pose ses pieds pour la première fois sur le territoire marocain, c'est sa richesse en affleurements et la diversité de ses terrains géologiques. L'on pouvait facilement établir une carte géologique du Maroc, si on se limitait uniquement à la pétrographie de la première couche à l'affleurement. Ceci est un atout notoire pour l'exploitation des roches ornementales, étant donné que les coûts d'installation sont réduits. La mise à nu de la partie à extraire est déjà exécutée par la nature.

Si les géographes peuvent le nommer avec fierté « Pays de contraste », c'est parce qu'on note d'un bout à l'autre du pays, les différences de relief, la nature diverse des modelés et les conditions climatiques très variables, les marbriers n'en sont pas du reste. Le Maroc possède une diversité de matériaux fort intéressants. L'existence de différentes variétés de marbres de

par leur nature pétrographique, leurs couleurs et leurs graphismes n'est plus à démontrer. Les potentialités en marbres du pays et les variétés disponibles permettent non seulement de satisfaire le marché local, mais également de viser l'exportation (Bouhaoui & Hilali, 1979 ; Bouhaoui & Berthoumieux, 1979). Ce potentiel est reparti en 54 gisements d'importance industrielle et dont les plus importants se trouvent dans le Maroc central (Fig. 1, Tableau 1). Quelques uns seulement de ces gisements sont exploités et parmi ceux qui sont mis en valeurs sont en nombre très réduit.

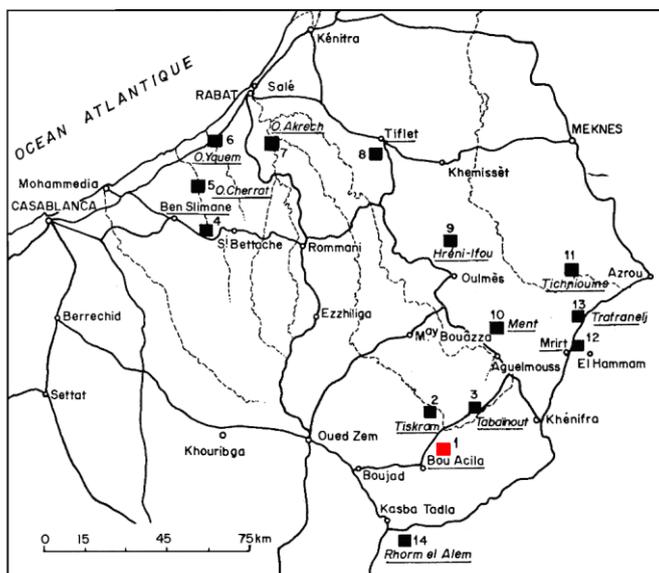


Figure 1. Schéma de situation des gisements de marbres et de roches ornementales du Maroc central (Bouhaoui *et al.*, 1979)

n°	Gisement	Nature lithologique	n°	Gisement	Nature lithologique
1	Bou-Acila	Calcaire métamorphique	28	Sidi Mejbour	Onyx calcaire
2	Tiskram	Calcaire métamorphique	29	Jerf Khaldt	Brèche calcaire
3	Tabinout	Calcaire	30	Izafzafene	Calcaire
4	Ben Sliman	Calcaire	31	Sidi Bouothmane	Calcaire
5	Oued Cherat	Calcaire	32	Douar El Mkhalf	Granite
6	Oued Yquem	Calcaire	33	Marrakech -Gueliz	Calcaire
7	Oued Akrech	Calcaire	34	Beni Younech	Calcaire
8	Tiflet	Calcaire	35	Tétouane-Torreta	Calcaire
9	Hreni-Ifou	Calcaire métamorphique	36	Boued	Calcaire
10	Ment	Granite	37	Azrou	Onyx
11	Tichniouine	Diorite	38	El Hammam	Tactite
12	M'rirt	Travertin	39	Zaër	Granite
13	Trafraneij	Calcaire	40	Mechra Ben Abbou	Calcaire
14	Rhorm El Alem	Travertin	41	Kerouchene	Granite
15	Id Chfar	Calcaire	42	Figuig	Onyx
16	Imi Mqgorn	Calcaire	43	Figuig Nord	Calcaire
17	Sidi Lachmi	Calcaire	44	Oued Ziz	Onyx
18	Tiout	Calcaire	45	Skoura	Calcaire
19	Nekob	Calcaire serpentinsé	46	Azgour	Granite
20	Amjout N'Tislit	Calcaire	47	Taifst	Calcaire
21	Tazzarine	Calcaire fossilifère	48	Foum Zguir	Calcaire fossilifère
22	Agulmous	Onyx calcaire	49	Aouinat	Calcaire
23	Afra	Onyx calcaire	50	Tjaditi	Granite
24	Erfoud	Calcaire fossilifère	51	Tersal Telli	Granite
25	J. Ttastert	Calcaire oolithique	52	Achgay	Calcaire fossilifère
26	El Oubad	Calcaire fossilifère	53	Guleb Ziza	Calcaire métamorphique
27	Jebel Zengal	Calcaire	54	Bir Aidiyat	Calcaire

Tableau 1. Principaux gisements de marbres et de roches ornementales du Maroc (Bouhaouili et al., 1979)

3. LE GISEMENT DU MARBRE DE BOU-ACILA

3.1 Cadre géologique

Le gisement du marbre de Bou-Acila se situe dans l'extrême partie sud-est du Maroc central. Il fait partie d'un vaste bombement du socle paléozoïque : l'anticlinorium de Qasbat Tadla – Azrou et affleure au niveau de l'anticlinal de Bou-Acila-Ourhdad. Sous les calcaires viséens discordants, les termes les plus bas de la série sont des andésites puis des schistes tufacés verts (Morin, 1960, 1962 a, b ; Verset, 1988). Au-dessus, apparaissent des calcaires marmorisés (marbre de Bou-Acila) recouverts par une puissante série volcano-detritique, constituée essentiellement de roches vertes à structure doléritique et à chimisme tholéiitique (Ouali, 2001 ; Ouali et al., 2003), de grès et de conglomérat à éléments volcaniques (Fig. 2). Les couches du marbre présentent un pendage de plus de 60° WNW et leur puissance peut atteindre 200m. Un âge géorgien a été attribué au marbre de Bou-Acila (Morin, 1960 ; Verset, 1988). La schistosité hercynienne est le seul guide de déformation dans ces roches (Allary et al., 1976 ; Piqué A. & Michard A., 1989).

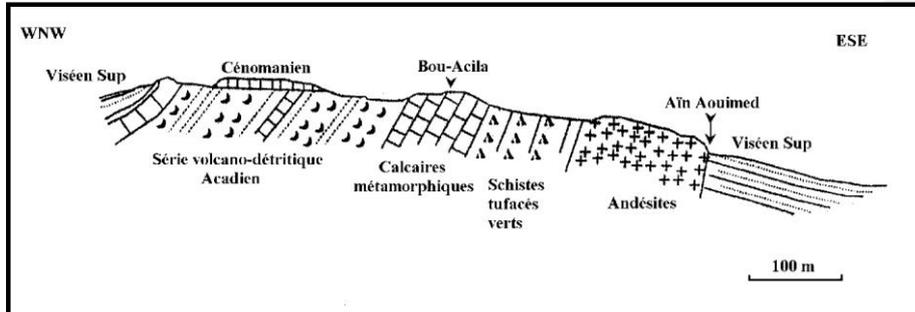


Figure 2. Coupe stratigraphique de Bou-Acila (Morin, 1960)

3.2 Analyse de la fracturation

Etant donnée que la géométrie du réseau des fractures d'un gisement de roches ornementales détermine la forme et le volume des blocs pouvant être extraits, il est essentiel d'en étudier le rôle sur le choix des différentes techniques d'extraction (Carreon Freyre, 1995).

3.2.1 Macrostructure

Le levé des discontinuités sur des blocs de marbre en place nous a permis de collecter une centaine de mesure. La figure 3 est une illustration statistique de ces mesures et montre que nous sommes en présence d'un réseau de fractures très complexe. Deux directions principales de fractures sont mises en évidence, elles sont sub-perpendiculaires. Les fractures d'orientation N140 à N160 sont de loin les plus nombreuses, suivies de celles se trouvant dans le couloir de directions N20 à N60. Ces mesures nous permettent de proposer des guides d'exploitation que nous détaillerons plus loin.

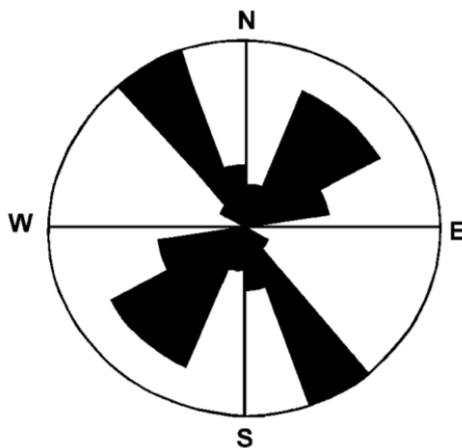


Figure 3. Rosace des mesures de fractures

3.2.2 Microstructure

En lames minces réalisées sur des échantillons orientés, on constate que nous sommes en présence de deux familles de fractures : une première famille, de directions N20 à N60, à remplissage de calcite et une deuxième famille, postérieure à la précédente, d'orientation N140 à N160 et sans aucun remplissage (Photo. 1).

4. PETROGRAPHIE ET MINERALOGIE

4.1 Pétrographie

Le marbre de Bou-Acila est un calcaire affecté par un métamorphisme régional. Quoique plusieurs variétés de colorie et de graphisme sont à distinguer en lame mince, les échantillons prélevés à la carrière Lambinet apparaissent très homogènes et formées essentiellement de calcite (Photo 2). Quelques traces de quartz et de minéraux opaques sont parfois présentes. Morin (1960) y signalait la présence de chlorite et de l'amphibole. La recherche de ces deux minéraux en lame mince ayant été vaine, ce qui nous a incité à effectuer une analyse par diffractométrie des rayons X.

4.2 Minéralogie

Pour une meilleure détermination de la composition minéralogique de notre matériau, nous avons choisi la diffraction aux RX de la roche totale. Nous avons utilisé un diffractomètre de type Philips-MPD 3710, équipé d'une anticathode de cobalt ($\lambda = 1.79$ angström) et d'un monochromateur arrière. Les paramètres d'analyse sont les suivants : générateur : haute tension 40KV, intensité 40 MA ; analyse de 3.5° (2θ) à 78° (2θ).

Les diffractogrammes (Fig. 4) obtenus révèlent, en plus de la calcite et du quartz, la présence de traces de la dolomite. Au dépouillement, nous nous sommes retrouvés avec 94,02% de calcite, 4,27% de quartz et 1,71% de dolomite quoique ne pouvant pas passer sous silence quelques opaques rencontrés dans les lames.

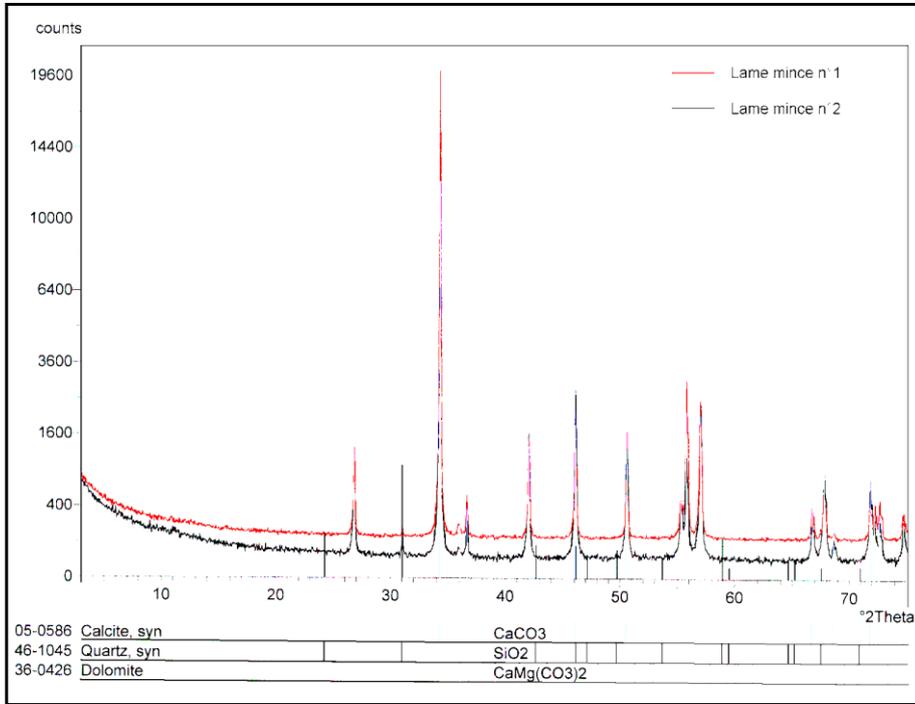


Figure 4. Diffractogramme des échantillons du marbre de Bou-Acila

4.3 Calcimétrie

Les échantillons prélevés à la carrière Lambinet nous ont donné à la calcimétrie, une teneur de 95,25% de calcite (CaCO_3). C'est donc un calcaire pur. Le marbre de Bou-Acila est donc constitué essentiellement de calcite.

5. PARAMETRES PETROPHYSIQUES ET GEOTECHNIQUES

Il s'agit ici de présenter quelques essais indispensables pour tester les paramètres spécifiques des pierres naturelles. Les résultats des essais que nous avons réalisés sur les trois variétés de colorie de marbre nous permettront de qualifier le marbre de Bou-Acila. Trois essais sont réalisés sur chaque échantillon. Les différents paramètres qui caractérisent le marbre de Bou-Acila sont consignés dans le tableau 2.

En définitive, à la lecture de ce tableau, on peut conclure que le marbre de Bou-Acila présente des caractéristiques requises pour être utilisé sous n'importe quelle condition climatique dans diverses parties d'une construction. Il peut également servir à la fabrication de divers objets de décoration et d'ornementation.

0

Caractères physico-chimiques du marbre de B. Acila			Comparaison avec d'autres marbres	
essai	valeur moyenne	appréciation	Carrare	Ruschita
Densité apparente en g/cm ³	2,684	dense	2.625	2.720
Densité réelle en g/cm ³	2,733	dense	2.748	2.750
Compacité en %	98,21	compacte	95.52	98.91
Porosité totale en %	1,79	très peu poreuse	4.48	1.09
Porosité efficace en %	0,27	très peu poreuse	0.49	-
Absorption d'eau en %	0,18	très peu absorbante	0.19	0.13

Tableau 2. Tableau récapitulatif des résultats des essais réalisés sur le Marbre de Bou-Acila

6. PROBLEMES D'EXPLOITATION DU MARBRE DE BOU-ACILA

6.1 Réserves et atouts

Le gisement de Bou-Acila est le plus important gisement de marbre du Maroc. D'après Bouhaouli *et al.* (1979), les réserves depuis lors étaient estimées à 9.000.000m³. Les réserves actuelles sont encore suffisantes pour susciter une exploitation industrielle. En effet, si les carrières du gisement de Bou-Acila ont été ouvertes depuis 1936, elles ont par contre été fermées en 1965. La réouverture de quelques unes de ces carrières s'est faite tout récemment pour voir notre marbre débité en granulats.

6.2 Différentes variétés du marbre de Bou-Acila

On désigne par variété de marbre, toute nuance esthétique qui peut être ressortie lorsqu'on considère des roches de même pétrographie ou des blocs venant d'une même carrière. Ainsi distingue-t-on les variétés graphiques et celles des coloris. Pour le marbre de Bou-Acila, nous avons distingué au total neuf variétés : trois nuances de coloris et trois types de graphisme. Dans la gamme des couleurs, nous avons défini le "blanc rosé", "le blanc" et le "gris clair" (photo 3). Les variétés graphiques quant à elles ne représentent que la manifestation de la schistosité suivant la direction de la taille. Les photos 4, 5 et 6 font ressortir ces différentes variétés ; nous les désignons par "genoux", "lignes" et "poissons". On notera qu'une grande ressemblance existe entre la variété blanche de ce gisement de marbre et des statuettes en marbre rencontrées actuellement dans la cité romaine de Volubilis. D'autres investigations seront nécessaires pour une meilleure identification de l'origine de ces statuettes.

6.3 Guide d'exploitation

Puisque les fractures réduisent ainsi la rentabilité du gisement, notre étude structurale comme nous l'avons annoncé ci-dessus, visait alors l'amélioration du taux d'extraction des blocs. Après analyse de la figure 3, il ressort que la taille doit être faite suivant des directions préférentielles. Ce qui signifie que l'extraction des blocs de carrière à l'explosif doit être proscrite, en effet ce mode d'extraction crée des fractures supplémentaires. Les deux directions de prédilection pour la taille des blocs, puisqu'ils doivent être cubiques ou parallélépipédiques, sont heureusement dans des intervalles étroits. Ce sont les directions N50 à N60 et N140 à N150 (Fig. 3). L'exploitation de l'étude microstructurale se situe au niveau du débitage des plaques à la marbrerie. Le débitage des plaques doit être fait suivant la direction des fractures non remplies, c'est à dire la direction N140 à N150 (Photo 1).

7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les résultats des essais effectués sur le marbre de Bou-Acila nous permettent d'affirmer qu'il est de bonne voir même de très bonne qualité. Comparé à des marbres reconnues internationalement pour leur qualité (Carrare en Italie et Ruschita en Roumanie), le marbre de Bou-Acila présente des caractéristiques requises pour être utilisé sous n'importe quelle condition climatique et dans diverses parties d'une construction. Il peut également servir à la fabrication de divers objets de décoration et d'ornementation respectant le label de l'art, de la qualité et de la durabilité. L'existence de fractures pose en effet quelques problèmes d'exploitation et de façonnage. L'étude de la fracturation a abouti à la proposition de méthodes et de techniques de travail en vue de l'augmentation de la rentabilité du gisement.

Concernant l'utilisation du marbre de Bou-Acila dans les constructions anciennes, nous savons que depuis l'Antiquité, le marbre est utilisé en sculpture et en architecture pour la décoration. Il est attesté qu'au cours de l'antiquité et en particulier à l'époque romaine, de nombreuses carrières ont été ouvertes dans le domaine méditerranéen pour extraire des marbres (Bernasconi Reusser *et al.* 2004). Les plus réputés sont ceux de Grèce, d'Asie Mineure et d'Italie. La ressemblance entre la variété blanche de ce gisement de marbre et des statuettes en marbre rencontrées actuellement dans la cité romaine de Volubilis a été soulignée, mais d'autres investigations seront nécessaires pour une meilleure identification de leur origine. En archéologie, la détermination de la provenance des marbres antiques (et également des autres types de roches) est d'une grande importance pour l'histoire culturelle et pour connaître les échanges commerciaux entre les peuples.



Photo1. Aspect du marbre de Bou-Acila en lame mince orientée montrant les directions principales de la fracturation.

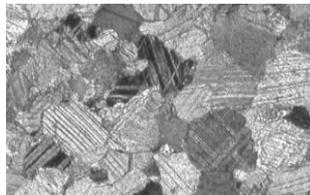


Photo 2. Présentation du marbre de Bou-Acila en lame mince formé entièrement de calcite (x 80).



Photo 3. Les trois variétés de coloris du marbre de Bou-Acila.



Photo 4. Graphisme suivant le sciage est-ouest : variété en "genoux".



Photo 5. Graphisme suivant le sciage nord-sud : variété en "lignes".



Photo 6. Graphisme suivant le sciage horizontal : variété en "poissons".

REFERENCES

- ALLARY A., LEVENU A. & RIBEYROLLRS M. (1976). Etude tectonique et microtectonique d'un segment de chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc Central. Notes et mémoires du Service Géologique. Maroc, n°261 ; 170p.
- BERNASCONI REUSSER M., REUSSER C., DECROUEZ D. & SCHMID J. (2004). Analisi di marmi bianchi provenienti da contesti archeologici del Canton Ticino - Jahrb. Schweiz. Ges. Ur- Frühgesch, vol. 87, pp. 117-139
- BOUHAOULI A. & BERTHOUMIEUX G. L. (1979). Aspects technico-économiques de l'exploitation des marbres. Mines, Géologie et Energie. Rabat, n°45 ; pp 103-111.
- BOUHAOULI A., CARAMAN V. & HILALI E. A. (1979). Les marbres du Maroc. Mines, Géologie et Energie. Rabat, n°45 ; pp 35-102.
- BOUHAOULI A. & HILALI E. A. (1979). Les substances minérales utiles marocaines et leur impact sur l'économie nationale. Mines, Géologie et Energie. Rabat, n°45 ; pp 35-102.
- CARREON FREYRE D. C. (1995). Influence des discontinuités dans les carrières de roches ornementales sur les méthodes d'exploitation et la récupération du gisement. Thèse de l'école nationale supérieure des mines de paris, 224p.
- MORIN P. (1960). Les marbres d'origine métamorphique du Maroc central (géologie et problème d'exploitation). Mines, géologie et énergie. Rabat, N°11 ; PP 31-39.
- MORIN P. (1962A). Les séries volcano-sédimentaires cambriennes du Maroc central. C.R. Acad. Sci. Paris, 254, pp.2396 - 2398.
- MORIN P. (1962b). Preuve de l'existence des granites précambriens et probabilité de la présence de rhyolites du Précambrien III dans le Maroc central. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 254, pp. 3227 - 3229.
- OUALI H. (2001). Le paléovolcanisme cambrien de la Meseta marocaine : caractérisation géochimique et implications géodynamiques. Thèse, Univ. My Ismaïl-Meknès; 153p.
- OUALI H., BRIAND B. & BOUCHARDON J.L. (2003). Le volcanisme cambrien du Maroc Central : implication géodynamique. *C. R. Geoscience* 335, pp 425-433.
- PIQUÉ A. & MICHARD A (1989). Moroccan hercynides: asynopsis. The paleozoic sedimentary and tectonic evolution at the northern margin of west Africa. *Am. J. Sci.*, 289; pp 286-330.
- VERSET Y. (1988). Mémoire explicatif de la carte géologique du Maroc au 1/100 000, feuille de Quasbat-Tadla. Notes et mémoires du Service Géologique. Maroc, n°240 bis ; pp 1-132.

PARTIE 1 : HISTOIRE ET ARCHITECTURE

LE

ALEGRIA J.R. M......

LE MONUMENT OUBLIE DE MARRAKECH : VALEUR ARCHITECTURALE ET
VALEUR ECONOMIQUE

AICHANE M......

CONSERVATION DE L'ARCHITECTURE HISTORIQUE EN TERRE DE YAZD 1972 A
YAZD 2003 : UNE EVOLUTION MANQUEE?

BARTOLOMUCCI C......

LES MURS EN BRIQUES CRUES DE L'ARCHITECTURE RURALE
EN LOMBARDIE (ITALIE DU NORD)

BIONDELLI DANIL O., BUGINI R. & FOLLI L......

ENTRE LA PROCEDURE OFFICIELLE ET LA PROCEDURE PARALLELE A QUEL
DEGRE LE PLAN TYPE EST-IL APPLIQUE DANS LES COOPERATIVES
IMMOBILIERES

BOUTABBA H., MILI M. & BOUTABBA S-D......

LA RESTRUCTURATION DE LA VIEILLE VILLE DE M'SILA (ALGERIE)
A-T-ELLE STOPPEE SON AGONIE URBAINE ? CAS DU QUARTIER D'EL ARGOUB

BOUTABBA H., MILI M. & MEZRAG H......

LES TASOTAS MAROCAINES : UN PATRIMOINE INCONNU

BRAVIN A. & PONTI R......

TECHNICAL KNOWLEDGE AND TRADITIONAL ARCHITECTURE IN MEDINA OF
CHEFCHAOUEN (MOROCCO)

**CHADMI H., DIPASQUALE L., GIORGI D., MECCA S., NICOSIA V., ROVERO L.,
TONIETTI U. & VOLPI V.**.....

EARTHEN ARCHITECTURE KNOWLEDGE MANAGEMENT BY AN ONTOLOGICAL
SEMANTIC WEB

CIRINNA C., MECCA S......

LE REMPART D'ESSAOUIRA FACE A L'EROSION COTIERE

DAOUDI L., EL MIMOUNI A., ELMOUATEZ A. & ANTHONY E......

VERNACULAR MUD BRICK ARCHITECTURE IN THE EGYPTIAN WESTERN
DESERT : CASE STUDIES IN THE DAKHLEH OASIS

DE FILIPPI F......

ARCHEOLOGIE DES VILLES PROVENCALES : ELEMENTS SUR LA TOPOGRAPHIE,
L'HABITAT PROTOHISTORIQUE ET ANTIQUE

DELESTRE X......

BIODETERIORATION OF ARCHAEOLOGICAL RUINS AND HISTORIC
MONUMENTS IN MEDITERRANEAN AREA

DEL SIGNORE G. & MONTE M......

TIPOLOGIES DES COUPOLES ALGEROISES

DRIOUECHE N-K......

LES TOURS DE DEFENSE COTIERE DU SUD DE LA SARDAIGNE.
TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET PROBLEMATIQUES DE CONSERVATION

GIANNATTASIO C......

LES AZIBS : PATRIMOINE ARCHITECTURAL EN PIERRE SÈCHE
CAS DE L'OUKAÏMEDEN (MARRAKECH – MAROC)

IBNOUSSINA M., NOCAIRI M., WITAM O. & SKOUNTI A......

RESTAURATION ET MISE EN VALEUR A CIEL OUVERT DE BATIMENTS
ARCHITECTURAUX A L'ETAT DE RUINE : LA PROTECTION DES CRETES

MARINO L......

CONNAISSANCE EST CITERE DE CHOIX PROJETTUEL POUR IL HABITAT
DISPARU DE LA SARDAIGNE

MOCCI S......

RELATION ENTRE LE PATRIMOINE ARCHITECTURAL AMAZIGH ET ISLAMIQUE
AU MAROC

OUHMID A......

L'ARCHITECTURE RURALE DANS LES ENVIRONS DE MARRAKECH

RKHA CHAHAM K., IBNOUSSINA N., GAMRANI N., BAJJA A. & AARAB E.M......

PARTIE 2

MATERIAUX : CARACTERISATION ET RESTAURATION

Titre

SCHVOERER M......

THE MINERALOGICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE EARTH
USED IN THE EARTHEN BUILDINGS SITED IN THE DRÂA VALLEY (MOROCCO)

BAGLIONI E., FRATINI F. & ROVERO L......

CARACTERISATION MINERALOGIQUE ETGEOCHIMIQUE DES CERAMIQUES
ROMANO-AFRICAINE DE L'ATELIER DE HENCHIR ES-SKHIRA (HAGEB
LAYOUN, TUNISIE CENTRALE) : IDENTIFICATIONS DE LA ZONE SOURCE ET DES
TECHNIQUES DE FABRICATION

BAKLOUTI S., LARIDHI OUAZAA N., KASSAA S., RABHI M. & LABAEID M......

UTILISATION DU PLATRE DANS L'ARCHITECTURE RURALE, DANS LE SUD DE LA
FRANCE, LE RIF ET LE HAUT-ATLAS MAROCAIN.

BERTONE F......

ETUDE DES ENDUITS PEINTS TROUVES SUR LES CHANTIERS
ARCHEOLOGIQUES DE MARSEILLE ANTIQUE : PREMIERES ANALYSES DES
MATERIAUX ET TECHNIQUES
D'OVIDIO A-M., BROMBLET P., MERCURIO V. & VALLET J-M......

DONNEES PRELIMINAIRES SUR LES ANCIENNES CARRIERES DU SITE
ANTIQUE DE VOLUBILIS (MAROC)
**EL RHODDANI M., KAMEL S., DESSANDIER D., VARTI-MATARANGAS M.,
LEROUX L., MAHJOUBI R. & BOUZIDI R.**.....

CARACTERISATION GEOTECHNIQUE DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION DU
PALAIS EL BADIA (MARRAKECH, MAROC)
**GAMRANI N., R'KHA CHAHAM K., IBNOUSSINA M., CHERRADI F, MAROU A,
& HADAOUI H.**.....

ANALYSE ET CARACTERISATION DES MATERIAUX DU HAMMAM D'AGHMAT
PERIODE ALMORAVIDE (XIEME-XIIEME SIECLE)
IBNOUSSINA M., ZAMAMA M., NOÇAIRI M., WITAM O. & CHERRADI F.

LE MARBRE DE BOU-ACILA (MAROC CENTRAL) : QUELLE UTILISATION
ANTIQUE ?
OUALI H. & SADKI D......

ⁱ Il faut adjoindre que dans cette période les conflits intérieurs vont se réduire, et les côtes deviennent les seuls lieux où l'on va insérer les nouvelles œuvres de défense: «la pacificazione in atto dallo scorcio del Quattrocento ha ridimensionato definitivamente l'importanza militare dei castelli del periodo giudicale e pisano. La fine delle lotte intestine ha rimosso infatti i confini interni, privando le fortezze della tradizionale funzione di sorveglianza dei punti strategici per il contenimento della conflittualità locale. La linea di costa diventa finalmente la frontiera esclusiva lungo la quale insediare le opere di difesa» (Mele G. 2000: 19).

ⁱⁱ Mattone A. 1989a: 25: «La Sardegna, con la Sicilia e le Baleari, costituiva, nel XVI e nel XVII secolo, il confine meridionale della cristianità nel Mediterraneo occidentale».

Cf. aussi Russo F. 1992: 19-20: «L'isola assolveva un triplice ruolo nel sistema strategico spagnolo: a) nel 1550 viene considerata come l'avamposto di un triangolo difensivo che si incunea trasversalmente nel Mediterraneo occidentale, la cui base è constituata dalle fortificazioni della Catalogna, di Valencia e di Alicante, i lati sono le tre isole di Maiorca, di Minorca e di Ibiza, e la punta di diamante è rappresentata dalle piazzeforti della Sardegna; b) nella seconda metà del Cinquecento la Sardegna era inseri

ⁱⁱⁱ Scano D. 1936: 3-6.

^{iv} Russo F. 1992: 7. Pour approfondissements sur le système de défense de la ville de Cagliari cf. aussi Scano D. 1936, p. 32-36; Casu S., Dessì A. & Turtas R. 1984; Casu S., Dessì A. & Turtas R. 1992; Russo F. 1992: 26-42; Rasso M. 2003.

^v Piloni L. 1974, tab. XXIX.

^{vi} Pillosu E. 1959-60; Castelli P. 1984: 54-59.

^{vii} Mele G. 2000: 48; Russo F. 1992: 73-79.

^{viii} Mele G. 2000: 53.

^{ix} Pour des approfondissements sur les incursions aux côtes de la Sardaigne pendant le XVI^e siècle cf. Loddo Canepa F. 1974: 83-93.

^x Conteddu G. 1912; Mattone A. 1989b: 65-71.

^{xi} Cf. Santoro L. 1969: 129: «Per la minaccia, portata dai Turchi e dai pirati della Barberia nel XVI secolo, non venne ritenuto opportuno riattare i vecchi luoghi fortificati anche perché, in effetti, i nuovi metodi di difesa

dipendenti dall'invenzione delle armi da fuoco rendevano inutili allo scopo le antiche fortezze. Venne iniziata, invece, la costruzione di una serie di torri costiere, disposte a poca distanza l'una dall'altra in modo da permetterne un facile collegamento».

Pour un cadre complet sur l'évolution du système de défense dans le Mezzogiorno à partir de la chute de l'Empire Roman d'Occident jusqu'au XIX^e siècle cf. Santoro L. 1988 et AA.VV. 1988.

^{xii} Castelli P. 1984: 45: «La scossa psicologica alla classe dirigente sarda per avviare a realizzazione i propositi di difesa viene dall'incursione del 1582, che portò al saccheggio di Quartu, Quartucciu e Pirri alle porte di Cagliari. Sull'onda di quest'emozione, il Re propone agli Stamenti l'istituzione di un dazio sull'esportazione, per coprire le spese della difesa costiera. All'inizio del 1583 ciascuno dei tre Stamenti (l'Ecclesiastico, il Militare ed il Reale) approva i "30" capitoli relativi all'organizzazione della difesa con imposte di dazi sui prodotti agricoli da esportare, per la costruzione di nuove torri litoranee e la loro gestione. Nel 1587 Filippo II approva a sua volta definitivamente i capitoli ed inizia così l'attività di quell'istituto speciale che doveva prendere il nome di "Amministrazione delle Torri", o del "Real"».

^{xiii} Fois F. 1981: 12-13.

^{xiv} Ce phénomène de retard ne concerne pas seulement le système de défense côtier, mais aussi celui des villes: «All'inizio dell'età moderna l'impianto difensivo del regno di Sardegna denuncia una chiara impronta medievale. Le città più popolate sono chiuse da cinte murarie costruite secondo i principi dell'architettura militare antica, che mirano allo sviluppo verticale dei torrioni e delle cortine per garantire ai difensori una posizione dominante rispetto agli assediati. La mancanza di guerre e quindi la limitata diffusione delle artiglierie di grosso calibro in grado di abbattere le muraglie determinano la sopravvivenza e l'utilizzazione di questi manufatti nel Cinquecento» (Mele G. 2000: 19).

^{xv} Cf. Rocchi E. 1908: 169-183, et en particulier le paragraphe sur «Le torri isolate. La difesa costiera», où il affirme que «nella seconda metà del secolo XVI, col progredire dell'arte della difesa, venne studiato ed applicato un tipo di torre litoranea che, nella storia dell'architettura militare, rappresenta un modello del genere. Pianta quadrata col lato di dieci metri, periferia di quaranta, altezza di venti, muraglie grosse da tre a quattro metri, scarpate dal cordone in giù. La porta alta sul cordone, la scala esterna ed il ponte tra la scala e la soglia sui bolzoni. Tre piani a volta: uno pei magazzini; uno per gli alloggiamenti; uno per la batteria. All'interno la scala a chiocciola; le caditoie tutto intorno» (p. 179).

^{xvi} Russo F. 1992: 175. L'auteur précise que, même si dans la période en question il y avait en Sardaigne beaucoup d'ingénieurs militaires, aucun dessin est à nous parvenu. «Né peraltro si trova riscontro di notifica di incarico ai medesimi per la direzione dei lavori di tutte, o anche soltanto di alcune delle suddette. Né infine si è rinvenuto un esplicito capitolato d'appalto, facente riferimento ad un progetto di massima (...). Valida perciò l'ipotesi che il modello formale di riferimento siano stati proprio i millenari nuraghi, con lievi adeguamenti funzionali».

^{xvii} Mele G. 2000: 98.

^{xviii} Russo F. 1992: 75.

^{xix} Russo F. 1992: 175.

^{xx} À propos des *picapedres* voir Mossa V. 1981: 209-210, où il y a un paragraphe sur «l "picapedres" e i primi architetti di educazione colta».

^{xxi} Mele G. 2000: 96.

^{xxii} Mele G. 2000: 133.

^{xxiii} Fois F. 1981; Montaldo G. 1984; Montaldo G. 1992; Rasso M. 2005. Consulter aussi Principe I. 1987, où ils sont publiés des dessins du XIX^e siècle, gardés à l'Archive de l'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio (ISCAG), Rome. En particulier, l'un concerne la Torre di Porto Conte à Alghero (p. 30), sur la côte nord-ouest de la Sardaigne, qui montre deux plans à des différents niveaux, une section et un prospectus, bien détaillés, l'autre relatif à la tour Calamosca à Cagliari (p. 15), tous les deux du XVI^e siècle. Le même dessin est publié aussi dans Russo F. 1992: 95, fig. 92.

^{xxiv} Lumbroso G. 1901: 1.

^{xxv} Mele G. 2000: 101: «Per contratto gli appaltatori provvedevano in proprio alla preparazione e al trasporto della calce e degli altri materiali da costruzione (conci, pietrame, travi di ginepiro, acqua, sabbia)».

^{xxvi} Cf. Russo F. 1992: 297-298: L'auteur cite l'«Elenco dei castelli, delle torri e fortezze esistenti in Sardegna che cessano di essere considerate come fortificazioni o posti fortificati in base al R. Decreto 25 aprile 1867».

^{xxvii} Cf. Piloni L. 1974, où, avec référence au XVI^e siècle, outre à la carte mentionnée, rédigée par Rocco Cappellino, il y en a des autres aussi de valeur. En particulier l'on signale les tables XXXI (1586), XXXII (1589), XXXIII (1606) et XXXV (1620).

Un autre document iconographique très intéressant est la «Descripcion dela isla y reyno de Sardeña XDCXXXIX» (tab. XXXVI), un des plus importants documents de l'histoire cartographique de l'île, «compuesta por Don Francisco de Vico de consejo de su Magestad, y fu Regente en el Supremo de Aragona».

Cf. aussi Principe I. 1981: 69-112, où il y a beaucoup de cartes historiques concernant Cagliari et ses environs, référées au XVI^e siècle.

Enfin cf. Zedda Macciò I. 1983.

^{xxxiii} En particulier, près de l'Archivio di Stato di Cagliari, il y a l'Antico Archivio Regio, et le Fondo Amministrazione delle Torri, qui gardent beaucoup de documents référés aux structures de la zone et de la période en question. Cf. Rasso M. 2005: 243-244.

^{xxxix} Cette technique a été retrouvée aussi dans la région Campania, à partir de l'époque romaine, jusqu'à la fin du XVII^e siècle. Cf. Fiengo G. 1996; Fiengo G. 1998; Russo M. 1996; Russo M. 1998; D'Aprile M. 2001; Giannattasio C. sous presse; Giannattasio C. 2007; Carafa R. & Giannattasio C. 2005.

^{xxx} D'Aprile M. 2001: 195.

^{xxxi} D'Aprile M. 2001: 181.

^{xxxii} Rasso M. 2005: 47.

^{xxxiii} Rasso M. 2005: 73.

^{xxxiv} Cf. Montaldo G. 1992: 492, où il y a les dessins en plan, section et prospectus.

^{xxxv} Rasso M. 2005: 97.

^{xxxvi} Montaldo G. 1992: 135.

^{xxxvii} Rasso M. 2005: 145.

^{xxxviii} Rasso M. 2005: 105.

^{xxxix} Comme on a pu relever à travers l'enquête en site, ces tours sont intéressées par d'autres phénomènes de dégradation, comme alvéolisation, désagrégation, décollement, efflorescence, érosion, exfoliation, pulvérisation, ou encore dus à patine biologique ou à végétation.