



## Palais du Pharo

Le but de ce travail est de réaliser une orthophotographie de la façade principale du palais du Pharo, à Marseille. Le document final ne nécessite pas une résolution particulièrement fine, dans la mesure où l'intérêt d'un tel travail est de se substituer à un relevé général exécuté manuellement. Il doit décrire précisément les formes et l'aspect général du bâtiment, les éléments remarquables (baies, corniches, arcs) sans pour autant rentrer dans les détails des décors (moultures, sculptures, 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 est un cas concret d'acquisition photographique d'une façade, en extérieur. Il permet d'illustrer la méthode

adoptée pour l'acquisition, ainsi que les conditions dans lesquelles elle s'est déroulée. L'ensemble de la démarche est donc décrit, commenté, afin de mettre en évidence les points importants qui caractérisent ce type de relevés.

### Sommaire

- 1 - Présentation de la mission
  - 1.1 - Situation géographique
  - 1.2 - Contexte historique
  - 1.3 - Architecture and environment
  - 1.4 - Préparation de la mission
- 3 - Acquisition photographique
  - 3.1 - Approche générale
  - 3.2 - Contraintes
  - 3.3 - Orientation globale
  - 3.4 - Corrélation
- 4 - Traitement informatique
  - 4.1 - Gestion des masques
  - 4.2 - Résultat final

## 1.1 - Situation géographique

Le Palais du Pharo se situe sur la côte ouest de Marseille, près du Vieux-Port (Bouches-du-Rhône, 13).

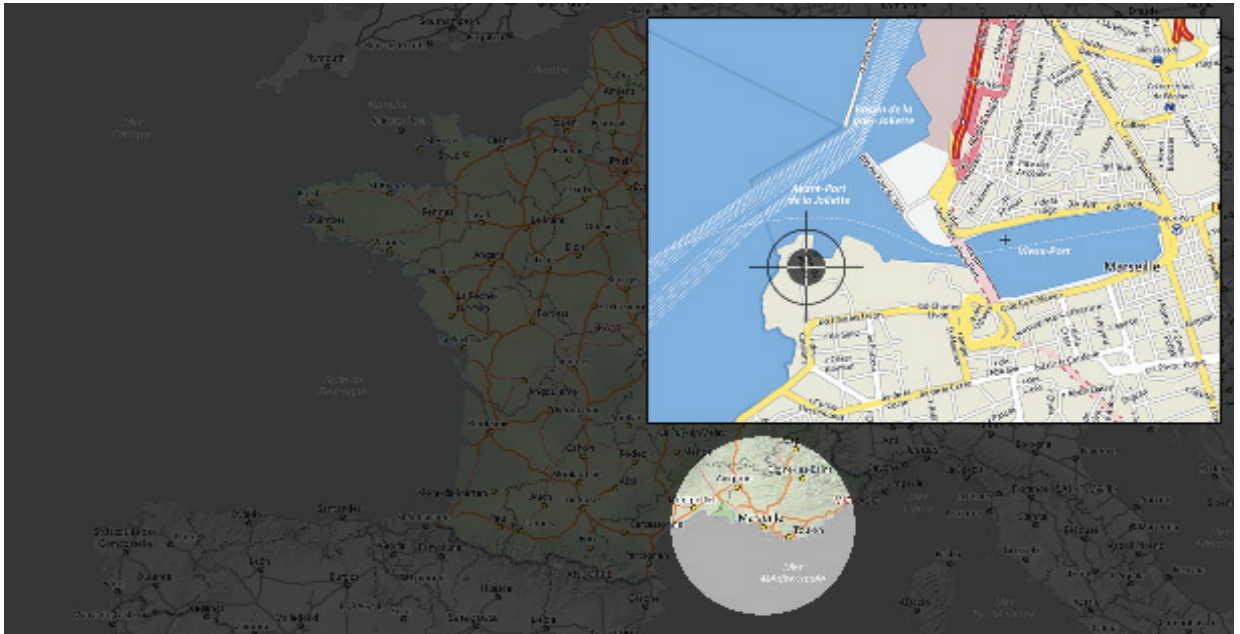


Fig.1 - Situation géographique du Palais du Pharo.

## 1.2 - Contexte historique

La construction du Palais est liée à la volonté du Prince-Président Louis Napoléon Bonaparte de disposer d'une résidence impériale en bord de mer. La ville de Marseille lui offrit les terrains du plateau du Pharo en 1855, escarpés et difficilement accessibles (uniquement depuis la mer).

Le projet fut confié aux architectes Jean-Marc Vaucher et M. Defluel, architecte de l'empereur. La première pierre fut posée le 15 août 1858, jour de la fête de l'empereur. Le palais a été conçu par rapport à celui de l'impératrice à Biarritz (coût de la construction, plan, qualité).

Lors de la révolution de 1870, les insignes napoléoniennes des grilles et de la façade furent détruites, le Palais réquisitionné par la République. Il n'a finalement jamais été occupé par l'Empereur et l'Impératrice.

Le Palais fut rendu à Eugénie, l'impératrice, au terme d'un conflit avec la ville de Marseille qui lui en disputait la propriété. Elle décida malgré tout de l'offrir à la ville, qui y installa les locaux de l'École de Médecine en 1904: les ailes furent surélevées, l'intérieur réorganisé. Le Palais a par la suite été transformé en centre de congrès: des salles souterraines ont été rajoutées, sous les jardins



Fig.2 - Le Palais Pharo au début du XX<sup>e</sup> siècle.



Fig.3 - Le Palais Pharo aujourd'hui.

## 1.3 - Architecture et environnement

Le Palais du Pharo est construit suivant un plan en U composé d'un corps principal flanqué de deux ailes latérales définissant une esplanade ouverte sur un parc. L'entrée principale surélevée de quelques marches est implantée au centre de la grande façade et surmontée d'un fronton triangulaire. L'édifice est construit en pierres de taille relativement homogène et est percé de nombreuses fenêtres qui confèrent au bâtiment un rythme harmonieux. On peut également noter la présence de nombreuses moulures, de bas-reliefs, ou encore de ferronneries. Quelques obstacles placés en avant du bâtiment comme des lampadaires, échafaudages, arbustes et véhicules empêchent une lecture complète de la façade.

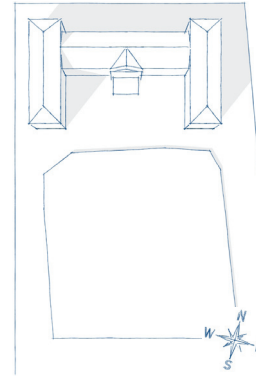


Fig.4 - Plan du site.

## 1.4 - Préparation de la mission

### Le temps imparti

La mission s'est déroulée le 6 janvier 2011, en début d'après-midi, pour une durée d'environ une heure.

### Éléments à acquérir

Le relevé concerne uniquement la façade principale (sud). Les façades internes des deux ailes latérales ne sont pas prises en compte.

### 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 zoom lens (24 to 85mm). The tripod is equipped with a MANFROTTO 303 SPH panoramic head, which 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.5 - le matériel nécessaire à l'acquisition: le D3X, deux objectifs (focales 24 et 24-85mm) et le trépied

## 2.1 - Approche générale

Seule la façade principale est relevée (façade sud du corps principale et des deux ailes latérales.) Afin d'éviter les déformations et artefacts liés au redressement (au moment de la génération des orthophotos) , les photos de corrélation seront prises le plus parallèlement possible à la portion de façade relevée: d'une position éloignée avec un fort niveau de zoom (70mm dans ce cas.)

Pour des raisons de traitement informatique, il est nécessaire d'utiliser en plus de l'objectif à grande focale un objectif grand angle (24 mm dans notre cas). Deux calibrations doivent donc être effectuées: une au 24mm, et une au 70mm.

Etant donné le niveau de détail souhaité, un nombre minimal de photo est nécessaire. L'acquisition doit également se faire de manière à éviter au maximum les obstacles présents (principalement les deux lampadaires.)

Enfin, toute l'acquisition doit être réalisée en fois, afin d'obtenir un seul et unique nuage de points, et donc une seule orthophotographie finale (et non pas un ensemble d'orthophotos séparées puis assemblées et mises à l'échelle.)

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

### Les contraintes internes

Un certains nombre d'éléments présents sur la façade peuvent poser problème lors des calculs de nuages de points: les fenêtres, présentes en très grand nombre sur l'intégralité de la zone étudiée, les échafaudages, les garde-corps, et les porte-étendards. Un autre inconvénient est la texture de la pierre utilisée, relativement homogène, qui peut empêcher la détection de points homologues.

### Les contraintes externes

D'autres éléments sont présents entre le bâtiment et l'appareil, et obstruent certaines zones: les véhicules garés devant l'aile droite, les arbustes, les lampadaires. Les passants posent problème également.

Malgré tout, l'ensemble présente des conditions relativement optimales de prise de vue: espace dégagé, peu d'obstacles, peu de passage, recul disponible, temps clair.



Fig.6- Les différents obstacles: en rouge les éléments qui obstruent la façade, en bleu les éléments qui perturbent les calculs de corrélation.

## 2.3 - Orientation globale

Deux choix sont possibles pour effectuer cette étape. L'orientation peut en effet soit se faire avec une focale classique (24mm) en restant à une distance relativement faible de la façade. Dans ce cas les photos comportent un fort niveau de déformation. L'autre option est de réaliser ces prises de vue d'une distance plus lointaine, avec une focale plus grande.

Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions a peu d'importance pour cette étape de l'acquisition. Dans les deux cas, la façade doit occuper la quasi-totalité du champ de vision, et la portion de ciel doit être réduite au minimum.

Comme expliqué plus haut, une calibration doit être effectuée au 24 mm dans tous les cas.

### L'acquisition au 24mm

L'orientation au 24 mm est effectuée en prises de vue parallèles. Afin de conserver un maximum d'informations sur la façade dans chaque photo, les photos du corps principal sont réalisées en se rapprochant progressivement. Les photos sont ensuite prises en se reculant progressivement jusqu'à l'extrémité est.

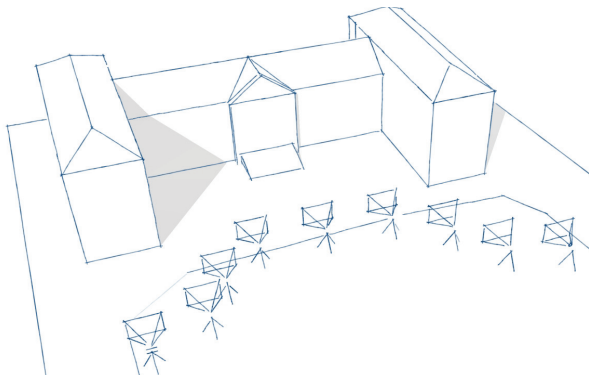


Fig.7 - Schéma d'acquisition de l'orientation (24mm).



Fig.8 - Les clichés d'orientation (24mm).

La calibration est effectuée dans un angle fermé du bâtiment, et comprend 8 photos.

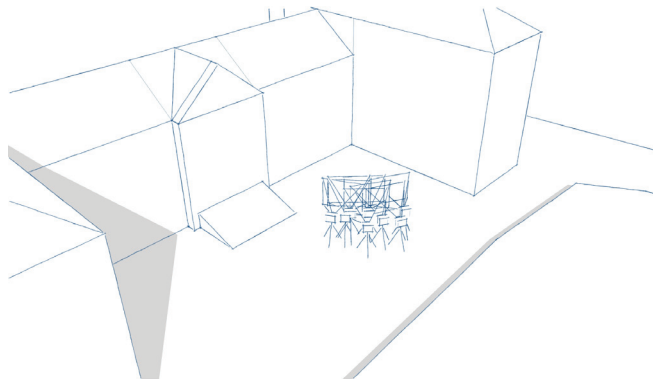


Fig.9 - Schéma d'acquisition de la calibration (24mm).



Fig.10 - Les clichés de calibration (24mm).

### L'acquisition au 70mm

Les photos d'orientation ont été prises au 70 mm selon la même méthode que pour le 24mm. Seule la distance par rapport à la façade varie.

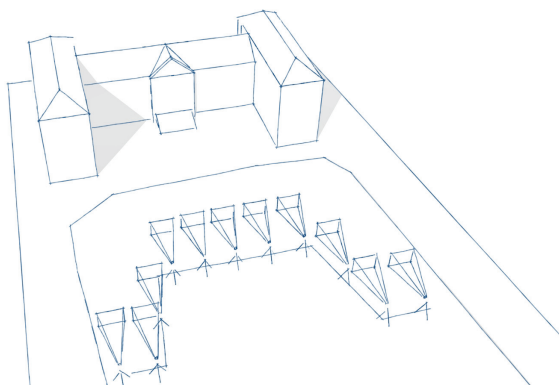


Fig. 11 - Schéma d'acquisition de l'orientation (70mm).



Fig. 12 - Les clichés d'orientation (70mm).

La calibration s'est effectuée dans le même angle de bâtiment. Afin de prendre en compte la même portion de façade que la calibration précédente, les clichés ont été pris en se reculant légèrement.

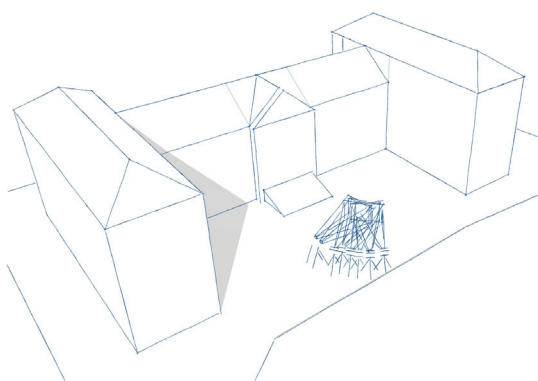


Fig. 13 - Schéma d'acquisition de la calibration (70mm).



Fig. 14 - Les clichés de calibration (70mm).

Au total, 46 photos ont été réalisées pour cette étape: 16 photos de calibration (8 pour chaque focale) et 30 d'orientation. Etant donné que seul un des deux jeux de calibration sera utilisé durant le traitement informatique, ce sont donc une trentaine de photos qui sont pour le moment nécessaires.

## 2.4 - Corrélation

Quatre sites de corrélation ont été réalisés au 70mm. Comme pour l'orientation, les photos du corps principal ont été prises en se rapprochant de la façade, afin de diminuer au maximum la portion de ciel présente. Les sites comportent tous cinq photos: une image «maîtresse» et quatre images «filles». Les images-filles ont été prises en se décalant uniquement latéralement, à gauche et à droite (au lieu de latéralement et verticalement comme il est normalement conseillé.) En effet, étant donné la distance qui sépare la prise de vue de l'objet, il faudrait lever ou baisser l'appareil d'au moins un mètre pour obtenir une différence suffisante entre les photos d'une même site, ce qui est impossible dans cette configuration.

Le fait également que le corps principal figure en partie sur chaque site permet, au moment du traitement informatique, de ne pas tenir compte des lampadaire et des porte-étendards. Il est en revanche impossible d'éviter les autres éléments (échafaudages, véhicules, etc).

De plus, malgré le recul disponible, certaines parties en recul restent inaccessibles: le haut des corniches, des balcons, le toit.

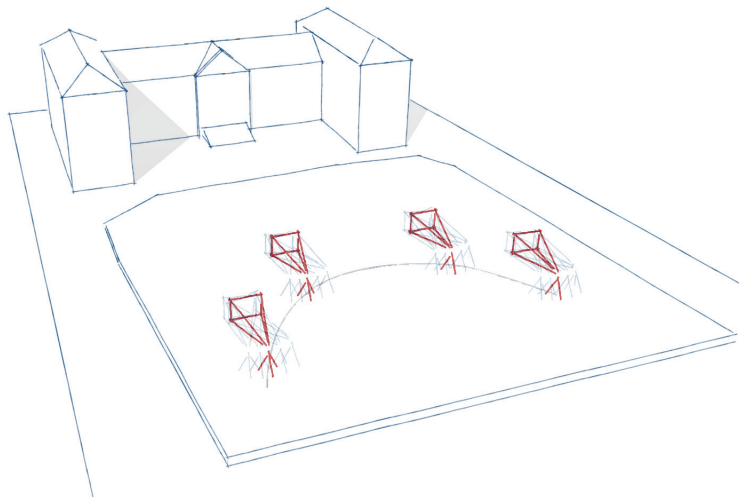


Fig.15 - Schéma d'acquisition de la corrélation: en rouge l'image-maîtresse, en transparence les images-filles



Fig.16 - Les quatre sites de corrélation

Vingt photos ont été réalisées pour cette étape. Au final, l'acquisition comporte une soixantaine de photos, dont une quinzaine ne seront pas utilisées. Ce nombre peut varier selon le niveau de détail souhaité, la complexité du bâtiment, les conditions de prise de vue.

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 trois heures pour réaliser ce type d'orthophotographie (une heure de calcul des nuages de points et deux heures de traitement des images 2D.)

## 4.1 - Gestion des masques

Sur chaque site de corrélation a été défini un masque, qui permet de choisir la partie de l'image à modéliser. Dans ce cas précis, une bonne gestion de ces masques permet de pallier aux problèmes posés par certains obstacles. Comme expliqué à l'étape précédente, les lampadaires et les porte-drapeaux peuvent ainsi être effacés en sélectionnant sur chaque image maîtresse la partie visible située derrière ces éléments.

Les autres obstacles présents devant la façade ne sont pas pris en compte. L'information qu'ils dissimulent ne peut être récupérée dans la mesure où elle en figure sur aucune photo.



Fig.17- Les masques correspondant aux quatre sites de corrélation, et les nuages

## 4.2 - Résultat final

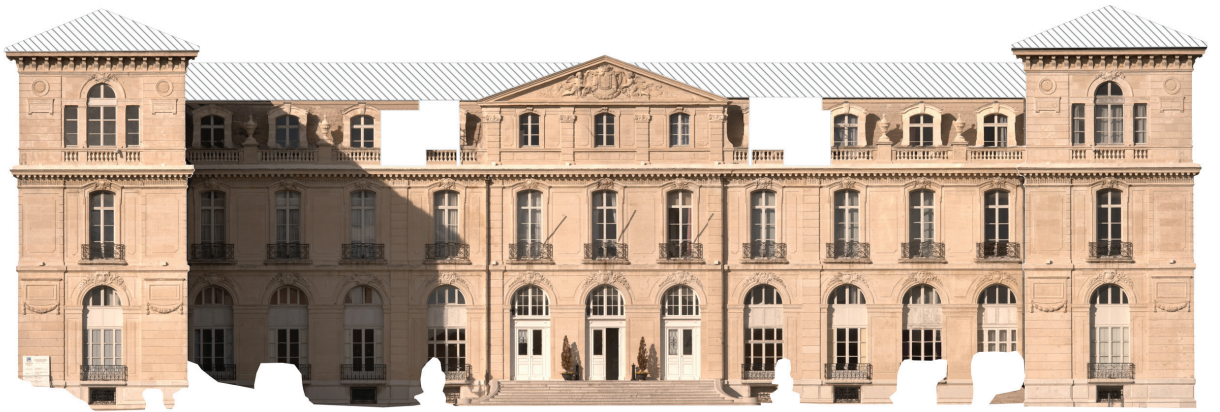
Les nuages de points sont ensuite redressés, puis assemblés afin d'obtenir une orthophotographie complète de la façade.

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



Fig.18 - Les quatre nuages redressés





*Fig.19 - Orthophotographie complète de la façade.*



*Fig.20 - L'aile ouest.*