



Chapelle Sain-Jean

This case study is based on a job made within the framework of the restoration project of St James Church, issued by the DRAC-PACA.

The purpose of this case study is to realise slices of St-James Church (Marseille), from a photographic survey. This work will ... a serie of unwrapped orthophotographies describing the whole interior of the building: walls, vaults, refends. The result must be sufficiently precise to allow an in-depth study of the church's architecture by building archeologists.

The operating procedure is divided into three parts. The first step is to make a high-definition photographic acquisition (24 mega-pixels per photography). Then, the gathered data is processed by PhotoCloud, a software developed by the laboratory, wich creates 3D point clouds from 2D photographs. Finally, those clouds are gathered and transformed into orthophotographies.

The purpose of this work is also to approach some specificities and problema-

tics linked to this kind of digital survey. This is the reason why the whole chosen approach (from the acquisition to the computer processing, going throw the problems and constrains encountered) is described and commented.

Sommaire

- 1 - Présentation de la mission
 - 1.1 - L'église
 - 1.2 - Architecture and environment
 - 1.3 - Préparation de la mission
- 2 - Acquisition photographique
 - 3.1 - Approche générale
 - 3.2 - Contraintes
 - 3.3 - Orientation globale
 - 3.4 - Correlation
- 3 - Traitement informatique
 - 4.1 - Le principe du développé
 - 4.2 - Résultat final

1.1 - Situation géographique

St-James church is located in Marseille, in the «old harbor» district. The building is interlinked in the namesake fortress.

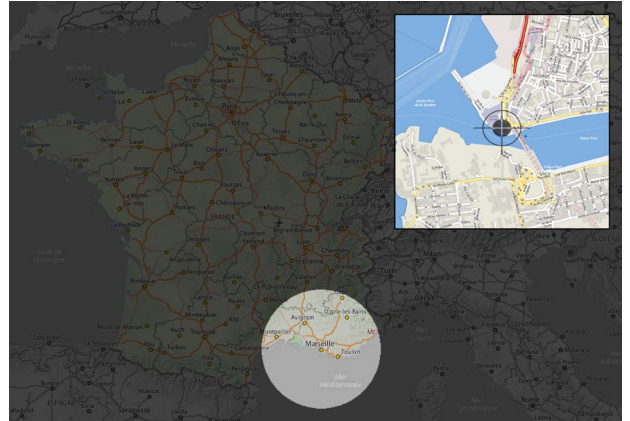


Fig.1 - Situation géographique de l'église.

1.2 - Contexte historique

The area was occupied since the VIth century by the phoceans. From the VIIIth to the IXth century, a fort was built to protect the inhabitants from invaders. During the end of the XIIth century, the Jerusalem hospitaliers build the St James Church on the site, close to their barrack.

The St James fort was built later, during the 17th century, including the church. It was ordered by Louis XIVth, after the uprising of the city in 1668. Another fortress was built at the same time, on the other side of the harbor: St Nicolas Fort.

During the Rench Revolution, the place was used as a prison, then as a weapon storage (during World War II). Today, the place is occupied by the MuCEM.



Fig.2 - Le fort Saint-Jean.



Fig.3 - La chapelle, à l'intérieur du fort.

1.3 - Architecture and environment

La chapelle se compose de trois volumes principaux, séparés par des refends. Chacune de ces pièces est reliée à la suivante par une ouverture présente dans ces murs transversaux (a et b), mais seuls les pièces 2 et 3 communiquent réellement entre elles (l'ouverture entre les pièces 1 et 2 n'étant pas accessible depuis la pièce 1.) L'accès à partir de l'extérieur peut se faire par trois endroits différents: une entrée ouest (c), au niveau de la salle principale, et une entrées au sud pour chacune des deux autres salles (d et e). Au total, la zone étudiée représente un volume d'environ 17m de long pour 8 de large et 11 de hauteur.

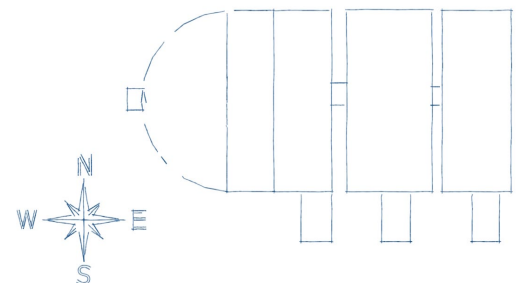


Fig.4 - Plan de la chapelle.

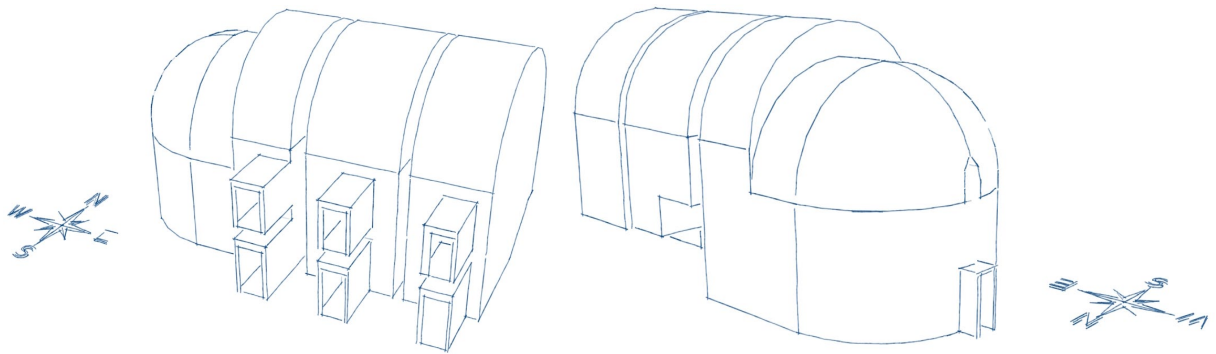


Fig.5 - Schéma tridimensionnel de la chapelle

Les murs sont pour la majeure partie en moellons, certaines zones étant enduites. La voûte est en pierre de taille, avec par endroits des traces de rupture de maçonnerie. La salle 2 est en partie remblayée, et un escalier ainsi qu'un étage ont été aménagés dans la salle 3, ce qui en limite l'accès et la lisibilité. La salle principale est en revanche assez bien dégagée.

1.4 - Préparation de la mission

Le temps imparti

La mission s'est déroulée entre les mois de septembre et décembre 2010. Plusieurs acquisitions ont été nécessaires afin d'obtenir un résultat satisfaisant.

Éléments à acquérir

Le relevé concerne l'intérieur de la chapelle (les trois salles).

Matériel

The camera chosen for the acquisition is the Nikon D3x, because of its high resolution (6048 per 4032 pixels). It also can be manually configured (depth of focus, ISO, lens aperture, shutter speed), and the files can be saved as JPG, TIFF, and RAW. Two objectives were used on this camera: a wide-angle lens (24mm) and a zomm lens (24 to 85mm). The tripod is equiped with a MANFROTTO 303 SPH panoramic head, wich allows an horizontal and a vertical rotation of the camera. The camera was also fit with two memory sticks of a large storage capacity (4 and 2 Go).



Fig.6 - Le matériel nécessaire à l'acquisition: le D3X, deux objectifs (focales 24 et 24-85mm) et le trépied

2.1 - General approach

The acquisition is made room by room, beginning by the «chevet». In each room, the different areas are purchased separately: the walls, the vaults, etc. Consequently, the result doesn't constitute a single point cloud describing the whole church, but a gathering of several clouds that don't belong to the same referential. This detail is not a problem, because the purpose of this work is not to create a single 3D model of the church, but a serie of scaled orthophotographies of every part of it.

Because of the high level of resolution needed, the photographs are taken close to the object. When it's not possible, we choose a zoom-lens (for the vaults, mainly.) The photographs are also taken in front of the object, in order to minimize the deformations due to the recovering.

NB: les chapitres suivants comportent un grand nombre de photos; pour des raisons pratiques, concernant les clichés d'orientation globale, seulement un sur deux - voire trois dans certains cas - est présenté.

2.2 - Contraintes

The main difficulty of this acquisition is due to the large number of obstructions: props, bootstraps, building tailings, back-lights, etc. This is the reason why, even if the approach looks simple, it is in reality different for almost each room. Finally, the low lighting of the area requires to use a tripod for each photography, wich makes the task longer.

2.3 - The main room

This room has been divided into 6 parts, following the line of the ribs (on the vault) for the circular area.

Mur nord

Les photos d'orientation globale ont été prises en parallèle, de face, sur deux niveaux: un pour le mur, et un pour la voûte.

La calibration des deux focales s'est faite dans l'angle nord-est de la salle.

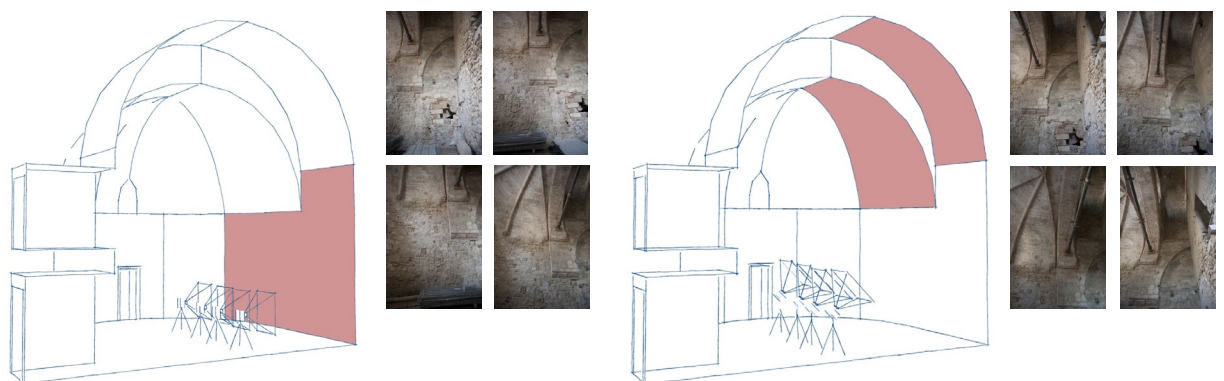


Fig.6 - Schémas d'acquisition et photos de l'orientation globale.

Six sites de corrélation ont été acquis: 3 pour le mur, et 3 pour la voûte. Cela permet de diminuer la perte d'information liée à la présence d'un tirant métallique. Il n'a pas été possible en revanche d'éviter certains éléments de chantier. Les sites de corrélation décrivant la voûte ont été pris au 34 mm avec un plus grand recul, afin d'éviter les déformations liées au redressement.

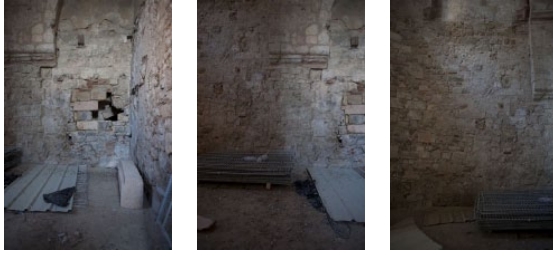


Fig.8 - Les sites de corrélation au 24mm.



Fig.9 - Les sites de corrélation au 34mm.

Mur nord-ouest

L'orientation s'est faite avec une série de clichés divergents, du bas vers le haut de la paroi.

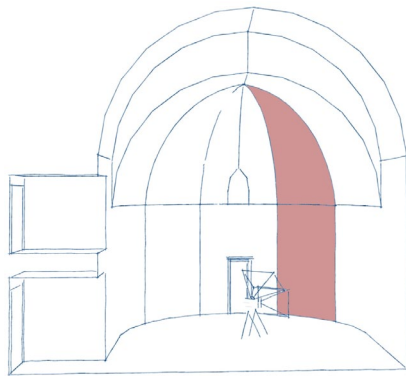


Fig.10 - Schéma d'acquisition et photos de l'orientation globale.

Deux sites de corrélation ont été réalisés au 24mm (pour le mur), deux autres au 30mm en se reculant (pour la voute) afin d'avoir un meilleur niveau de détail et de pallier aux problèmes liés à un redressement trop important évoqués plus haut.



Fig.11 - Les sites de corrélation au 24mm.



Fig.12 - Les sites de corrélation au 30mm.

Mur ouest

L'orientation s'est faite selon le même principe que pour la paroi précédente, au 24mm.

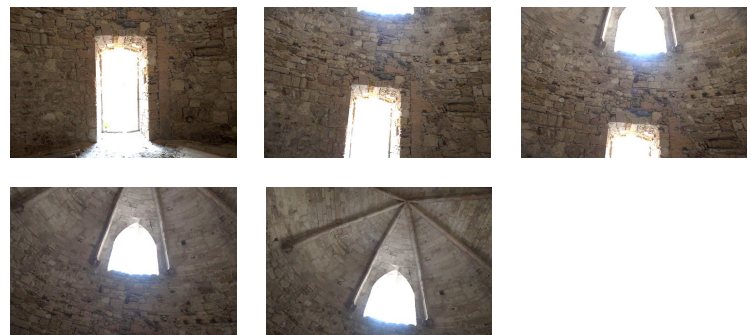
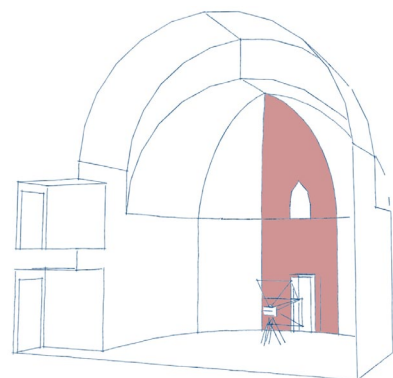


Fig.13 - Schéma d'acquisition et photos de l'orientation globale.

Pour les sites de corrélation, étant donné les effets de contrejour dûs aux ouvertures, les deux piliers de la porte ont été pris séparément. Le contrejour au niveau de la fenêtre n'a en revanche pas pu être évité. Le même système de changement de focale que précédemment a été utilisé.



Fig.14 - Les sites de corrélation au 24mm.



Fig.15 - Les sites de corrélation au 30mm.

Mur sud-ouest

L'acquisition s'est faite selon le même principe que pour le mur nord-ouest.

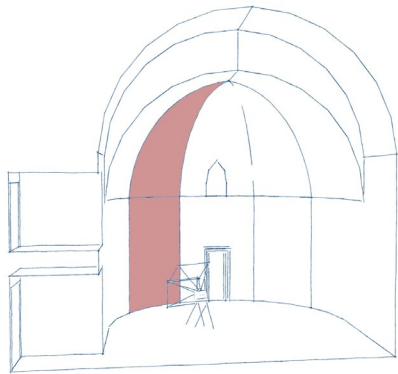


Fig.16 - Schéma d'acquisition et photos de l'orientation globale.



Fig.17 - Les sites de corrélation.

Mur sud-ouest

Pour cette partie de la chapelle, un test a été fait en prenant un grand nombre de clichés en parallèle, afin de s'en servir pour la corrélation dense. Dans ce cas, l'absence d'orientation globale est compensée par le fort recouvrement entre chaque photo de corrélation.

Les effets de contrejour au niveau de la fenêtre n'ont pas pu être évités.

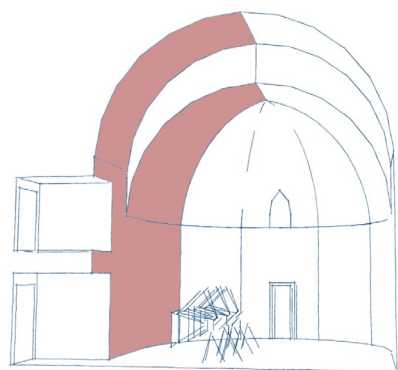


Fig.18 - Schéma d'acquisition et photos de la corrélation.

Mur est

Le cas de la position 6 est particulier, puisque le mur est partiellement caché par le tirant métallique. La partie inférieure n'a pas posé de problème, et l'acquisition s'est faite normalement: photos en divergent pour l'orientation globale, avec des images passe-relles permettant d'accéder à l'ouverture à droite, et cinq sites de corrélations réalisés face au mur avec une focale de 24mm.

La partie supérieure n'a en revanche pas pu être acquise correctement à cause du tirant.

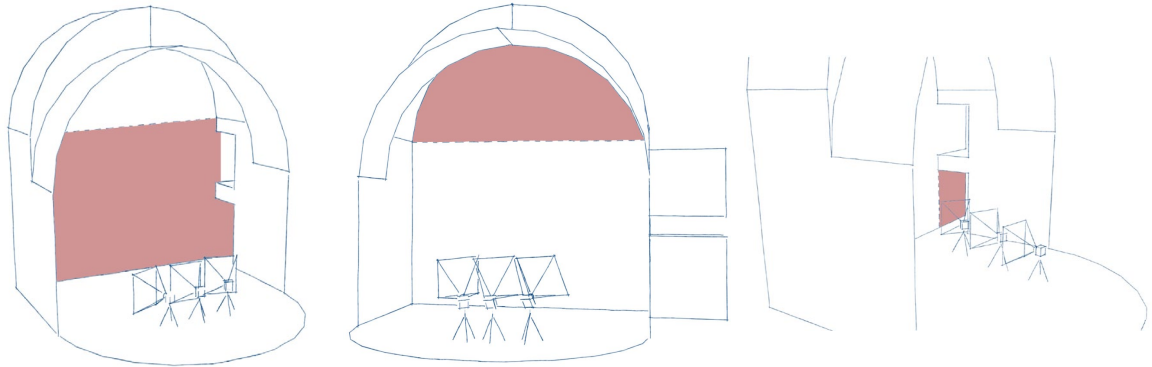


Fig.19 - Schémas d'acquisition et photos de l'orientation globale.



Fig.20 - Les sites de corrélation.

2.4 - The middle room

This room has been divided into 3 parts. Le refend est n'a pas pu être relevé à cause du manque de recul disponible.

Mur nord

L'acquisition de cette zone s'est faite en trois fois.

La partie remblayée n'a pas posé de problème particulier. Elle s'est faite en parallèle, au 24mm, les photos d'orientation servant également à calculer les corrélations.

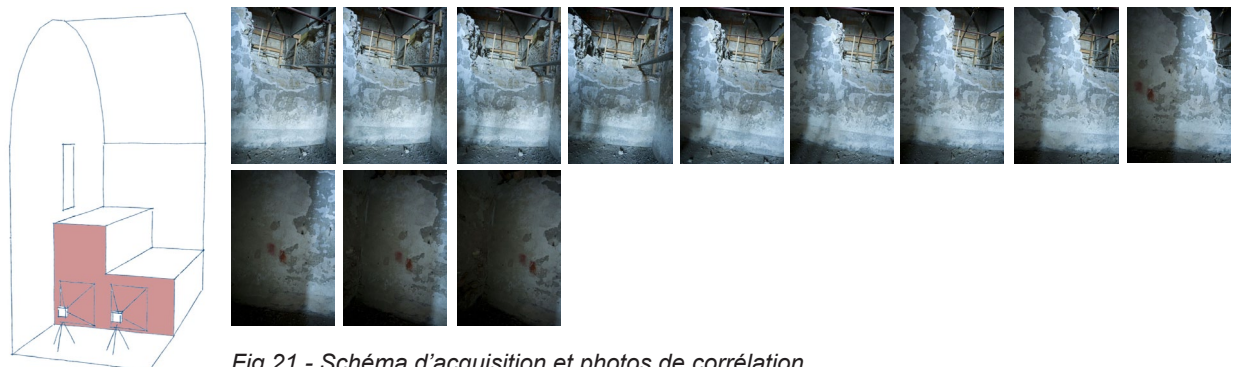


Fig.21 - Schéma d'acquisition et photos de corrélation.

La partie supérieure a été plus délicate à acquérir à cause des nombreux obstacles gênants la prise de vue. L'orientation a dû être séparée en deux séries de photos prises de deux positions différentes puis recollées entre elles (les quatre premières ont été prises d'une position, les quatre suivantes d'une position différentes.) L'ensemble des photos ont été prises au 24mm.

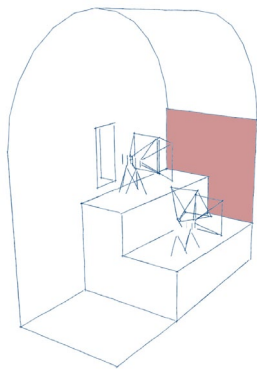


Fig.22 - Schéma d'acquisition et photos d'orientation globale.



Fig.23- Les quatre sites de corrélation.

Enfin, l'acquisition de la voûte s'est faite sans précaution particulière, au 30mm.

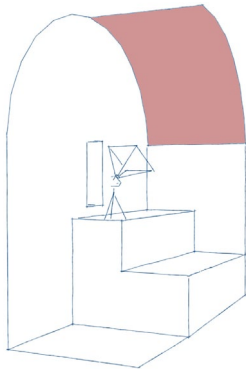


Fig.24 - Schéma d'acquisition et photos d'orientation globale.



Fig.25 - Les deux sites de corrélation.

Mur sud

Au niveau du mur sud, la partie inférieure n'a pas pu être acquise correctement à cause des effets de contre-jour trop importants générés par la présence de deux ouvertures. La partie supérieure a quant à elle été acquise en divergent pour l'orientation, puis en croix pour les deux sites de corrélation. Encore une fois, la présence d'étais et de planches empêche certaines zones d'apparaître sur l'orthophoto finale. Les photos ont été prises au 24mm.

La voûte a été acquise de la même manière, au 30mm, avec seulement un site de corrélation.

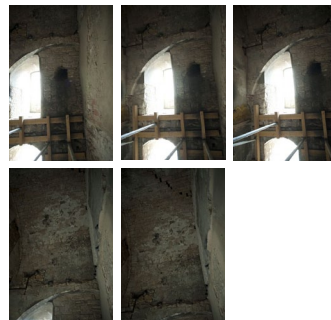
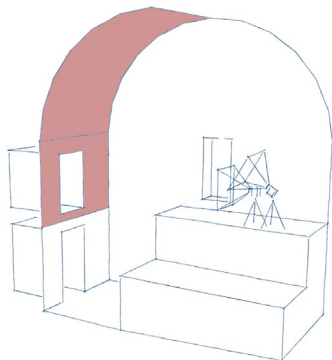


Fig.26 - Schéma d'acquisition et photos d'orientation globale.

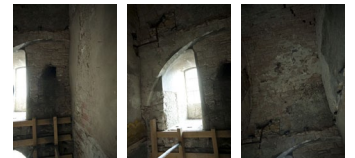


Fig.27 - Les sites de corrélation.

Mur ouest

La partie inférieure du refend a été acquise au 24mm, en parallèle, selon le même principe que pour la partie remblayée.

La partie supérieure a été acquise au 24mm, depuis l'ouverture donnant sur la salle du fond. Les photos ont été prises en divergent pour l'orientation, puisque la largeur de l'ouverture ne permettait pas de se déplacer.

Trois sites de corrélation ont été réalisés. Cette partie n'a pas pu être connectée à la précédente avant le calcul des nuages. L'assemblage s'est fait en aval, au moment de la création de l'orthophoto finale.

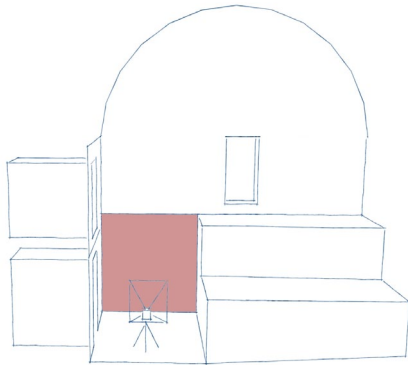


Fig.28 - Schéma d'acquisition et photos de corrélation.

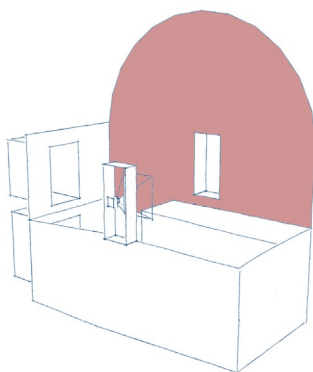


Fig.29 - Schéma d'acquisition et photos d'orientation globale.

Fig.30 - Les sites de corrélation.

2.5 - The room n°3

Cette pièce a été séparée en seulement deux parties: les murs nord et sud. Seules leurs parties supérieures ont été traitées, le reste étant peu lisible (recouvert d'enduit).

Comme pour la salle 2, le refend (ouest) n'a pas pu être acquis à cause du manque de recul disponible.

Mur nord

L'acquisition a dû tenir compte du garde-corps de l'escalier. Un site supplémentaire a donc été réalisé de manière à décrire l'ensemble du mur.

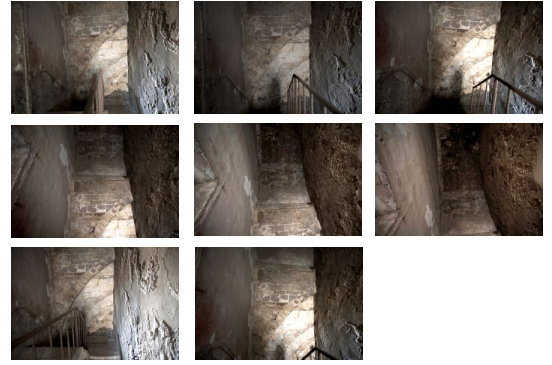
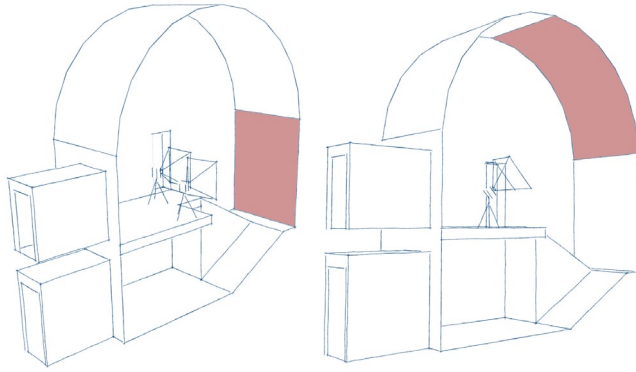


Fig.31 - Schéma d'acquisition et photos d'orientation globale.



Fig.32 - Schéma d'acquisition et photos d'orientation globale.

Mur sud

Le tirant métallique a pu être évité en utilisant pour la voûte une partie du nuage destinée au mur. Ces deux parties ont été acquises de la même position, mais séparément.

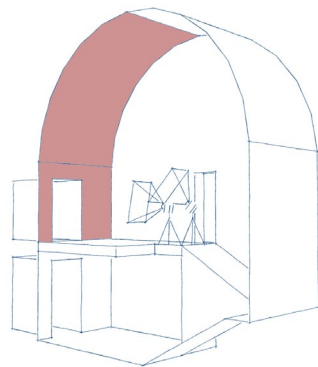


Fig.33 - Schéma d'acquisition et photos d'orientation globale.



Fig.34 - Les sites de corrélation.

3.1 - Le principe du développé

Le développé se réalise en deux phases: pour la salle principale, qui est le cas le plus complexe, la première phase consiste à aligner horizontalement les six faces (définies par rapport aux nervure) sur un même plan; la voûte est ensuite redressée. Le résultat final est un patron en deux dimensions de la salle.

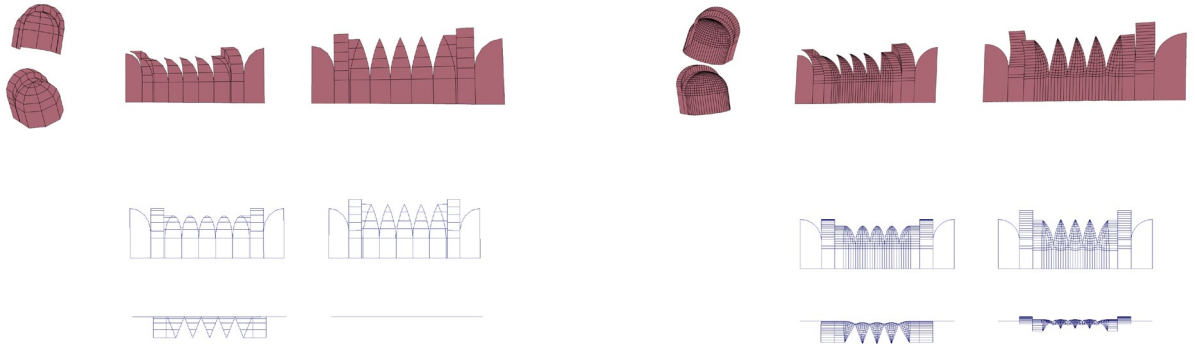


Fig.35 - Représentation en deux et trois dimensions d'un développé théorique.

Fig.36 - Représentation en deux et trois dimensions du développé réel.

Le model de développé de gauche est théorique puisque les parois composant le chevet sont courbes, et non rectilignes comme sur le schéma ci-dessus. Le développé se fait donc comme sur le schéma de droite.

3.2 - Gestion des masques

Des masques ont été générés sur une cinquantaine de sites de corrélation. Afin d'obtenir une meilleure résolution, les nuages ont été doublés: pour chaque site de corrélation, deux nuages ont été générés à partir de deux images maîtresses différentes, puis superposés. Cela permet de combler certaines zones non-renségnées. L'idéal est alors de choisir comme images maîtresses deux photos les plus éloignées possibles au sein d'un même site de corrélation (par exemple, les deux photos stéréo horizontales.)

NB: Etant donné le grand nombre de masques générés pour l'ensemble de la chapelle, seul un petit échantillon est présenté ici.

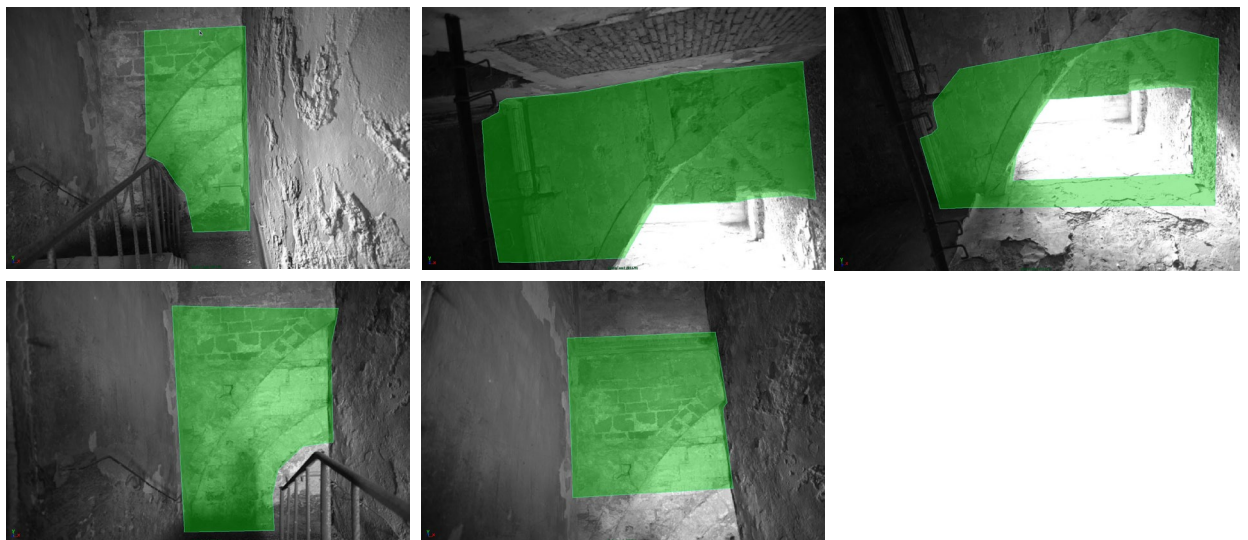


Fig.37- Les masques correspondant aux murs de la salle 3.

3.3 - Résultat final

Chacune des zones acquise puis traitée (définies au moment de l'acquisition, soit onze au total) est ensuite mise à l'échelle puis intégrée à l'orthophotographie finale.

La salle principale

Six nuages ont été assemblés pour obtenir la salle complète. On peut voir qu'il manque la partie supérieure du mur est, qui n'a pas pu être acquise correctement à cause du tirant métallique. Certains effets de contre-jour également, qui créent des zones mal définies près des ouvertures.



Fig.38 - Les différents nuages de la salle principale.

La salle n°2

Elle se compose de trois nuages. Les mêmes problèmes de contre-jour que pour la salle principale sont présents. Les étais et poutres également, au niveau du mur nord, ainsi que la poutre métallique devant le refend, qui génèrent des zones non renseignées.



Fig.39 - Les différents nuages de la salle n°2.

La salle n°3

Elle se compose de deux nuages nuages. Les nuages ne comportent pas de défauts particuliers.



Fig.40 - Les différents nuages de la salle n°3.

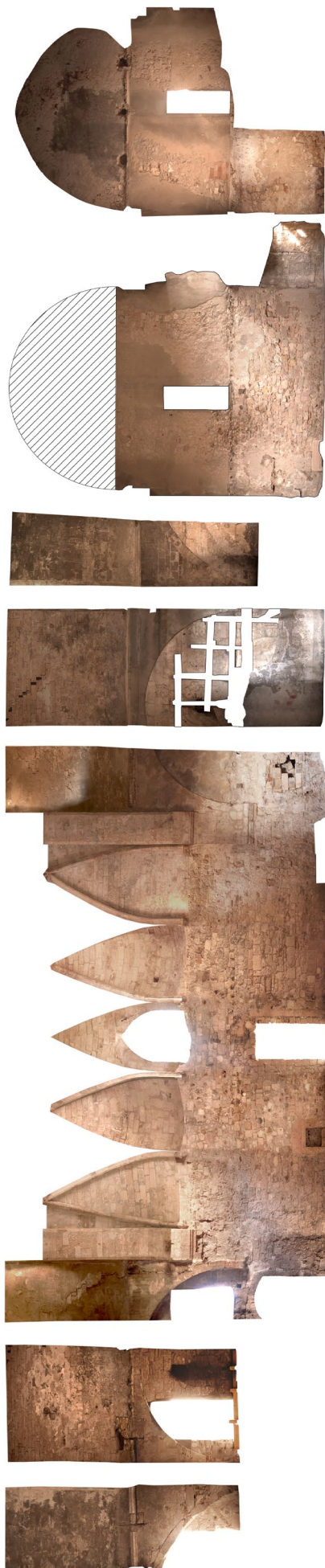


Fig.41 - Le développé complet.