

L'auscultation de la Mosquée Hassan II par Le relevé laser scanner 3D : apports et contraintes

Kenza AITELKADI and Kamal BEN ADDOU IDRISSE, Maroc

Mots clé: Patrimoine architecturale, Mesure de déformation, Lasergrammétrie, Plan de recollement, Modélisation, SIG mobil, Carte de dégradation

SUMMARY

To preserve the wealth of our architectural heritage, the urban agency of Casablanca appealed to the ETAFAT Company of topography and engineering works for the 3D surveying of the facades to the big Hassan II mosque by the laser scanning.

The objective is the localization to the degradation zone of the Hassan II mosque facades with

- The establishment of the facades plans
- The 3D modeling
- The SIG application allowing the management of facades fixtures inventory on real time (marble plates).

The departure element is the georeferenced or local points cloud which represents the base of establishment of the façade plans on real time.

The assembly of the various facades reconstitutes the mosque by keeping the fixtures inventory (element movement, patch degradation.).

After the vectorization phase, ETAFAT proceeded to the generation of a database coupled with a geographical information system (GIS)

This system will allow the follow-up the maintenance of all the marble plates is it by integrating (a group of criteria and indicators associate to every constituent element).

RESUME

Afin de conserver la richesse de notre patrimoine architectural, L'agence urbaine de Casablanca a fait appel à la société ETAFAT des travaux d'ingénierie et de topographie pour le relevé 3D des façades de la grande mosquée Hassan II par le scanner laser.

La mission comporte la réalisation des prestations de recensement par Scanner 3D et reconstitution en format numérique du revêtement en travertin des façades du minaret et de la salle de prière de Mosquée Hassan II.

L'objectif est le repérage des zones de dégradation des façades de la mosquée Hassan II à base de

- L'établissement des plans de recollement des façades
- La modélisation 3D

- L'application SIG permettant la gestion de l'état des lieux des façades (plaques de marbre) en temps réel.

L'élément de départ et le nuage de points géoréférencié ou local qui représente la base d'établissement des plans de recollement des façades en temps réel.

L'assemblage des différentes façades reconstitue la mosquée en conservant l'état des lieux (déplacement d'élément, dégradation des plaques....).

Après la phase de restitution, ETAFAT a procédé à la génération d'une base de données couplée avec un système d'information géographique (SIG).

Ce système permettra le suivi des travaux d'entretiens et de maintenance de l'ensemble des plaques de marbres est cela en intégrant un groupe de critères et d'indicateurs associés à chaque élément constitutif.

L'auscultation de la Mosquée Hassan II par Le relevé laser scanner 3D : apports et contraintes

Kenza AITELKADI and Kamal BEN ADDOU IDRISSE, Maroc

1. INTRODUCTION

Inauguré le 30 Août 1993, La mosquée Hassan II demeure un chef d'œuvre architectural symbolisant le grand Casablanca. Elle représente la 2^{ème} plus grande mosquée au monde, après celle de la Mecque (en Arabie Saoudite). Un toit ouvrant de grande dimension, permet selon le vœu de sa Majesté défunt Hassan II de relier cet édifice à l'air d'où la hauteur de son minaret qui atteint les 210 mètres.

La mosquée est construite sur une plate forme érigée aux 2/3 sur l'océan, procurant au monument un emplacement stratégique et une vue prodigieuse.

Depuis son ouverture au public sa conservation et sa maintenance étaient assurées par l'Agence urbaine de Casablanca. Cette dernière n'a pas cessé de déployer tous les moyens humains, financiers et matériels pour veiller sur la bonne gestion et entretien de ce monument culturel aux multiples facettes.

C'est dans cette optique que l'agence lança, sous deux volets, un projet de Diagnostic et de mise en place d'un système de surveillance du revêtement des façades de la Mosquée Hassan II.

2. OBJECTIFS DE LA MISSION DE RELEVÉ PAR SCANNER LASER

2.1 La répartition des missions du projet

La première mission comprend d'une part l'exécution des prestations de recensement par Scanner 3D, la reconstitution en format numérique du revêtement en travertin des façades du minaret et de la salle de prière. D'autre part l'établissement d'un système d'information géographique qui va permettre d'assurer le suivi des états de plaques ainsi une cartographie de l'ensemble des dégradations de la Mosquée Hassan II. Notre article portera sur la définition des contraintes et de la méthodologie adoptée pour assurer le bon déroulement de la première mission.

La deuxième phase du projet consiste à la Réalisation d'un programme d'essais pour la surveillance et la maintenance des façades et des revêtements en marbre de la Mosquée Hassan II-, cette mission a été confiée à un laboratoire d'étude et diagnostic de bâtiments, ouvrages et patrimoines.

Le lancement de ces deux missions complémentaires a été motivé par l'apparition d'une dégradation des bétons constitutifs des infrastructures et des ouvrages périphériques de protection de la Grande Mosquée, liée à une corrosion des armatures métalliques de ces structures en béton armé. La première mission présente une phase primordiale de repérage

pour débiter le diagnostic proprement dit.

2.2 L'apport de lasergrammétrie dans les relevés architecturaux

Vue l'importance des relevés architecturaux à grande précision dans chaque projet de rénovation ou de réhabilitation de bâtiment, l'Agence Urbaine de Casablanca a confié la première mission à ETAFAT (société des travaux topographiques et d'ingénierie).

Convaincu par l'apport des technologies de pointes, ETAFAT a fait appel à la lasergrammétrie (Relevé par scanner laser). Une science qui se base sur l'acquisition des milliers de points par second.

La technologie 3D demeure l'avenir de la visualisation, elle représente aujourd'hui une partie intégrante du génie pour l'évaluation dans le domaine de l'architecture et la construction patrimoine culturel. L'utilisation du balayage laser 3D ouvre de nouveaux horizons pour l'humanité dans des domaines tels que la préservation de précieux objets historiques et culturels pour nos descendants et permet d'assurer la disponibilité générale de patrimoine culturel mondial qui aiderait au développement culturel entre les citoyens de tous les pays.

Le balayage laser-scanner (lasergrammétrie) permet de mesurer les bâtiments, sans contact, avec une très **haute densité** d'information. Les nuages de points 3D (figure.1), directement issus de la mesure, sont très précis et surtout très cohérents.

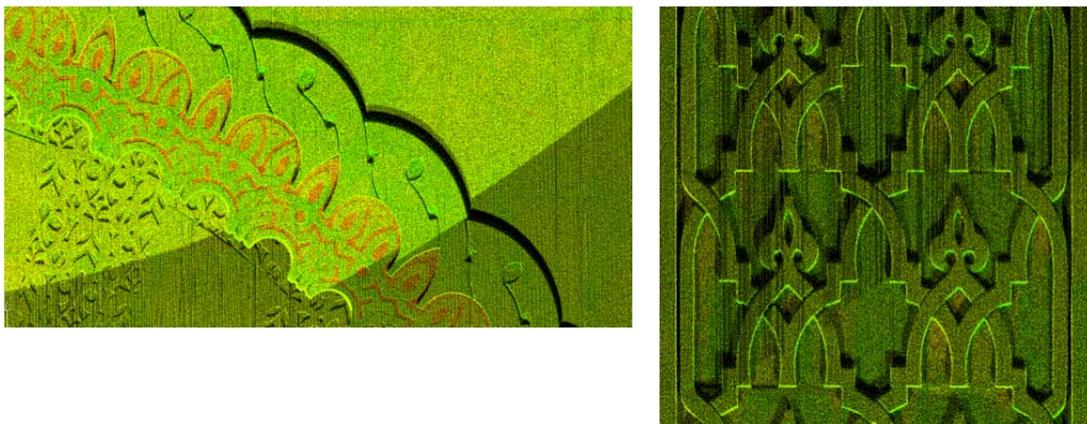


Figure 1. Nuage de points relevant les édifices des façades de la Mosquée Hassan II

Le nuage de points est l'ensemble tridimensionnel des points mesurés par le capteur sur la surface de l'objet relevé, chaque point étant référencé au minimum par ses coordonnées (xyz). Suite au relevé, chaque nuage de points va correspondre à une prise de vue et non à un découpage logique de l'objet. Une campagne de relevé sécurisée, rapide, riche et complète fournit donc un grand volume de données, variable selon la densité des mesures et la nature de l'objet (atteint des millions de points/m²). Cette richesse de points facilitera d'une part, la reconnaissance millimétrique de tout type de détails (précision surfacique $\pm 2\text{mm}$) sans avoir besoin de retour sur site pour complément. D'autre part lever les zones d'accès difficiles.

La mission a été réalisée par un LIDAR terrestre, outils adéquat pour le relevé de l'ensemble des façades de la mosquée Hassan II avec une portée optimale pour le balayage de la Minaret

de 210 m.

3. METHODOLOGIE

Une première tâche consistait à densifier la zone d'étude par un canevas de points géodésiques dans le but de fournir des produits (nuage de point, plans et cartes) géo référenciés et de faciliter la consolidation ou l'assemblage des différentes données issues de l'ensemble des stations.

Le recalage du nuage de points est effectué en mode directe vu le géoréférencement des stations de balayages.

Le traitement du nuage de points (suppression des bruits) a pu faciliter l'analyse de déformation au niveau des façades extérieures de la Mosquée. La forte densité d'information capturée a permis de cartographier, de manière très visuelle, les écarts au plan des plaques de marbres et tout autres édifices. Cette représentation permet de comprendre rapidement les déformations subies par les façades.

La lasergrammétrie affecte au nuage de points, une valeur fonction de la réflectivité de l'objet (des valeurs RVB) via une caméra numérique intégrée.

Le nuage de points géo référencié ou local représenta la base d'établissement des plans de recollement des façades (figure 2. et fig.3) en temps réel.

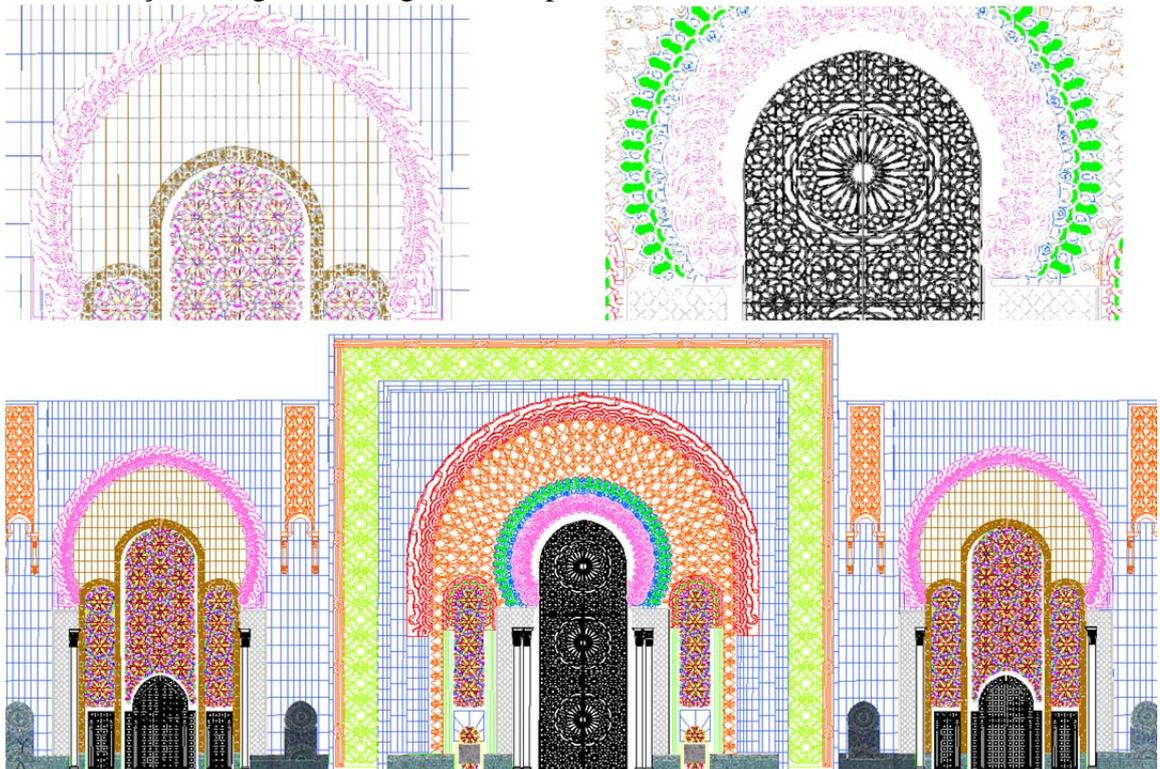


Figure 2. Plan architectural de la façade Ouest



Figure 3 : Assemblage du des façades vectorisées de la mosquée Hassan II

La phase finale de la première mission comprenait la génération d'une base de données couplée avec un système d'information géographique (SIG). Ce système permettra le suivi des travaux d'entretiens et de maintenance de l'ensemble des plaques de marbres est cela en intégrant un groupe de critères et d'indicateurs associés à chaque éléments constitutifs tel que (Figure 4.):

- La position de la plaque par rapport au plan d'ensemble;
- Le code de la plaque;
- Le motif qui couvre la plaque ;
- L'identité des matériaux utilisés (lisse, sculpté, mixte, zellige,...);
- État de surface (lisse, rugueux,...);
- Porosité;
- Pétrographie;
- Dépôt superficiel;
- Fissures ;

REFERENCES

Dr H.Boulaassal 2010 ; Segmentation et modélisation géométrique de façades de bâtiments à partir de relevé laser terrestre ; INSA Strasbourg

M. Larzak 2008; Performance et application du scanner laser en photogrammétrie terrestre.

CONTACTS

Mme Aitelkadi Kenza
Ingénieur topographie charge d'enseignement
Ecole des sciences géomatiques et ingénierie topographique
Département de photogrammétrie et de cartographie
BP 6202-Instituts, 10101-
Rabat
Maroc
Tel. + 00212665756404
Email: k.aitelkadi@gmail.com
k.aitelkadi@etafat.ma