

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER , CONSTANTINE 3**



**FACULTE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME  
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**

Option : Patrimoine bâti architectural et urbain.  
Mémoire de master2  
THEME

**MISE EN VALEUR DU PATRIMOINE ARCHITECTURAL A  
TRAVERS LA MAQUETTE NUMERIQUE ANIMEE CAS  
ZAOUIA SAIDA HAFSA CONSTANTINE.**

Dirigé par :  
Dr. A. MAHIMOUD  
Pr. B. BELABED SAHRAOUI

:présenté par :  
BOUREBOUNA ABDELOUAHAB

Année universitaire : ( 2020 / 2021).

## Sommaire

### Chapitre introductif :

Introduction générale .....	06
Problématique .....	07
Hypothèses de la recherche .....	09
Méthodologie d'approche.....	09
Structure du mémoire .....	10
Bibliographies.....	85

### Chapitre I :

<b>La conservation du patrimoine notion et définition.....</b>	<b>11</b>
Introduction .....	11
I.1. Patrimoine : notion et définition.....	11
I.1.1. Définition de la notion du patrimoine.....	11
I.1.2.L'Evolution et élargissement de la notion du patrimoine .....	12
I.2. Les composants du patrimoine.....	14
I.2.1. Le patrimoine culturel .....	14
I.2.2. Le patrimoine naturel .....	14
I.2.2.a. Le patrimoine culturel immatériel.....	15
I.2.2.b. Le patrimoine culturel matériel .....	16
I.2.2.c. Le patrimoine culturel subaquatique.....	17
I.3. La conservation du patrimoine : notion et définition.....	18
I.3.1. Définition de la conservation.....	18
I.3.2. La conservation du patrimoine selon les chartes.....	19
I.3.3. Les types de la conservation.....	20
I.3.3.a. La conservation préventive.....	20
I.3.3.b. La conservation curative .....	21
I.3.3.c. La conservation-restauration.....	21
I.3.3.d. La conservation intégrée.....	22
I.3.4. Le processus conservatoire .....	23
I.3.4.a. Enquête et prospection .....	23
I.3.4.b. Définition de la signification et des valeurs .....	23
I.3.4.c. Analyse.....	23
I.3.4.d. Formulation des stratégies et de la mise en œuvre.....	23
I.4. La conservation numérique du patrimoine.....	24
I.4.1. La définition de numérisation.....	24
I.4.2. Pourquoi numériser ?.....	24
I.4.2.a. Voir l'aspect passé d'un site.....	24
I.4.2.b. L'ouverture des sites au tourisme et à la médiation culturelle.....	25
I.4.3. L'apport de numérisation dans le domaine de valorisation du patrimoine.....	25
I.4.3.a. Faciliter l'accès au patrimoine.....	25
I.4.3.b. La conservation des oeuvres.....	26
I.4.3.c. Préparer, prolonger et mémoriser la visite.....	26
I.4.4. Visite virtuelle ou visite réelle ?.....	27
Conclusion .....	28

## Chapitre II :

<b>Usages des outils numériques dans la conservation du patrimoine</b> .....	29
Introduction .....	29
II.1. Les outils traditionnels de conservation du patrimoine .....	29
II.2. Les outils numériques (innovant) de conservation du patrimoine .....	31
II.2.1. Les outils d'acquisition .....	31
II.2.1.a. La technique de la lasergramétrie.....	31
II.2.1.b. La technique de la photogrammétrie numérique .....	35
➤ La photogrammétrie multi image .....	35
➤ La photogrammétrie : les photos rectifiées.....	36
➤ La photogrammétrie : les ortho-photos (images) .....	37
II.2.2. Les outils de modélisation .....	38
II.2.2.a. Les logiciels assistés par ordinateur .....	38
➤ Le logiciel AutoCAD .....	38
➤ Le logiciel ArchiCAD .....	39
➤ Le logiciel Sketchup.....	40
➤ Le logiciel Revit .....	41
II.2.2.b. Les outils de reconstitution de l'image réelle (L'impression 3D) .....	42
➤ Présentation .....	42
➤ Impression 3D au service du patrimoine (du virtuel au réel) .....	42
II.2.3. Les outils de visualisation .....	46
II.2.3.a. La photo panoramique à 360° .....	48
II.2.3.b. La vidéo 360° ou immersive.....	48
II.2.3.c. Les jeux vidéo .....	48
II.2.3.d. La maquette numérique 3D .....	49
II.2.3.e. La réalité virtuelle .....	50
II.2.3.f. La réalité augmentée .....	51
Conclusion .....	53

## Chapitre III :

<b>Maquette numérique -cas d'étude-</b> .....	54
Introduction .....	54
III.1.1. Définition de la maquette numérique .....	54
III.1.2. Modélisation géométrique / modélisation objet .....	54
III.1.3. Les composantes de système de la maquette numérique .....	55
III.1.3.a comment modélise-t-on un bâtiment déjà existant en 3 dimensions .....	55
III.1.3.b - instruments d'utilisation_ .....	55
➤ le scanner numérique faro .....	55
III.1.4. Domaines d'applications maquette numérique .....	55
III.1.5. Maquettes numériques de bâtiments existants .....	56
III.1.6 maquette numérique au service du patrimoine .....	56
III.2. Reconstruction 3d et structuration sémantique d'édifices patrimoniaux .....	57
III.2.1 l'Acquisition informations spatiales .....	57
III.2.1.a. L'acquisition par scanner laser 3D.....	57
III.3. Les nuages de points 3d et MeSH .....	58

III.3. 1 reconstruction 3d a partir de nuage de points : .....	58
III.3. 2 généralités sur les nuages de points 3d et MeSH.....	59
III.3. 2. a. Nuage de points isolés obtenus par scan 3d.....	59
III.3. 2. b. Les nuages de points unifiés.....	61
III.3. 2. c. Les nuages de points issus de la photogrammétrie.....	61
III.3.3. colorisation des nuages de points :.....	62
III.3.4. Convertir en MeSH, ou surface maillée .....	62
III.3.5. Texturer les MeSH :.....	63
III.3.6. Rendu des MeSH : .....	63
III.4. Essai d'application de la maquette numérique :cas de zaouia Saida hafsa de Constantine.....	64
➤ phases de la numérisation: du laser a la maquette.....	64
➤ Méthodologie de la numérisation : du laser a la maquette numérique.....	65
III.4.1. Situation :.....	66
III.4.2. synthèse de diagnostic .....	66
III.4.3. Le processus de reconstruction de la maquette numérique de la Zaouia Saida hafsa.....	72
➤ a- collecte des données : .....	73
➤ b - le traitement des données collectées .....	76
• Fichier récap .....	77
➤ Modélisations 3d du projet .....	82
➤ Rendu final du travail .....	82
➤ Mise en forme finale et transmission des livrables .....	83
Conclusion .....	84
Conclusion générale .....	84
Synthèse de la recherche .....	86

## CONCLUSION :

L'occasion s'est présentée à nous dans le travail de la recherche d'introduire le numérique pour la compréhension et la mise en valeur d'un type de monuments historiques à Constantine « **zaouia Saida hafsa** », comme une réponse à ces problématiques et pour permettre à plusieurs personnes physiquement séparées l'une de l'autre (architectes, restaurateurs décideurs...), d'interagir de collaborer et de proposer les meilleures solutions.

On a procédé aussi à l'élaboration d'un questionnaire, ce dernier nous a permis de mesurer à quel point la maquette numérique peut être applicable et efficace dans le domaine du patrimoine. A partir de l'analyse de ces résultats quantitatifs nous avons soulevé les points suivants :

- La représentation numérique renforce et complète le dossier graphique qui n'est pas suffisant pour mieux comprendre les différentes interventions notamment lors des opérations de restauration, conservation...etc.
- Ce nouveau dispositif contribue à faire des simulations à la présence juste de document écrit ou récit comme seul témoignage
- **la maquette numérique** offre des avantages et des éclaircissements de différentes vue comme la prise de décision dans le processus de la conservation, la facilitée, la clarté et la compréhension pour toutes les tranches de la société sans avoir le besoin de se déplacer puisqu'elle est la plus réel.
  
- Malgré la place importante qu'occupe **la maquette numérique** dans le domaine du patrimoine, ils existent quelques obstacles qui peuvent entraver le développement et l'application de cette technologie et sa divulgation auprès du grand public. De ce fait la gestion du patrimoine culturel nécessite une base d'information conséquente et une grande coordination entre les différents acteurs mais aussi l'intégration de différentes nouvelles techniques et technologies.