



Portail Saint-Trophime

Ce relevé a été mené dans le cadre de différentes expérimentations effectuées sur le logiciel PhotoCloud. L'objectif principal était d'obtenir une orthophotographie complète de la façade principale de la cathédrale Saint-Trophime (Arles).

Cette façade est particulièrement intéressante dans la mesure où le portail est emblématique de l'architecture romane en Provence, c'est pourquoi le relevé devra être suffisamment précis pour permettre une lecture claire de ses différents éléments sculptés (frises, tympan, bas-reliefs, chapiteaux, etc.).

La procédure se divise en trois étapes. Dans un premier temps, la façade fait l'objet d'une acquisition photographique. Les photos sont ensuite traitées automatiquement par le logiciel PhotoCloud, qui génère des nuages de points 3D à partir de photographies. Enfin, ces nuages sont assemblés afin de créer une orthophotographie complète de la façade.

Cet exemple permet ainsi d'illustrer

deux types de traitements différents, effectués à partir d'une même acquisition photographique: la création d'un nuage de points 3D, et la réalisation d'orthophotographies.

En plus de l'intérêt architectural de l'objet étudié, cet exemple permet également de mettre en évidence un certain nombre de points essentiels à respecter tout au long du processus, depuis l'acquisition jusqu'au traitement informatique, pour pallier aux différentes contraintes propres à ce type d'édifices.

Sommaire

- 1 - Présentation de la mission
 - 1.1 - Situation géographique
 - 1.2 - Contexte historique
 - 1.3 - Architecture et environnement
 - 1.4 - Préparation de la mission
- 2 - Acquisition photographique
 - 3.1 - Approche générale
 - 3.2 - Contraintes
 - 3.4 - Prises de vue
- 3 - Traitement informatique
 - 4.1 - Gestion des masques
 - 4.2 - Résultat final

1.1 - Situation géographique

La cathédrale Saint-Trophime se situe au centre-ville d'Arles, au cœur du secteur sauvegardé (sur la place de la Mairie.)



Fig.1 - Situation géographique de la cathédrale.

1.2 - Contexte historique

La cathédrale Saint-Trophime a été bâtie une première fois au V^e siècle, à l'emplacement d'une basilique primitive, à l'initiative de l'évêque du même nom. Elle fut détruite durant les invasions des VII-VIII^e siècles, puis reconstruite à l'époque carolingienne. Elle fait l'objet de restaurations durant les X-XI^e siècles et prend alors le nom de Saint-Trophime, dont les reliques sont transférées en son sein.

Le portail est ajouté à la fin du XII^e siècle. Sa position, surélevée par rapport au reste de l'édifice, a nécessité le remblaiement de la nef. Il est encore aujourd'hui dans un très bon état de conservation, et fait l'objet depuis une vingtaine d'années de nombreuses restaurations.

1.3 - Architecture et environnement

Le porche comprend un grand nombre de détails sculptés: chapiteaux à feuilles d'acanthé, frises, bas-reliefs. Ces décors sont soit inspirés de l'art antique (motifs végétaux), soit de l'Ancien Testament.

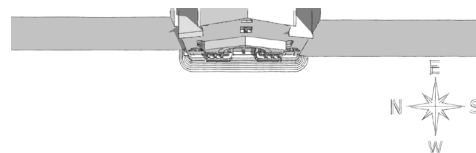


Fig.2 - Plan du site.

Le portail est surmonté d'une archivolte composé de nombreuses voussures, et d'un fronton triangulaire. L'ensemble, réalisé en pierre calcaire, crée une avancée par rapport au plan principal de la façade. L'accès se fait depuis la place par un escalier.

1.3 - Préparation de la mission

Le temps imparti

La mission s'est déroulée le 31 avril 2011, en fin d'après-midi, pour une durée d'environ une demie-heure.

Éléments à acquérir

Le relevé concerne la façade ouest de la cathédrale, et plus particulièrement le porche.

Matériel

Le choix s'est porté sur le NIKON D3X, en raison de sa haute définition (6048 x 4032 pixels), équipé d'un objectif 24-85mm.



Fig.3 - le matériel nécessaire à l'acquisition: le D3X et l'objectif 24-85mm.

2.1 - Approche générale

L'acquisition s'est concentrée sur l'extérieur de l'édifice. Le but étant d'obtenir un modèle complet du bâtiment, l'ensemble des photos doivent être connectées.

Elles sont prises avec deux focales: 24 et 75mm, à l'horizontale.

Etant donné les dimensions de l'objet à relever, il n'a pas été nécessaire de réaliser une orientation globale, les clichés de corrélation étant suffisamment proches d'un site à l'autre pour permettre la détection et l'appariement de points homologues.

2.2 - Contraintes

La principale difficulté vient de la grande fréquentation du lieu, et donc du nombre important de passants présents sur les photos (uniquement pour la partie inférieure du portail.) L'autre contrainte vient de la relative complexité architecturale de l'édifice, et donc du grand nombre d'occlusions qu'il génère (parties cachées par les colonnes, relief important de certaines statues, etc.)

Hormis ces deux éléments, le site présente des conditions idéales pour une acquisition photographique: recul suffisant, bonne luminosité, matériaux adaptés à la mise en correspondance et la corrélation des images.

2.3 - Prises de vue

Un premier jeu de trois sites a été réalisé sur la partie inférieure de la façade: un au centre, et deux latéraux. Cela permet d'éviter les différentes occlusions générées par les différents éléments qui ornent le portail (les colonnes, notamment).

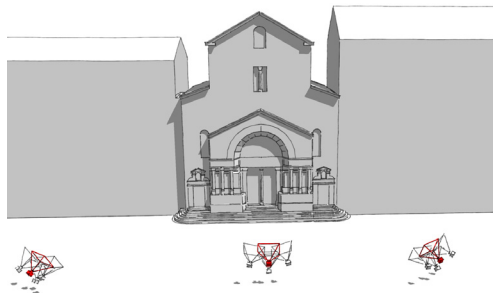


Fig.4 - Schéma n°1 d'acquisition du portail (24mm).



Fig.5- Clichés correspondant.

Deux autres sites ont été réalisés en biais sur la partie supérieure du portail, selon le même principe.

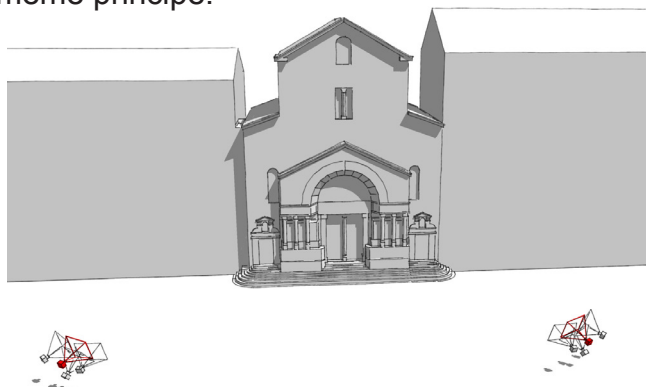


Fig.6- Schéma n°2 d'acquisition du portail (24mm).



Fig.7- Clichés correspondant.

Enfin, deux sites ont été pris au 75mm, avec un recul plus important, afin d'être le plus orthogonal possible à la façade: un pour la partie supérieure de la façade, et enfin un pour le tympan.

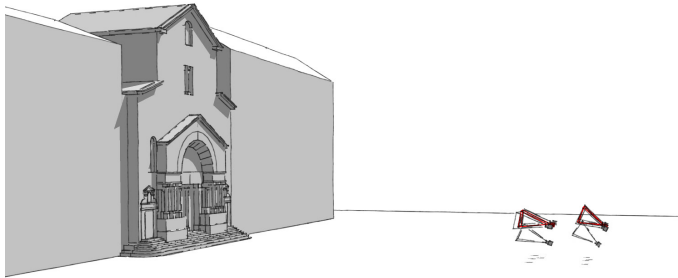


Fig.8 - Schéma d'acquisition au 75mm.



Fig.9 - Clichés correspondant.

Un jeu de calibration par focale a été réalisé sur un mur de la mairie.



Fig.10 - Clichés de calibration pour la focale 24mm.

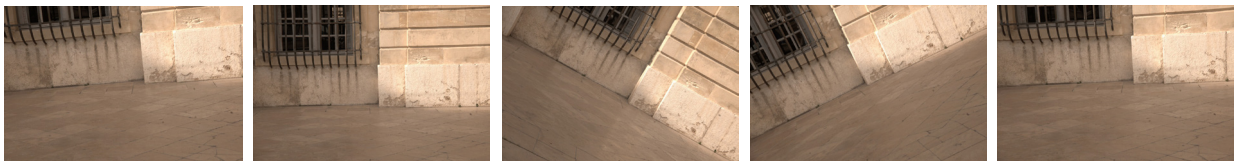


Fig.11 - Clichés de calibration pour la focale 75mm.

Le traitement informatique comporte deux parties: une automatique, et une manuelle. La partie automatique exécute la détection des points homologues, ainsi que tous les calculs d'orientation, de calibration des caméras et de corrélation. Cette étape n'est pas décrite ici, dans la mesure où elle ne nécessite aucune intervention. Compte tenu du nombre de photos à traiter, sa durée est d'environ une heure.

La partie manuelle consiste à définir les zones à partir desquelles générer les nuages de points, puis à traiter ces nuages (passage en 2D puis création des orthophotographies.) Cette étape est plus longue que la précédente, puisqu'il faut compter environ quatre heures pour réaliser ce type d'orthophotographie (une heure de calcul des nuages de points et trois heures de traitement des images 2D, compte tenu de la complexité de l'édifice.)

4.1 - Gestion des masques

Sur ce type d'édifice, cette étape doit faire l'objet d'un soin particulier: les parties sculptées comptent de nombreuses occlusions, qui ne peuvent être évitées qu'en définissant précisément les limites des différents masques.

Certaines zones apparaissent sur plusieurs masques, ce qui permet de corriger certaines erreurs ou imprecisions lors de la création des orthophotos: on choisira pour une zone présente sur plusieurs nuages celui qui aura la meilleure définition. Le choix a également été fait, pour plus de clarté lors de la visualisation des nuages de points, de séparer les masques au sein d'un même site de corrélation (colonnes, sculptures, appareil).



Fig.12 - Les masques pour les sites réalisés au 24mm.

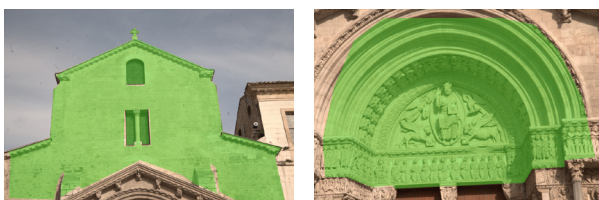


Fig.13 - Les masques pour les sites réalisés au 75mm.

4.2 - Résultat final

Les nuages de points sont ensuite assemblés afin d'obtenir un modèle 3D complet de la façade. L'orthophotographie s'obtient en redressant le modèle (passage en vue orthographique, sans effets de perspective.)

L'ensemble est retouché de manière à disposer d'un éclairage le plus homogène possible. Les éventuelles zones bruitées sont également supprimées.



Fig.14 - Différentes vues du modèle 3D



Fig.15 - Orthophotographie complète de la façade.