



Cloître de St Michel de Cuxa

Le cas d'étude est réalisé sur la base d'un relevé de l'ensemble du cloître de l'abbaye de Saint-Michel de Cuxa en décembre 2010. Il s'inscrit à plus grande échelle dans un projet "interreg" nommé *Oliba* dont le but est d'effectuer l'acquisition numérique et photographique de l'abbaye afin de présenter une maquette tridimensionnelle de l'état actuel de l'abbaye.

Il suivra de manière chronologique toutes les étapes d'une acquisition de manière à ce que chaque personne qui lit ce document puisse réaliser une campagne de prises de vues d'éléments d'architecture en extérieur.

Le mode opératoire est divisé en trois parties.

La première étape consiste à réaliser une acquisition photographique en haute définition (24 méga-pixels).

La deuxième est de traiter numériquement les prises de vues réalisées lors de la première étape et de créer des nuages de points en trois dimensions à partir de celles-ci.

Enfin, ces nuages de points sont recueillis, traités et transformés pour réaliser une représentation visuelle de l'objet étude.

Sommaire

Présentation de la mission

- Situation géographique
- contexte historique
- Le cloître et sa problématique
- Préparation de la mission
- Equipement

Acquisitions photographiques

- Approche générale
- Les contraintes rencontrées
- La calibration
- L'orientation globale
- La corrélation

Traitements numériques

- Les masques et les nuages de points
- Le résultat final

Situation géographique

Située dans les Pyrénées-Orientales, l'abbaye de Saint-Michel de Cuxa est un monastère bénédictin qui se trouve dans la commune de Codalet au pied du Canigou. Il fait partie de la province espagnole de la congrégation de Subiaco (confédération bénédictine).

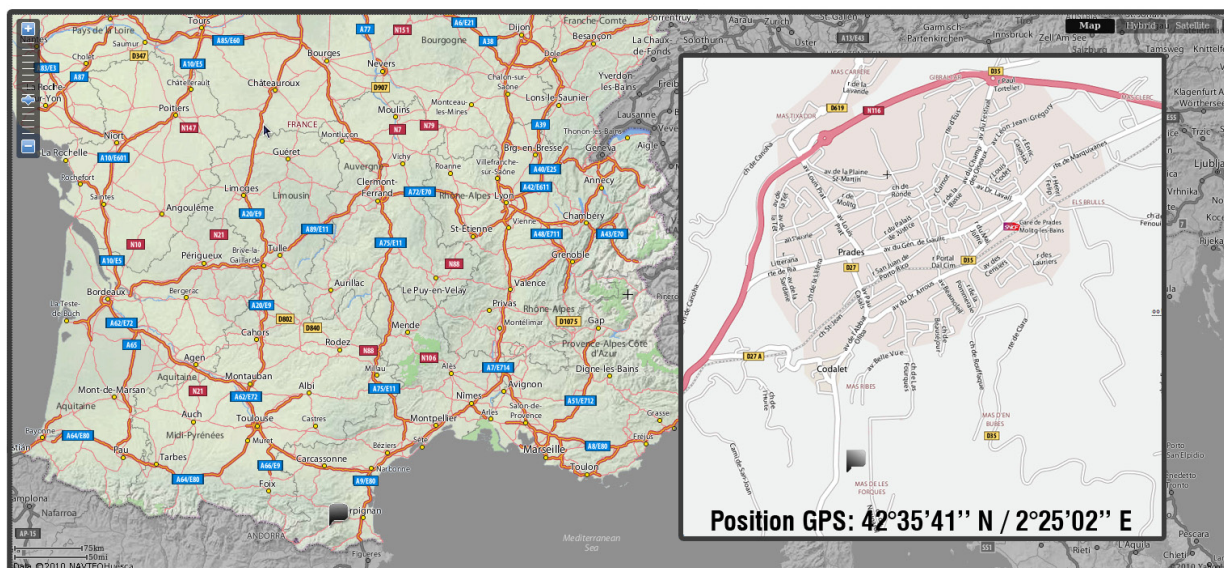


Fig.1 - Situation géographique de l'abbaye de Saint Michel de Cuxa.

Contexte historique

L'église abbatiale de Saint-Michel de Cuxa fut construite au milieu Xe siècle à l'endroit où se trouvait une église dédiée à Saint-Germain. Au XIe siècle, sous l'impulsion de l'abbé Oliba, l'église abbatiale fut agrandie à l'ouest d'une crypte ainsi que d'une deuxième église dédiée à La Trinité.

Le sanctuaire de l'église de Saint-Michel est agrandi, les tours clocher sont érigées, et les bas-côtés de la nef voûtés. Un cloître fut construit au début du XIIe siècle, et orné de chapiteaux sculptés, le tout en marbre rose de Villefranche de Conflent. Quelques années plus tard, la tribune est édifiée, également de marbre rose, à l'intérieur du vaisseau central de la nef de l'église abbatiale.

Par la suite, les bâtiments ne sont pas renouvelés, certains tombent en ruines dès le XVe siècle, ce fut le cas de l'église de la Trinité, tandis que d'autres éléments comme les tribunes sont démontés au XVIe siècle. Petit à petit, l'abbaye est fractionnée en une multitude de petites habitations particulières, dont celle, par exemple du sacristain majeur qui subsiste partiellement aujourd'hui.

À la Révolution, les bâtiments sont vendus, et aménagés différemment. En 1829, le clocher nord s'effondre. Petit à petit, l'abbaye tombe en ruines, ses ensembles sculptés sont démantelés, et leurs pièces disséminées en France et à l'étranger (États-Unis).

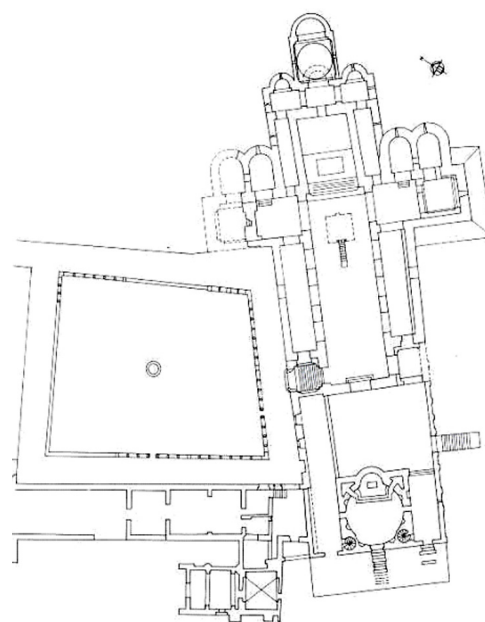


Fig.2 - L'abbaye dans son état actuel

Le cloître et sa problématique



Fig.3 - le cloître dans son état actuel.

Construit entre 1130 et 1140, le cloître de l'abbaye est de style roman. Il est l'un des plus grands des Pyrénées. Démonté à plusieurs reprises, il est actuellement séparé en deux parties, la première partie dans l'abbaye de Cuxa et l'autre à New-York.

En novembre 1906, George Grey Barnard (1863-1938) traverse le sud de la France, et découvre deux cloîtres qui lui semblent dignes d'intérêt : celui de Saint-Michel de Cuxa et celui de Saint-Guilhem le désert.

En 1907, il rassemble la somme nécessaire à l'achat du cloître de Saint-Michel de Cuxa mais inquiet par la proposition de classement des arcades de Cuxa par la commission des Monuments Historiques en 1913, il décide de repartir aux États Unis avec sa collection, (contraint de laisser une part des vestiges in situ) et crée le musée des cloîtres.

Le cloître dit « de Cuxa » est composé d'éléments originaux, de chapiteaux d'autres lieux, et d'éléments de complément. D'autres pièces, provenant de l'ancienne tribune abbatiale sont remployées dans le mur de la galerie ouest du cloître, quelques sculptures sont exposées dans les galeries Ouest et Sud, tandis que les derniers fragments se trouvent dans les réserves du musée.

Il existe également d'autres pièces du cloître de Saint Michel de Cuxa dans les musées de Pennsylvanie qui ont reçu leurs éléments de dons de Raymond Pitcairn, qui acquit lui-même les chapiteaux dans les années 1920 auprès de George Grey Barnard, ou acheté leurs pièces tardivement (c'est le cas de la fontaine qui se trouvait au centre du cloître).



Fig.4 - Colonne de la tribune



Fig.5 - Colonnes et fontaine du cloître situées actuellement dans le «cloister» de New York.

Préparation de la mission

Le temps imparti

7 jours complets de travail ont été nécessaires pour numériser l'ensemble du cloître. La mission s'est déroulée du 1 décembre 2010 au 8 décembre 2010.

Éléments à acquérir

Tous les éléments présents dans le cloître étaient à numériser. Cela comprend les 32 colonnes encore en place actuellement ainsi que les quelques éléments sur les bas côtés du cloître comme les 3 bases d'angle de celui-ci ainsi que quelques chapiteaux. Chaque colonne (base, fût, chapiteau) a été numérisée et référencée séparément.

Fiche de prises de vues et référencement

Un premier référencement des éléments du cloître réalisé par Géraldine Mallet dans son livre intitulé *Les cloîtres démontés de Perpignan et Roussillon (XIIe – XIVe siècle)* existe déjà. C'est ce classement qui a été utilisé pour ce relevé.

Pour chaque élément numérisé, une « fiche de prise de vue » a été réalisée afin de se souvenir de tous les paramètres utilisés lors de l'acquisition.

Fiche de prise de vue

Page 1 / 2

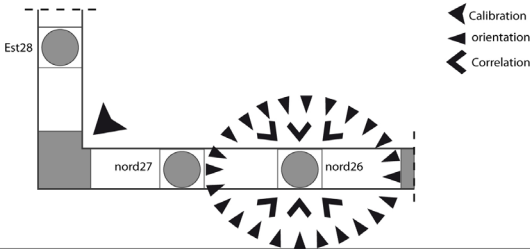
Unité de Relevé					
Label Unité	cloître_nord26		Noms	Vincitore Mauro	
Date	05 / 12 / 2010		Bloc Photos	de Z09_5996 à Z09_6139	
Objet d'étude					
Objet de prises de vue	Colonne		Localisation	aile Nord	
Type d'acquisition	Calibration Orientation Correlation				
Condition prises de vues	bonnes				
Obstacles	aucun				
Schéma d'acquisitions					
					
Mesures de référence					
Conditions de Prises de vue					
But de l'acquisition	ImageModeler- Nubes Forma 1.0		Heure start	09h04	
			Heure stop	09h20	
Conditions climatiques	Nuageux, lumière changeante rapidement, très froid				
Matériel mis à disposition					
Appareil Photographique	objectif fixe	carte 4Go	carte 2Go	portable	
Appareil Photographique					
Boîtier	nikon D3X		Objectif	Nikon 20mm AF NIKKOR	
ISO	320	T de pause	1/60s	Diaphragme	f:5,6
Netteté	environ 60cm à 1m				

Fig.6- Fiche de prise de vue de la colonne Nord27 du cloître

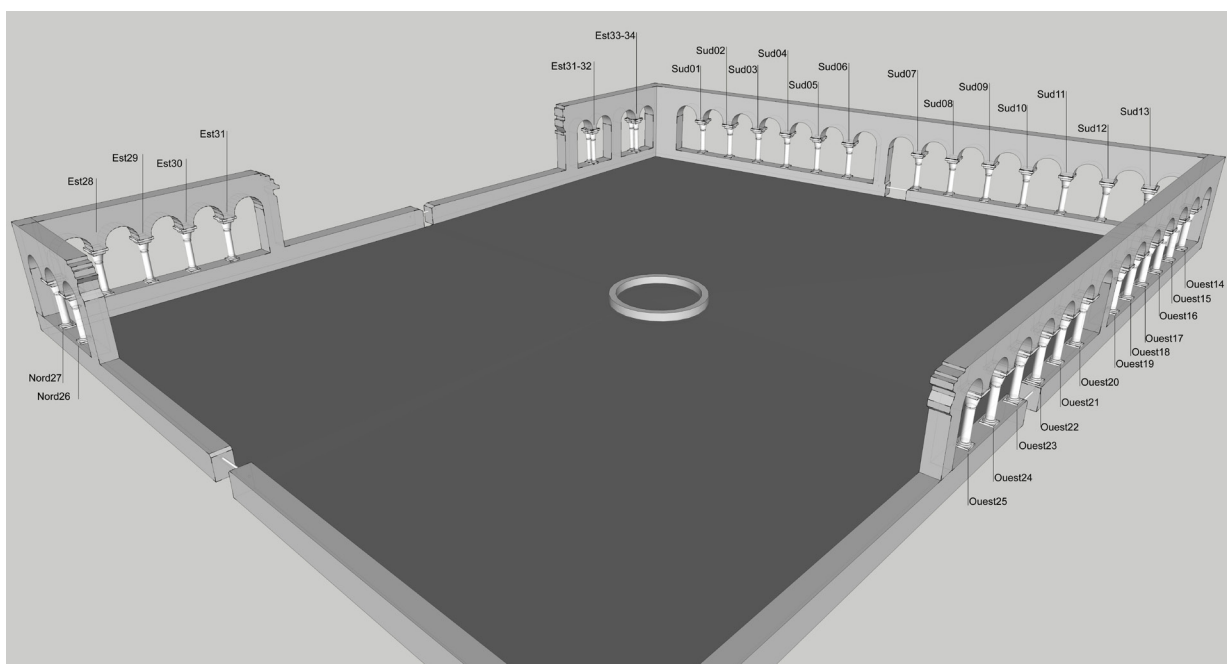


Fig.7 - Référencement des colonnes du cloître de l'abbaye de Saint Michel de Cuxa

Schéma d'acquisition

L'acquisition fut identique pour tous les éléments. On effectue une acquisition convergente autour de ceux-ci (colonnes ou bases, ...) en réalisant une rotation à 360°.



Fig.8 - Exemple d'acquisition convergente autour de la colonne

Equipement

Un appareil photo NIKON D3X

L'appareil photographique *NIKON D3X* est un appareil photographique numérique professionnel de type reflex.

Il possède un capteur CMOS FX avec une taille de capteur de 24 x 36 mm avec une résolution de 24,5 millions de pixels. Il possède une sensibilité pouvant atteindre 6400 ISO. Il fournit des fichiers NEF (RAW), TIFF et JPEG.

Un objectif fixe NIKON AF NIKKOR 24mm f2.8

Une focale grand angle, permet des prises de vue dans des situation avec peu de recul.

Un appareil photo CANON EOS 450D

L'appareil photographique *Canon EOS 450D* est un appareil photographique numérique amateur de type reflex.

Il possède un capteur CMOS avec une taille de capteur de 22,2 x 14,8 mm avec une résolution de 12,2 millions de pixels et une définition de 4 272 x 2 848 pixels. Il possède une sensibilité pouvant atteindre 1600 ISO. Il fournit des fichiers CR2 (RAW), TIFF et JPEG.

Un objectif zoom CANON EF-S18-55mm f3.5-5.6

Une focale zoom offre la possibilité de se rapprocher d'un élément et dans capter des détails tout en gardant une même position.

Un trépied MANFROTTO avec rotule

Une carte compact flash de 4Go et une de 2Go

Un ordinateur portable

Une alimentation électrique avec rallonge



Etant donné le niveau de détail souhaité, dans les chapi-

Fig.9 - Equipement utilisé

Approche générale

teaux par exemple, chaque élément du cloître a été relevé indépendamment des autres éléments présent et un nombre minimal de photographies est nécessaire (soixante photos par élément). Au final, une quarantaine de photographies seront utilisées par élément.

L'acquisition doit également se faire de manière à éviter au maximum les contraintes sur le site afin d'obtenir un maximum d'informations utilisables (les gens, les obstacles visuels, la distance entre les colonnes, ...)



Fig.10 - Vue du cloître et de l'abbaye de Saint Michel de Cuxa

Les contraintes rencontrées

Lors de ce relevé, trois grandes contraintes sont apparues : les conditions climatiques et la lumière, les visiteurs et la végétation.

- *Les conditions climatiques et la lumière.*

Les conditions climatiques conditionnent le relevé. S'il pleut, le relevé est impossible à réaliser. Le trop fort ensoleillement crée des zones d'ombres importantes ce qui entraîne des pertes d'informations. Le temps idéal est un temps nuageux où l'on retrouve la meilleure lumière diffuse.

Dans ce cas-ci, l'éclairage est exclusivement de l'éclairage naturel. Aucun éclairage artificiel n'est utilisé. La lumière du jour est une lumière très changeante, ce qui pose problème lors de l'acquisition. En effet, la lumière du jour est beaucoup plus difficile à gérer qu'une lumière artificielle. Il s'agit d'une lumière changeante au cours des heures.

L'apport d'ombres par le soleil ainsi que sa rotation marquent les colonnes. La prise de vue doit être la plus rapide possible afin d'éviter des grandes variations sur les différentes photographies.

Le deuxième problème lié à l'ensoleillement est les contre-jours lors de la prise de vue. Ce problème apparaît essentiellement lors de l'acquisition pour les sites de corrélation (lors des changements de faces).



Fig. 11 - Contre-jour lors de la prise de vue

- Les visiteurs

Les visiteurs sont un problème plus important lors de la prise de vue pour l'orientation globale car lors de cette étape, toute la scène est prise en compte lors des calculs ultérieurs et il est indispensable que lors de l'orientation globale il n'y ait pas de changement entre chaque prise de vue (apparition et disparition de personnes à plusieurs reprises) afin que le programme puisse se repérer et trouver des points homologues entre chaque photographie.

- La végétation

La végétation pose essentiellement problème lorsque nous sommes en présence de vent. En effet, celle-ci est plus facilement susceptible de bouger au cours de l'acquisition. De trop grandes variations d'une image à l'autre peuvent gêner la détection de points homologues lors de l'orientation globale.



Fig. 12 - Problèmes liés aux visiteurs et à la végétation très présente

La calibration

Toutes les acquisitions des colonnes du cloître ont été réalisées avec un appareil photographique Nikon D3X et un objectif fixe 24mm, avec des paramètres fixes.

Cependant, pour garantir le bon résultat de la création du nuage de points, une calibration a été effectuée pour tous les éléments du cloître. Les calibrations des colonnes ont toutes été réalisées sur les coins intérieurs de celui-ci.

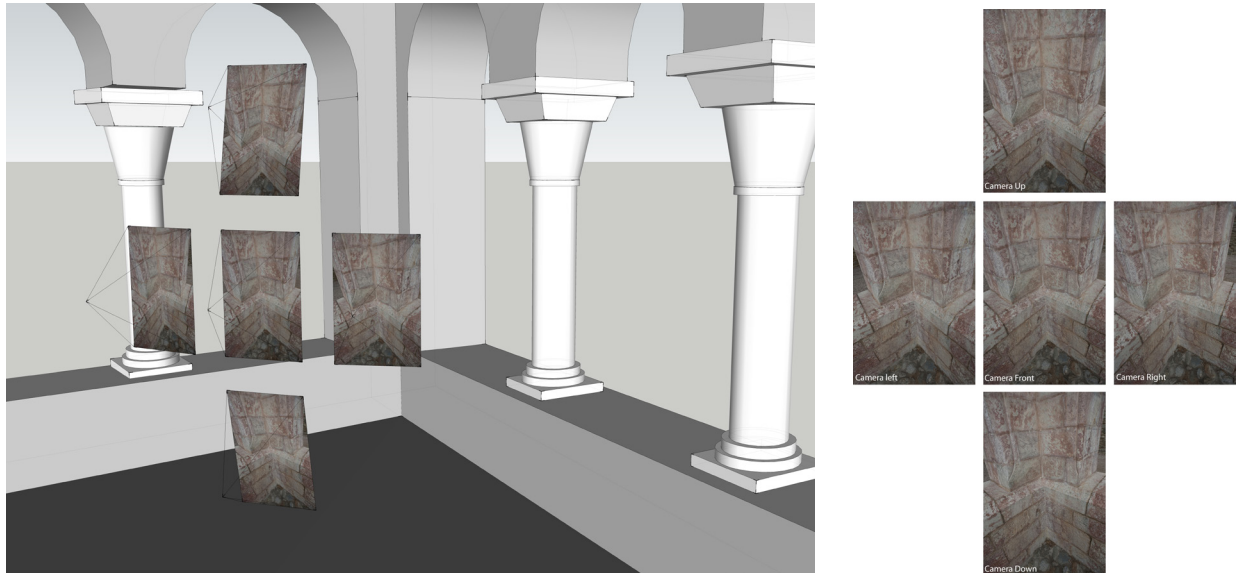


Fig.13 - Prise de vue pour la calibration de la colonne

Pour les éléments se trouvant sur le bas-côté du cloître comme les bases des colonnes d'angle, les chapiteaux posés sur le sol et quelques blocs non répertoriés, les prises de vue ont été réalisées à l'aide d'un appareil photographique Canon 450D avec un objectif zoom 18-55mm fixé à 50mm.

Les calibrations ont été effectuées sur des angles de porte possédant les conditions nécessaires à une calibration précise.



Fig.14 - Prise de vue pour la calibration de la base

L'orientation globale

Dans le cas d'éléments d'architecture comme celui de la colonne ou d'autres objets posés sur le sol, l'orientation globale s'est toujours faite de manière convergente autour de l'objet à une hauteur plus ou moins constante. Pour la colonne, la rotation s'est effectuée sur 360 degrés autour de celle-ci en passant entre les colonnes voisines et au dessus du mur bahut.



Fig.15 - Pise de vue convergente pour l'orientation globale d'une colonne



Fig.16 - Résultat de la pise de vue convergente

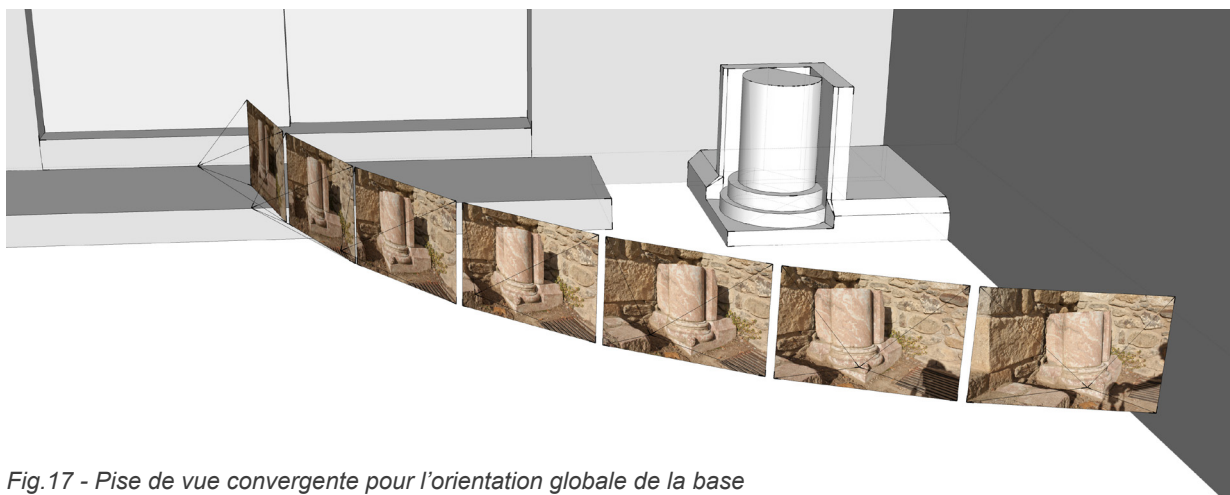


Fig.17 - Prise de vue convergente pour l'orientation globale de la base

Pour la base, seule une rotation d'environ 180° a été réalisée.



Fig.18 - Résultat de la prise de vue convergente

La corrélation

Six sites de corrélations ont été réalisés pour chaque colonne. Les photographies sont également réalisées à l'aide d'un objectif 24mm. Le but de l'objectif 24mm est d'avoir l'ensemble de la colonne sur chaque photographie. Ce qui permettra de récupérer des informations (éventuellement manquantes) sur d'autres sites de corrélation.

Les sites de corrélations comportent tous cinq photographies: une image dite «maîtresse» et quatre images «filles». Quatre sites sont pris dans les angles de la colonne et deux sites de part et d'autres du mur bahut, face à celle-ci.

Etant donné la distance qui sépare les colonnes et la hauteur variante du mur bahut, il était très difficile d'obtenir des sites de corrélations nets sur deux des faces de la colonne.

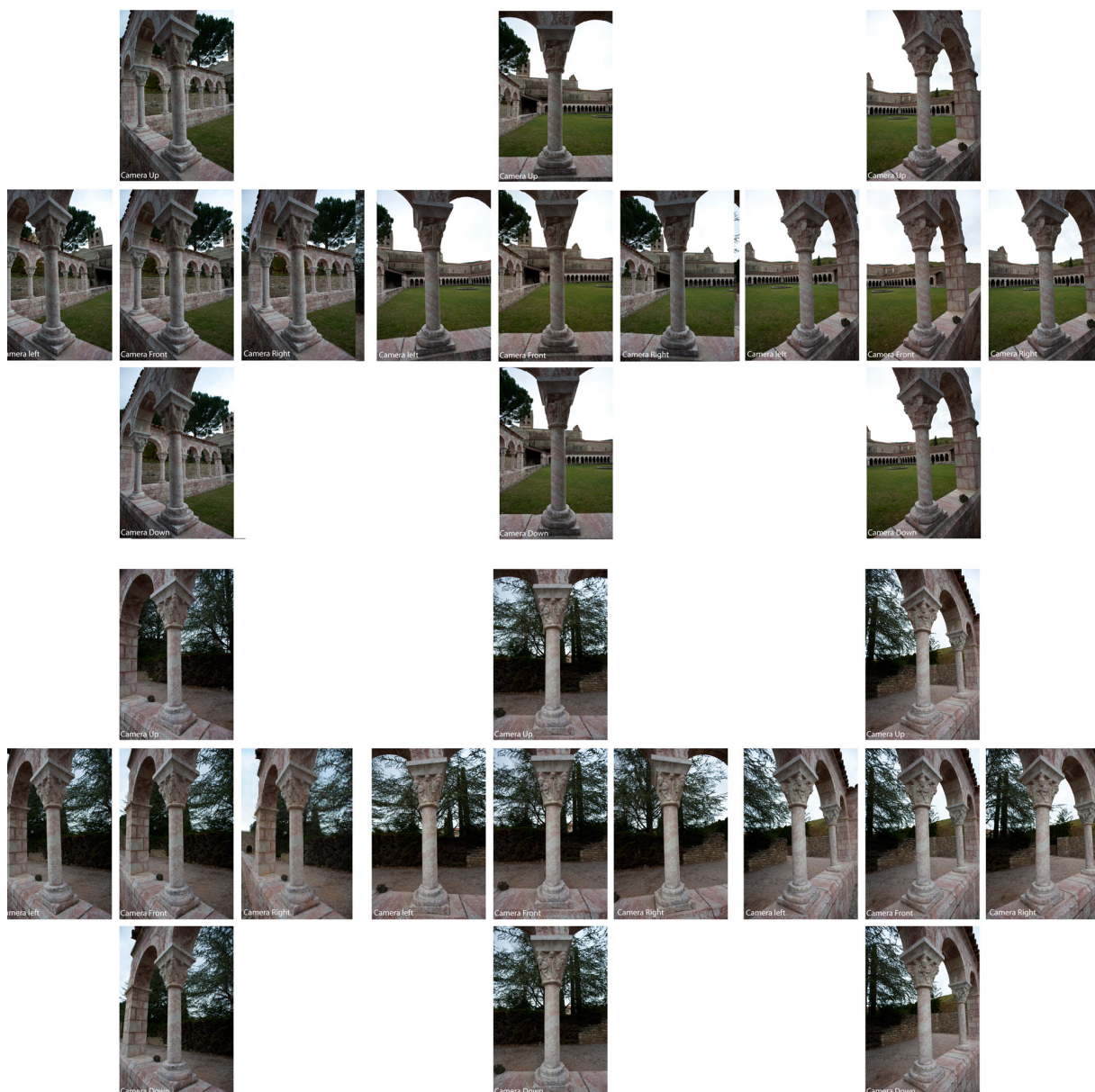


Fig.19 - Sites de corrélations de la colonne

Pour cette base d'angle, deux sites de corrélations ont suffi à obtenir l'ensemble des données souhaitées.



Fig.20 - Sites de corrélations de la base

Les masques et nuages de points

Les masques sont créés à partir de chaque image maitresse des sites de corrélations. Chaque masque définira un nuage de points correspondant. Les masques sont réalisés manuellement. Six masques et donc six nuages de points ont été créé pour obtenir l'ensemble de la colonne.

Une bonne gestion des masques permet de pallier à certains problèmes lors de la création du nuage de points. Il est important par exemple de créer le masque sur la colonne et ne pas prendre l'environnement extérieur afin de garantir un bon résultat

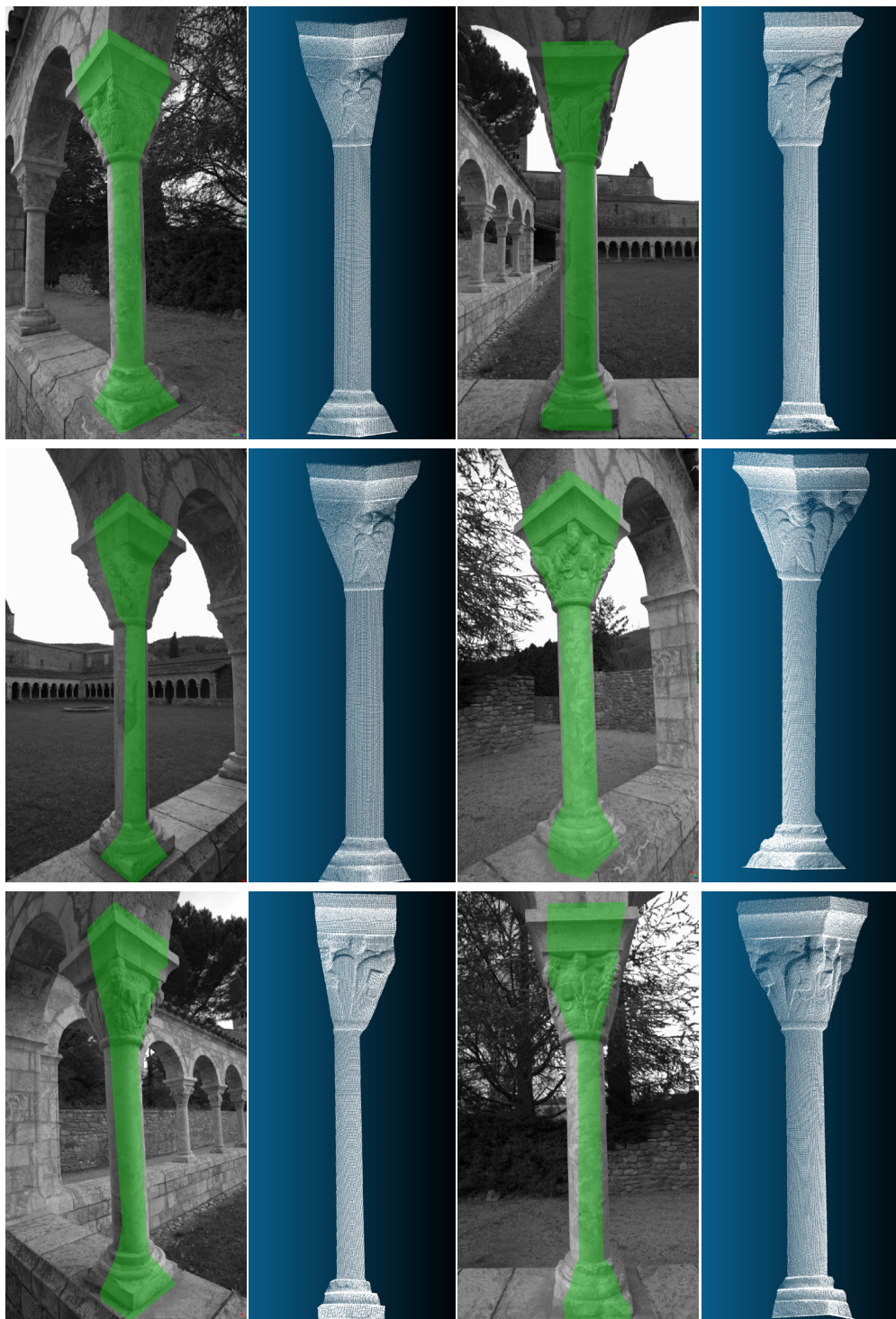


Fig.21 - Les masques et les nuages de points correspondant aux sites de correlations de la colonne

Pour la base de l'angle du cloître, seuls deux masques ont été réalisés.

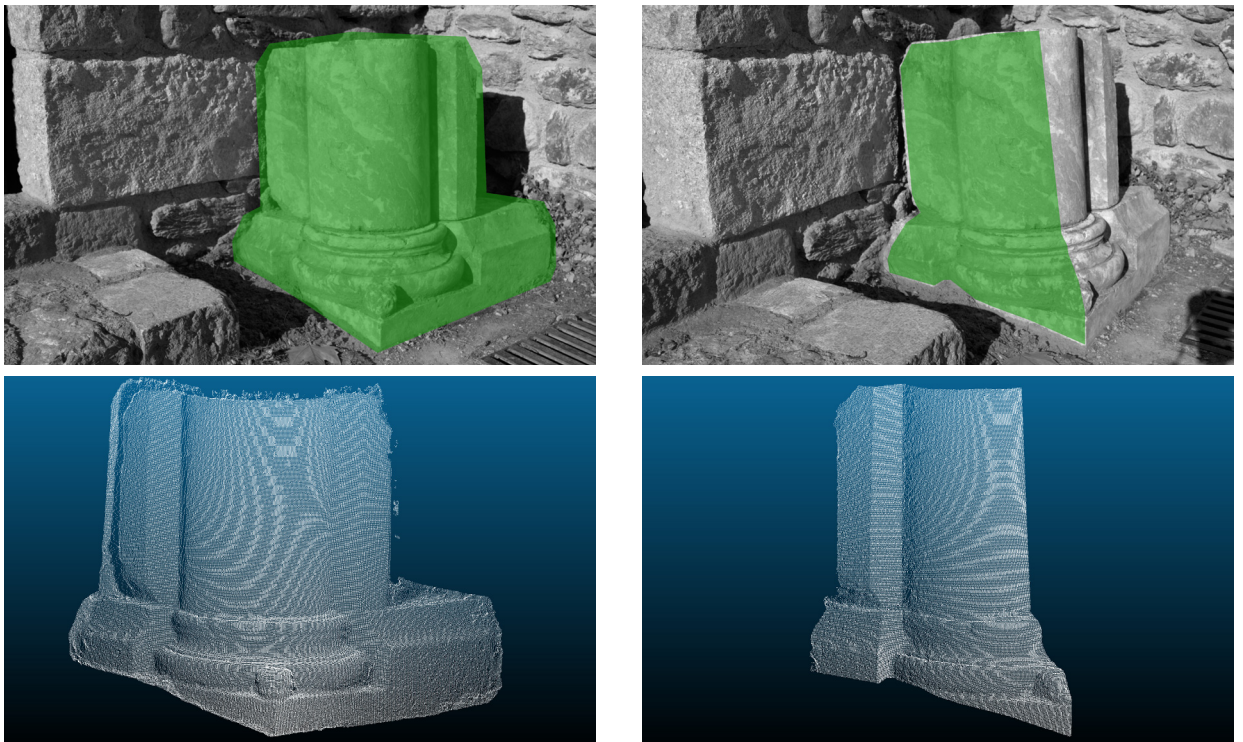


Fig.22 - Les masques et les nuages de points correspondant aux sites de correlations de la base

Le résultat final

Le résultat dépendra de la finalité souhaitée, elle peut se présenter sous plusieurs formes mais le point de départ est toujours le nuage de points créé à partir des masques. Ici il s'agit d'une représentation du nuage de points avec occlusion ambiante.



Fig.23 - Résultat d'un nuage de points texturé d'une base



Fig.23 - Résultat d'un nuage de points texturé d'une colonne