

Tests d'acquisition photographique et traitements avec PhotoCloud

Nicolas Nony

Dans le cadre du stage que j'ai effectué au laboratoire MAP-GAMSAU, j'ai dû réaliser une série de tests du logiciel PhotoCloud, d'une part pour apprendre à le maîtriser, et d'autre part pour mettre en évidence certaines contraintes à respecter – plus particulièrement au moment de l'acquisition photographique.

L'ensemble de ces tests m'a ainsi permis d'établir un protocole prenant en compte ces différentes contraintes, et servant de base à aux futurs relevés que j'aurais à mener (notamment celui de l'intérieur de la chapelle Saint-Jean à Marseille.)

Le compte-rendu qui suit présente ces différents tests, la manière dont ils ont été menés, ainsi que les conclusions et appréciations qui en découlent.

1 – l'abbaye Saint-Victor, Marseille

2 – immeuble XXè

3 – niche d'angle

4 – couloir du laboratoire MAP-GAMSAU

5 – escalier du laboratoire

6 – façade du couvent Saint-Lazare

. Test d'acquisition photo: l'abbaye Saint Victor, Marseille

1 – acquisition photo

L'acquisition concerne la porte principale de l'abbaye, ainsi que la façade sur laquelle elle se trouve. L'ensemble est réalisé en pierre de taille, et contient quelques éléments architecturaux remarquables (corbeaux, moulures, bas-relief, trace d'un ancien arc, etc.)

L'objectif de ce relevé est de faire apparaître en détail ces différents éléments.

Dans la mesure où ces photos seront traitées avec NUBES Forma et Photocloud, leur acquisition se fera en suivant la procédure du logiciel.

Calibration

Le lien entre cette façade et sa perpendiculaire convient tout à fait pour la série de clichés de calibration puisqu'il ya différents niveaux de profondeur.

Une série de cinq clichés à axes convergents a donc été prise de cette zone, avec un recouvrement de 90%.



Photos-passerelles

La géométrie de la zone étudiée peut se résumer selon trois plans dominants orthogonaux entre eux.



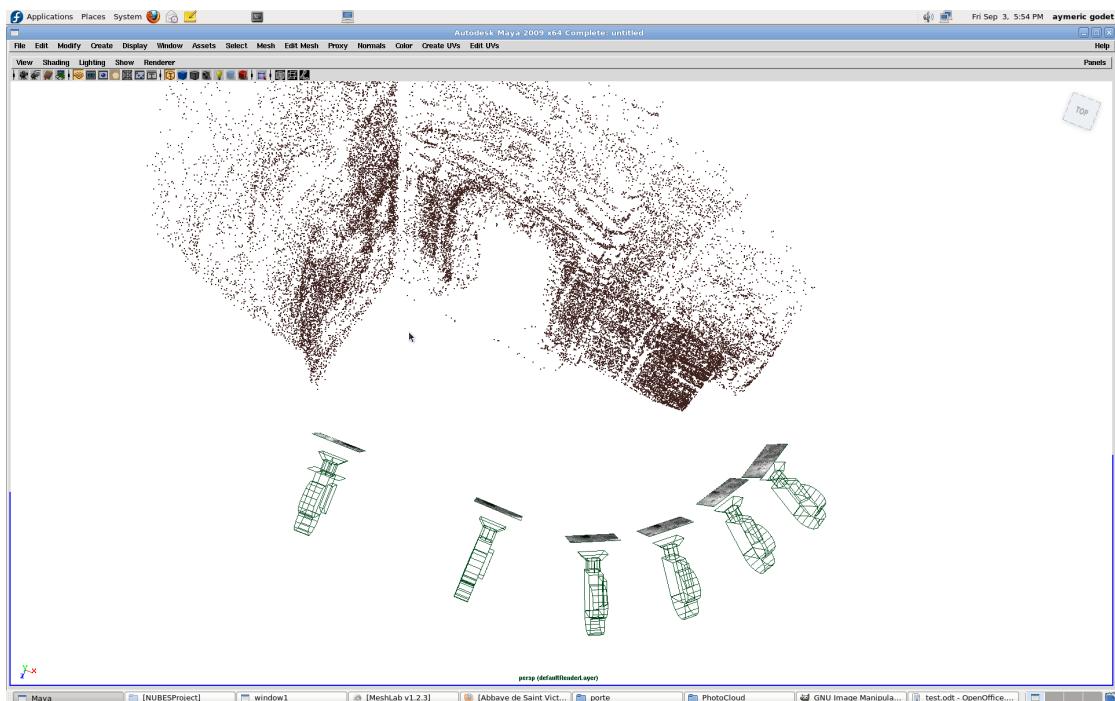
Plan principal, de face



Plans perpendiculaires à la façade



La série de clichés doit donc se faire de manière à relier l'ensemble des différents éléments de la façade, en faisant apparaître ces trois plans principaux, et en opérant un recouvrement de 80%
Les photos ont donc été prises à axes parallèles, de la façon suivante:



Ces photos sont indispensables pour l'étape suivante, dans la mesure où une zone précise ne pourra être correctement modélisée que si elle est visible dans cette série de photos.

Mise en corrélation

Cette série de photos doit permettre de décrire précisément les éléments que l'on souhaite faire apparaître sur le nuage de points. Il est donc important de définir ces éléments avant toute prise de vue. En l'occurrence, puisque c'est la porte qui nous intéresse, il faut s'assurer que les photos seront prises selon les trois plans définis plus haut.

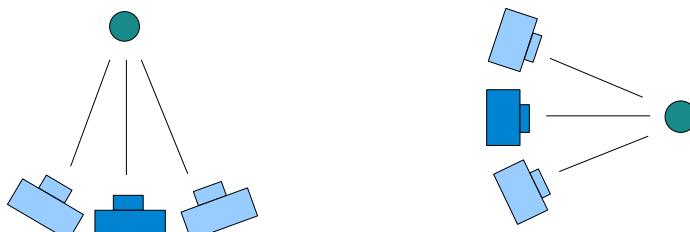
Il faut donc:

- une série de clichés pour le plan principal (de face)
- une série de clichés pour chaque plan perpendiculaire à la façade

(L'ensemble des photos doivent être prises à axes convergents.)

Afin d'être le plus précis possible, ces plans doivent être décrits de la manière suivante: une photo dite maîtresse (de face), puis quatre photos en décalant la position de l'appareil d'une dizaine de centimètres dans chacune des directions (en haut, en bas, à droite, à gauche.)

Cette série de clichés a été réalisée sur le plan principal de la porte, pour la partie supérieure seulement, avec un recouvrement de 95%



prises de vues en se décalant sur la droite et la gauche, puis de haut en bas; en bleu foncé, la photo maîtresse

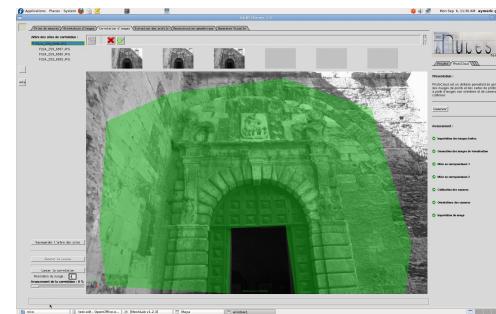
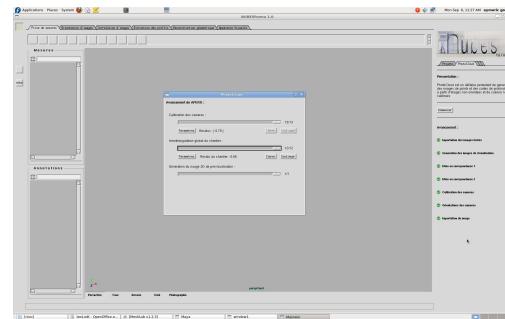
2 – traitement des photos à l'aide du logiciel Photocloud

L'ensemble des photos a été intégré au logiciel NUBES afin de créer le nuage de points correspondant au modèle. La procédure à suivre est la suivante:

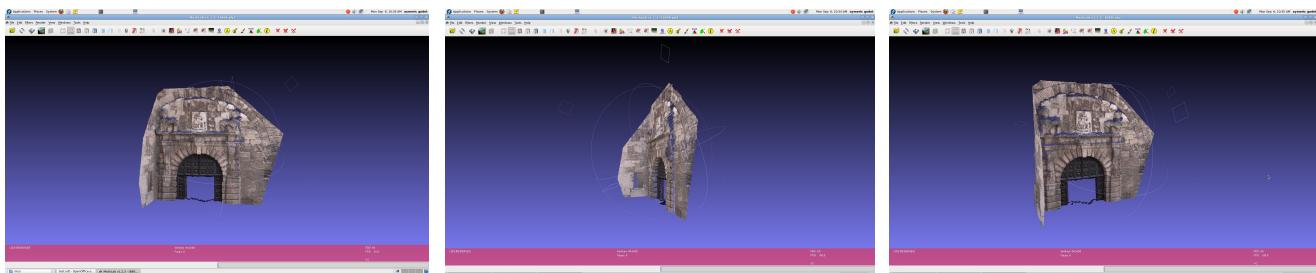
- lancer le logiciel NUBES depuis Autodesk Maya (icône “Mel”)
- créer une nouveau projet (“porte” pour notre exemple) puis l'ouvrir
- aller dans l'onglet PhotoCloud, puis cliquer sur “commencer”
- sélectionner le dossier contenant les photos, ajouter les photos, puis cliquer sur suivant, puis continuer
le logiciel va alors effectuer une série de conversions sur les photos afin d'accélérer la procédure (compression en TIF, JPG, etc.)
- sélectionner le format du capteur (24 x 36)
le logiciel effectue alors le calcul des points homologues, en comparant les différentes photos. Cette opération peut être plus ou moins longue selon le nombre de clichés à traiter
- l'opération suivante consiste à répartir les photos prises sur le terrain dans les différentes phases de calcul du nuage:
 - . la images de calibration des caméras (nombre de photos : 5)
 - . les images globales (nombre de photos: 2)
 - . les images locales de mise en corrélation

(nombre de photos: 5)

- exécuter les différentes opérations
(calibration: résidu obtenu = 0,79
aéotriangulation: résidu obtenu = 0,66)
- fermer la fenêtre et aller dans l'onglet “corrélation d'images”
- réorganiser l'arbre des corrélations en respectant les hiérarchies; l'arbre final doit comporter autant de branches que de sites de corrélation (pour notre exemple, une seule.)
- sauvegarder l'arbre
- créer un masque en sélectionnant la partie à faire apparaître sur le nuage de points, puis le valider
- générer le masque, puis lancer la corrélation (l'intérieur de l'abbaye ne fait pas partie du calcul, dans la mesure où elle constitue une zone obscure sans nuances chromatiques.)



- une fois la corrélation terminée, ouvrir le nuage avec le logiciel Meshlab



Vu de face, le nuage est satisfaisant

Les vues de profil ne sont pas suffisamment précises, dans la mesure où elles ne décrivent pas le détail des plans perpendiculaires à la façade

On remarque que certaines parties n'apparaissent pas sur le nuage final: les détails des plans perpendiculaires à la façade (côtés des pilastres et des corbeaux), ainsi que la partie inférieure de la porte.

3 – commentaires

Ce test a permis de mettre en évidence un certain nombre de contraintes à respecter pour obtenir un nuage satisfaisant.

Tout d'abord, les photos de mise en corrélation du plan principal ne concernent que sa partie supérieure; ainsi, la partie inférieure n'apparaît pas sur le nuage de points final.

D'autre part, la série de photos réalisées pour la description générale de la façade (prises de vue à axes convergents), ne correspond pas à celles réalisées pour la corrélation: la description générale est complète, puisqu'elle prend en compte l'ensemble de l'objet à modéliser, alors que les photos de corrélations ne décrivent qu'un seul des trois plans principaux identifiés (le plan principal.)

La série de clichés à axes convergents est donc en partie inutile, dans la mesure où certains éléments qu'elle met en évidence ne sont pas décrits par les photos de la phase de corrélation. Ainsi, pour réaliser le modèle avec les photos prises sur le terrain, seules les deux photos prises face à la porte ont été utilisées (alors que six photos ont été faites pour la description de la façade.)

Dans un soucis de précision, et étant donné la taille et la géométrie de la porte, il aurait fallu prendre en compte les trois plans principaux (c'est-à-dire réaliser une série de clichés pour chacun d'eux.) Au total, ce sont donc non pas cinq mais quinze clichés qui auraient été nécessaires pour obtenir un nuage précis et complet.

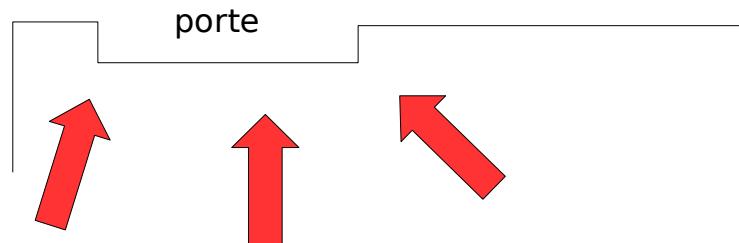


Schéma des trois sites de corrélations à réaliser pour obtenir un nuage correct

. Test d'acquisition photo: immeuble XXè du centre-ville de Marseille

1 – acquisition photo

L'acquisition concerne la façade principale d'un immeuble en arc de cercle de trois étages, réalisé en pierre de taille. Les deux derniers étages comportent un balcon. On note enfin la présence de trois véhicules stationnés devant le bâtiment.

Etant donné la nature de la façade, l'objectif de ce relevé est de donner une vue de ses éléments principaux, sans décrire précisément les éléments de détail (volets, balustrades, etc.) La prise en compte des véhicules permettra également de tester le logiciel sur sa capacité à traiter les surfaces lisses et homogènes, les reflets et les transparences.

Calibration

La calibration s'est faite sur une vue générale de la façade principale, avec une série de cinq photos, prises à axes convergents. Elles prennent en compte les trois premiers étages du bâtiment, et sont centrées sur l'étage n°1. Les véhicules doivent pas être présents sur ces photos, dans la mesure où les éventuels reflets qu'ils pourraient générer nuiraient à une calibration correcte des caméras.

Photos-passarelles

Une série de six photos prises à axes parallèles permet de décrire l'aspect général du bâtiment. Deux photos pour le rez-de-chaussée, le premier et le deuxième étage réunis, deux pour le premier, le deuxième et une partie du troisième étage, et enfin deux pour les deuxième et troisième étages complets.

Mise en corrélation

La série de photos servant à la mise en corrélation a été prise en respectant l'organisation de la façade par étages: une série de cinq photos à axes convergents a été réalisée pour chacun d'eux, pour un total de vingt photos.

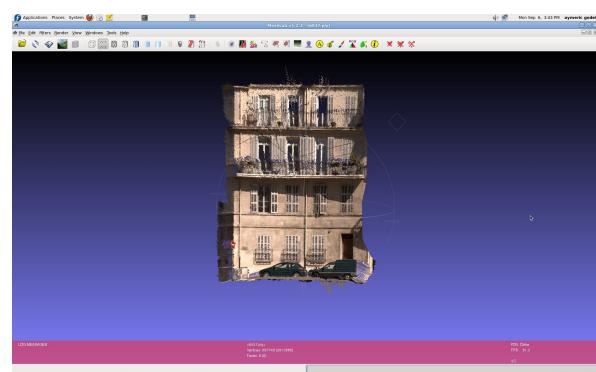
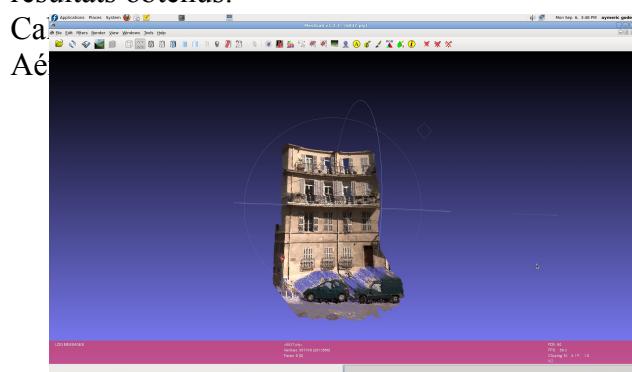
Les éléments présents au premier plan (véhicules, mobilier urbain), bien qu'ils soient intégrés au nuage de point final, n'ont pas fait l'objet de clichés particuliers, dans la mesure où ils n'entrent pas dans l'organisation de la façade.

2 – traitement des photos à l'aide du logiciel PhotoCloud

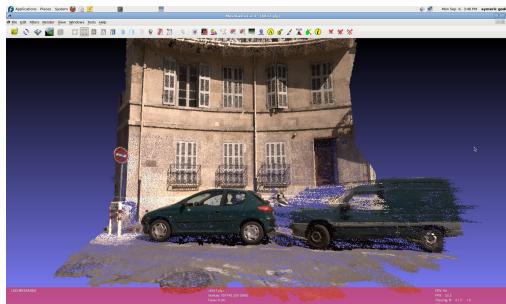
La procédure est la même que celle décrite plus haut. Le seul changement intervient au niveau du calcul de la calibration des caméras, de l'aérotriangulation et de la prévisualisation du nuage de points, puisqu'il faut spécifier au logiciel les photos qui vont permettre d'effectuer les différentes opérations.

- . les images de calibration des caméras (nombre de photos: 4)
- . les images globales (nombre de photos: 6)
- . les images locales de mise en corrélation (nombre de photos: 20)

résultats obtenus:

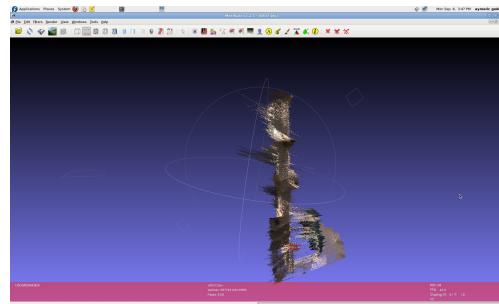


Vue générale de la façade



Les véhicules au rez-de-chaussée

Orthophotographie



Mise en évidence du bruit généré par le nuage de points

3 – commentaires

On voit nettement sur la photo n°4 le bruit croissant à mesure que l'on monte les étages, créé par le logiciel lors du calcul du nuage de points. Ce bruit vient du fait que les photos, qui ont été vérifiées après ce test, étaient relativement floues. Ce défaut vient d'une mauvaise mise au point, et s'amplifie à mesure que l'objectif a été orienté vers le haut du bâtiment.

Lors de la phase de calibration des caméras, une erreur est apparue, indiquant un résidu dépassant largement le niveau acceptable. Cette erreur venait du fait que, sur une des photos, le toit des véhicules du premier plan apparaissait. La photo a été simplement retirée du processus de calibration.

On remarque enfin que les voitures ont été correctement traitées par le logiciel, malgré l'apparente homogénéité de leur carrosserie. De la même manière, les effets de transparences (observables sur la voiture de gauche) apparaissent sur le nuage de point.

Sur cet exemple, contrairement au précédent, le défaut vient non pas d'une mauvaise appréciation du nombre de clichés nécessaires à la création d'un nuage de points correct, mais de la qualité des photos elles-mêmes.

. Test d'acquisition photo: niche d'angle du centre-ville de Marseille

1 – acquisition photo

L'acquisition concerne une niche d'angle, ainsi que les deux façades sur lesquelles elle prend place. L'ensemble est réalisé en pierre de taille, et comporte de nombreux détails: statue, corniches, moulures, etc.

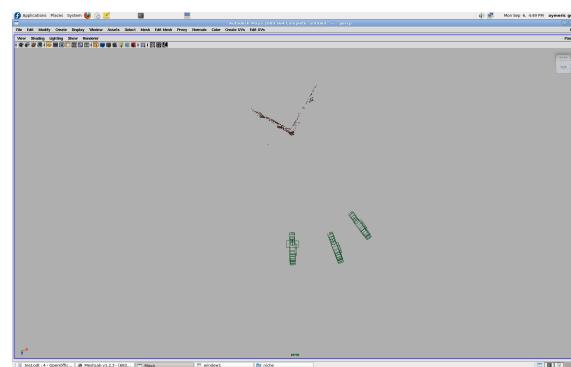
L'objectif de ce relevé est de rendre compte le plus exactement possible de la niche d'angle ainsi que de la statue qu'elle contient.

Calibration

La calibration s'est faite sur une vue générale de la niche, avec une série de cinq photos, prises à axes convergents. Aucun élément parasite (végétation, ciel, reflets) n'est présent sur cette série.

Photos-passerelles

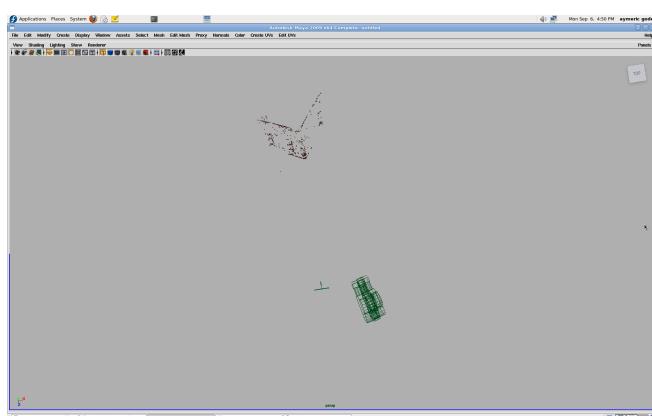
Une série de neuf photos a été réalisée en exécutant une rotation autour de la niche (prises de vue circulaires.) Cela permet de couvrir l'intégralité des faces de la niche, en vue d'une description plus précise lors de la série de clichés suivante.



Trois des neufs prises de vues

Mise en corrélation

Une série de cinq photos “en croix” (voir tests précédents) a été réalisée face à la niche, de manière à faire apparaître également l'angle formé par la rencontre des deux façades, ainsi que les différents éléments (volets, câble électrique, corniches, etc.)



Cinq prises de vue pour la mise en corrélation

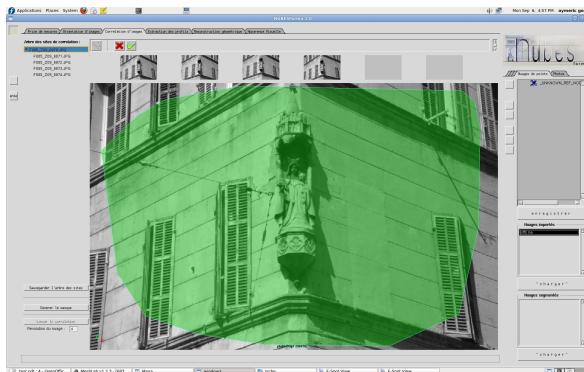
2 – traitement des photos à l'aide du logiciel PhotoCloud

- . images de calibration des caméras (nombre de photos: 5)
- . images globales (nombre de photos: 3)
- . images locales de mise en corrélation (nombre de photos: 5)

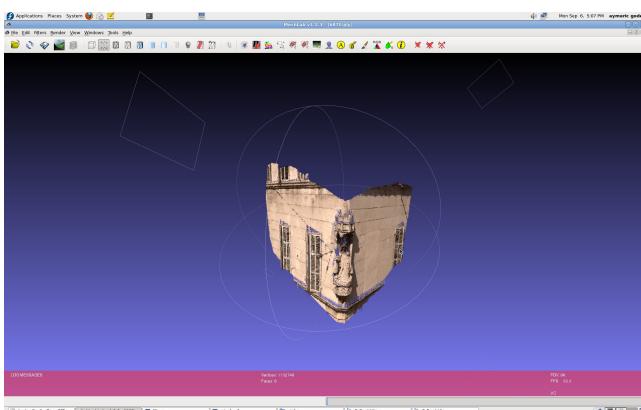
résultats obtenus:

Calibration: résidu = 0,8

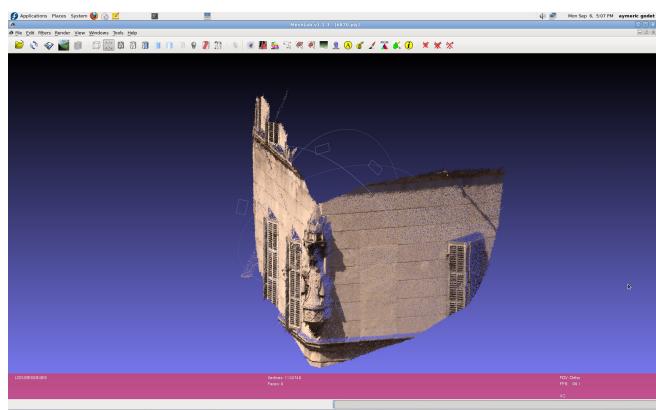
Aérotriangulation: résidu = 0,91



Génération du masque



Vue générale de la niche



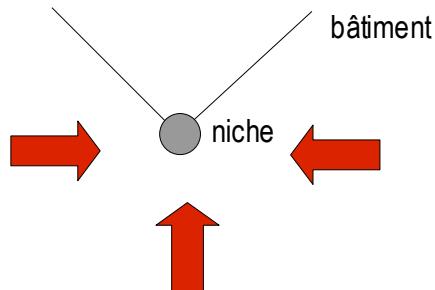
La niche en vue orthographique

3 - commentaires

Comme pour le test précédent, les prises de vue “passerelles” ne sont pas adaptées à celles de mise en corrélation: si les premières décrivent l’intégralité de la façade et de la niche d’angle, les secondes ne rendent compte que de la face principale de la niche. Il en résulte des lacunes dans le nuage de points, au niveau des faces latérales de la niche.

C'est pourquoi seuls trois des neufs clichés réalisés pour la description générale de l'objet ont été utilisés lors de la génération du nuage de points, les autres décrivant des zones non détaillées lors de la mise en corrélation.

Pour créer un nuage satisfaisant, il aurait fallu multiplier par trois le nombre de clichés utilisés lors de la phase de corrélation: une série prise sur la gauche de la niche, et une autre sur la droite. De cette manière, le nuage prend en compte la totalité de la géométrie de la niche, et utilise l'intégralité de la série de photos-passerelles.



. Test d'acquisition photo: couloir du laboratoire MAP

Un test d'acquisition en intérieur a été réalisé dans le laboratoire. La zone étudiée comporte:

- une passerelle avec garde-corps
- des pilliers en béton
- la cloison extérieure du laboratoire, séparée de la passerelle par un vide



L'objectif de ce relevé est de tester la capacité du logiciel à gérer les écarts d'éclairages, les effets de transparence et de reflexion (au niveau des baies vitrées), ainsi que les textures homogènes.

1- acquisition photo

La principale contrainte au niveau de la prise de vue vient du peu de recul dont on dispose pour photographier à la fois le mur et l'intégralité des pilliers.

La totalité des photos a été prise d'une position unique, en balayage circulaire.

Calibration

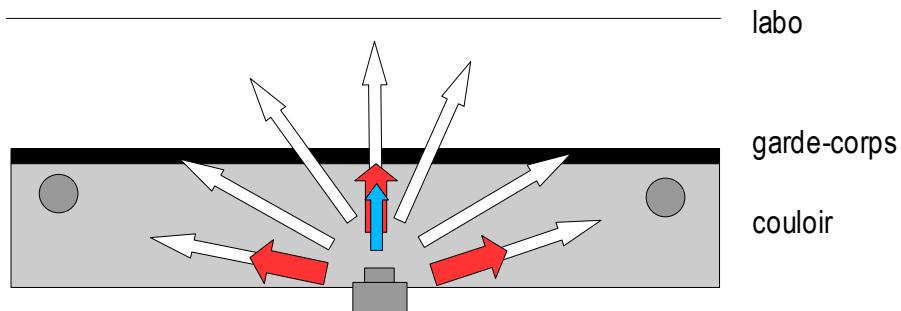
Une série de cinq photos a été prise du mur. Cette prise de vue a été effectuée de face, de manière à minimiser les reflets et refractions dûs à la présence de baies vitrées.

Photos passerelles

Une prise de vue à axes parallèles (normalement utilisée pour ce type d'acquisition) est difficilement envisageable à cause du manque de recul disponible pour photographier la partie sombre des pilliers. D'autre part, il nous faut également tenir compte de ces pilliers, tout en minimisant l'impact de l'écart de luminosité entre la partie sombre (côté couloir) et la partie éclairée (côté baie vitrée.) C'est pour cela que le choix s'est porté sur une prise de vue circulaire.

Mise en corrélation

Trois sites de corrélation ont été définis: un pour chaque pilier, et un pour la baie vitrée (même axe que pour la calibration.)



en bleu la calibration; en blanc les clichés de description générale; en rouge les sites de corrélation

2 – traitement des photos à l'aide du logiciel PhotoCloud

. images de calibration des caméras (nombre de photos: 5)

- . images globales (nombre de photos: 10)
- . images locales de mise en corrélation (nombre de photos: 15)

résultats obtenus:

Calibration: résidu = 0,86

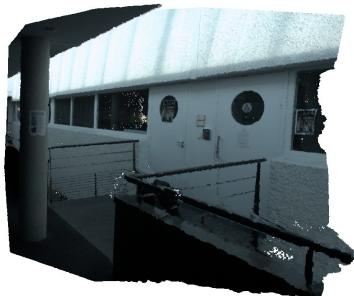
Aérotriangulation: résidu = 0,96



Pillier droit, dans l'axe de l'appareil



Le nuage a été nettoyé de manière à limiter le bruit et les bavures



Pillier gauche, dans l'axe de l'appareil



En décalant la vue, on remarque l'importance du bruit généré par les vitres et l'homogénéité de certaines textures



Sur cette image, les tâches noires situées derrière la baie vitrée représentent les éclairages du laboratoire

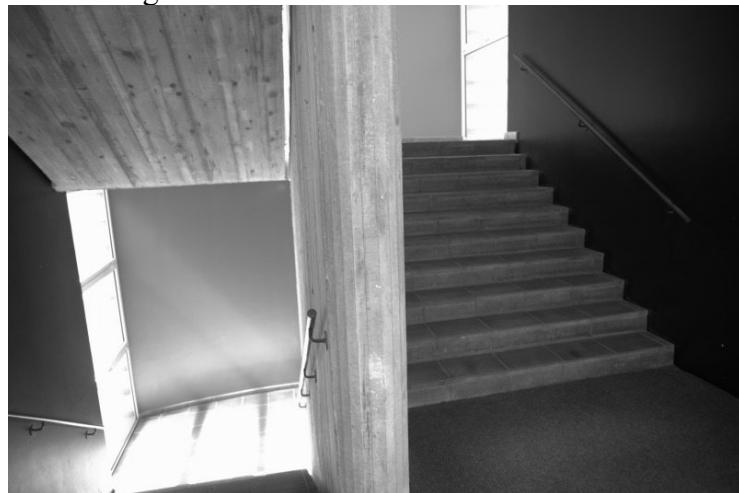
3 – commentaires

Ce lieu illustre bien la difficultés d'effectuer une relevé correct sur un ensemble de surfaces non appropriées (matériaux transparents, réfléchissants, homogènes), dans un environnement éclairé de manière trop contrastée. De la même manière, il met en évidence la nécessité de disposer d'un espace suffisament aéré permettant une acquisition photographique prenant en compte l'ensemble des éléments à modéliser.

On remarque malgré tout que le logiciel est parvenu à appréhender la géométrie globale de la scène, en restituant correctement les effets de profondeur, et parfois même certains effets de transparence (bien que le résultat final ne soit pas exploitable.)

. Test d'acquisition photo: escalier du laboratoire MAP

Ce test a été réalisé sur un escalier à pallier. L'objectif est de tester la gestion des volumes, en modélisant le mur central de la cage.



1- acquisition photo

Elle s'est faite en prenant en compte la paroi centrale, ainsi que les deux séries de marches.

Calibration

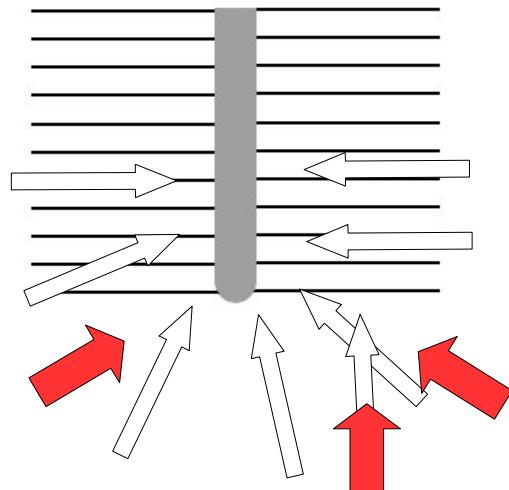
Cette phase de prise de vue a été réalisée à l'intersection de la base du mur et du sol.

Photos passerelles

Une série de photos-passerelles a été réalisée en prises de vues circulaires du bas vers le haut de la cage, puis en redressant progressivement l'appareil de manière à obtenir une vue de face de la partie supérieure de l'escalier.

Mises en corrélation

Trois sites de corrélation ont été définis.



Les différentes étapes de l'acquisition; en blanc

sites de corrélations

les photos-passerelles; en rouge les

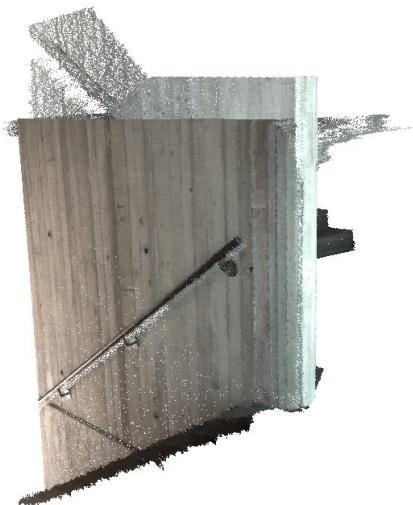
2 – traitement des photos à l'aide du logiciel PhotoCloud

- . images de calibration des caméras (nombre de photos: 5)
- . images globales (nombre de photos: 9)
- . images locales de mise en corrélation (nombre de photos: 15)

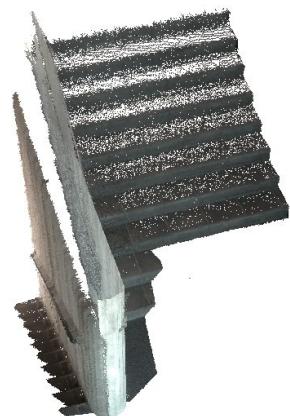
résultats obtenus:

Calibration: résidu = 0,6

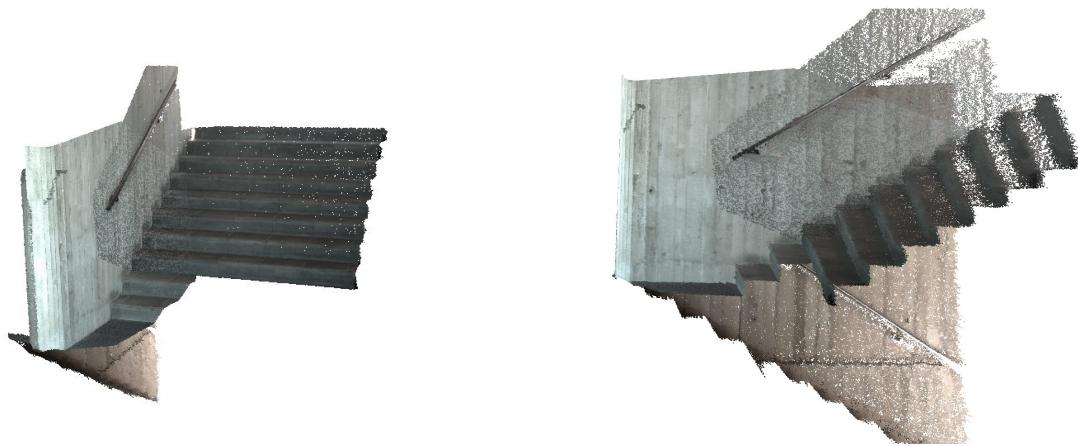
Aérotriangulation: résidu = 0,94



Partie basse de l'escalier



Visualisatin du volume de la paroi



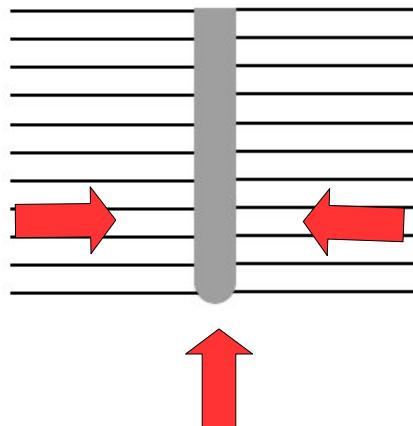
Partie supérieure de l'escalier

Zone incomplète du nuage de points

3 – commentaires

Le relevé est relativement satisfaisant. Le volume de la paroi a été correctement modélisé, ainsi que la géométrie générale de l'escalier. Cependant, bien que la série de photos-passerelles décrive la totalité de l'objet étudié, les sites de corrélation auraient pu être améliorés (on voit sur le nuage final que certains zones manquent de précision.)

Afin d'obtenir un rendu net, les sites de corrélation auraient dû être positionnés comme indique le schéma ci-contre.



La difficulté réside alors dans la gestion des écarts d'éclairage entre la partie supérieure de la cage d'escalier et la partie inférieure, qui peuvent empêcher la détection de points homologues entre les deux images.

. Test d'acquisition photo: couvent Saint-Lazare, Marseille

Ce test a porté sur une partie de la façade principale du couvent, composée de deux pilastres décorés (bas-reliefs, corniches, moulures, chapiteaux, modillons, etc.)

Le but est d'obtenir le meilleur rendu possible de ces détails architecturaux sur toute la hauteur du bâtiment, en utilisant un télé-objectif.



1 – acquisition photo

Calibration

Deux séries de cinq photos (une par objectif) ont été prises de la base du mur. L'effet de profondeur est donné par la géométrie des pilastres.

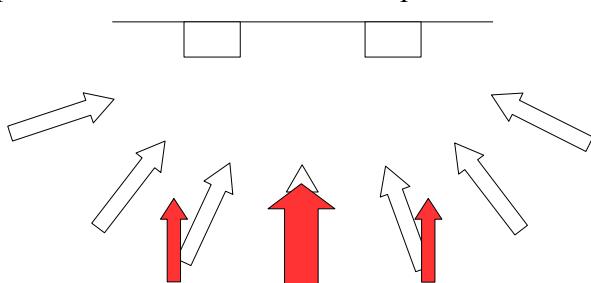


Photos-passerelles

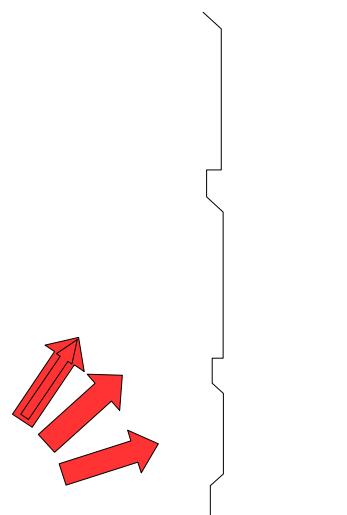
Le recouvrement s'est fait par deux prises de vues verticales à axes convergents: une pour la partie inférieure, et une pour la partie supérieure.

Mise en corrélation

Trois sites de corrélations ont été définis, dont un pour le télé-objectif. Leur acquisition s'est faite par prises de vues verticales à axes parallèles.



*En blanc les images passerelles; en rouge les sites de corrélation
(les flèches plus épaisses désignent les images maîtresses)*



*Le site de corrélation réalisé avec le téléobjectif est représenté par
une flèche double*

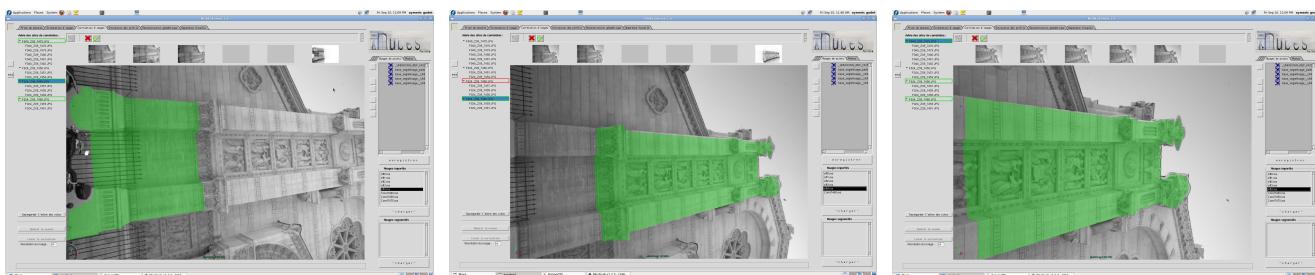
2 – traitement des photos à l'aide du logiciel PhotoCloud

- . images de calibration des caméras (nombre de photos: 5 + 5)
- . images globales (nombre de photos: 9)
- . images locales de mise en corrélation (nombre de photos: 10 + 5)

résultats obtenus:

Calibration: résidu = 0,84 et 0,73

Aérotriangulation: résidu = 0,9



Les trois sites de corrélation; à droite, celui effectué avec le télé-objectif; en vert, les différents masques utilisés pour créer le nuage



Le nuage de points sans tenir compte du site de corrélation fait avec l'objectif



La zone détaillée a été ajoutée au nuage



Détail avec une résolution ¼ (standard)



Détail avec une résolution 1 (qualité maximale)

3 – commentaires

Ce test fait apparaître clairement l'intérêt de l'utilisation d'un télé-objectif pour la modélisation des parties éloignées inaccessibles d'un bâtiment. Ainsi, et ce malgré le fait que le niveau de zoom soit relativement faible, la partie supérieure de la façade a été correctement modélisée.

Egalement, la génération d'un nuage en qualité 1 permet d'obtenir un rendu de qualité largement supérieure à la résolution standard. C'est ce type de nuage de points qui doit être choisi si l'on souhaite créer un nuage précis.