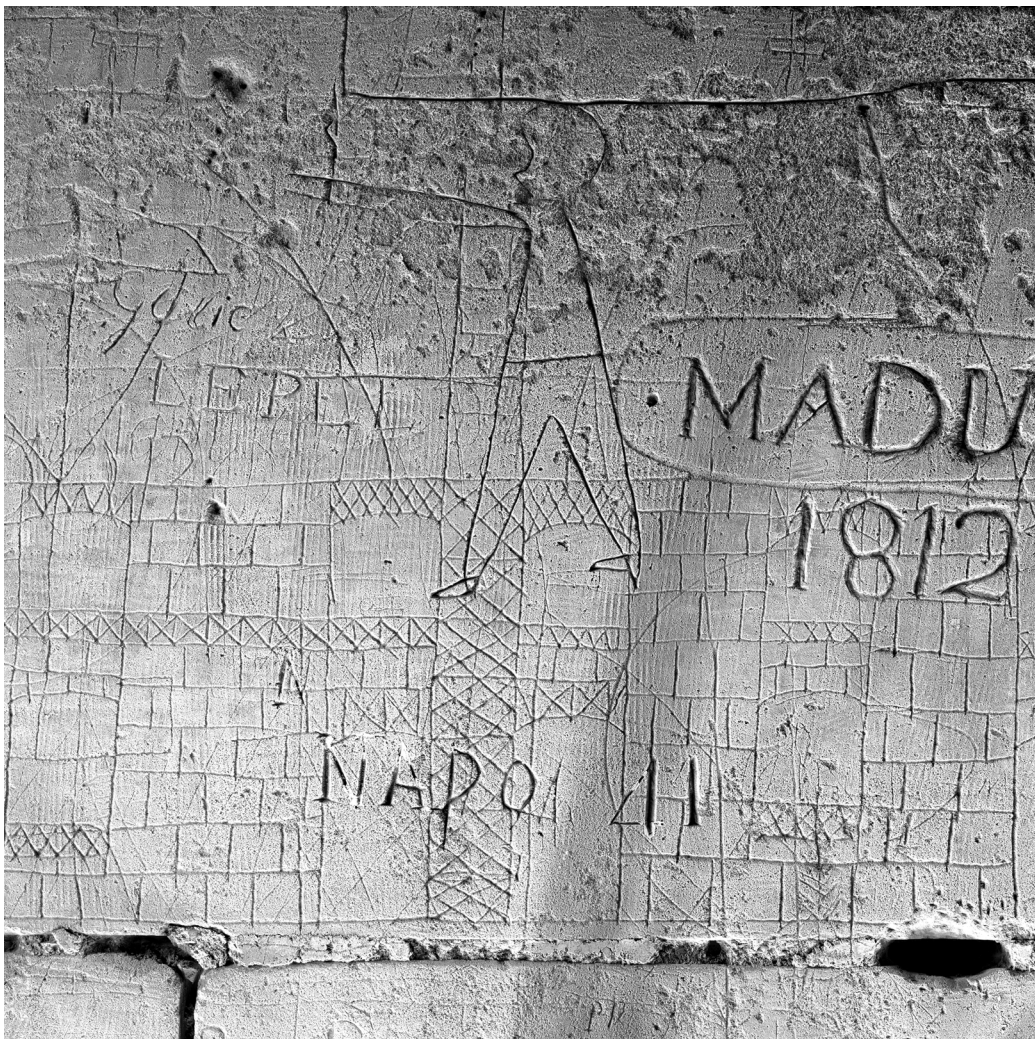


## Relevé photographique des graffitis et sculptures anciennes des anciennes prisons de la porte Saint-Pierre du château de Caen



Dans le cadre du Projet Collectif de recherche

**Le château de Caen (XIe - XXIe siècles) :**  
**Archéologie, textes et iconographie**

[www.lafabriquedepatrimoines.fr](http://www.lafabriquedepatrimoines.fr)

Introduction	3
Étude préalable	3
Objectifs	3
 Matériel et méthode	
Plan de situation	
Marquage du carroyage	
Nomenclature	
Matériel de prise de vue	
 Déroulé des relevés	
Dates d'intervention	
Adaptation à la situation sanitaire	
 Résultats	
Architecture des données	
Visualisation des résultats	
 Conclusion	

## Introduction

### Étude préalable

Après une première sollicitation en septembre 2018, une étude préalable a été menée en octobre et novembre 2018 pour déterminer les conditions de faisabilité d'un relevé photographique complet des graffitis et sculptures présents sur les murs des anciennes prisons de la porte Saint-Pierre du château de Caen. Cette étude, sur la base de tests réalisés sur place les 15 et 16 octobre et le 6 novembre 2018, a permis de définir une technique (la RTI<sup>1</sup>), une définition optimale de fichiers, un calepinage (positionnement des prises de vues sur un carroyage) établi sur les orthophotographies des neuf pans de mur des deux pièces et une estimation du temps de travail nécessaire.

D'autres chantiers similaires d'étude de petits reliefs, en particulier sur la Tapisserie de Bayeux et au clocher de l'église Sainte-Catherine de Honfleur ont permis de compléter l'évaluation de l'intérêt de différentes techniques d'étude en 2,5D<sup>2</sup> pour ce genre d'étude. Il a ainsi été proposé de doubler la couverture en RTI par une couverture en photogrammétrie.

### Objectifs

L'objectif final de l'étude est de permettre un accès numérique aux graffitis. Cette imagerie doit permettre une visualisation optimisée des petits reliefs, parfois peu évidents à détecter à l'œil nu. Elle doit permettre également d'en établir des dessins et donc de donner une idée précise des forme, taille et proportions des artefacts. Enfin, elle doit garantir une sauvegarde de l'information historique contenue dans ces figurés.

1 voir définition dans le chapitre «matériel et méthode»

2 technique de 3D d'étude de bas reliefs. À un couple (x;y) ne peut correspondre qu'un z.



## Matériel et méthode

### Méthode

#### *Plan de situation*

Voir page 5

#### *Calepinage - définition et matérialisation du carroyage*

L'étude préalable avait défini des zones d'environ 50 cm x 70 cm. Afin de s'affranchir d'éventuels effets de bordure et pour faciliter une éventuelle construction ultérieure de plans d'ensemble par jonction de séquences contiguës, il a été choisi de fixer des marges de 5 cm sur les quatre côtés des séquences. Nous avons donc marqué le mur tous les 42 cm sur des axes verticaux eux-mêmes distants de 60 cm. Ces marquages ont été réalisés grâce à un laser de plaquiste (figure 1) et un mètre ruban. La marque elle-même est une touche fine de peinture Aquazol rouge apposée sur goutte séchée de gomme à masquée (figure 2). Ces marques sont réversibles et peuvent donc être facilement ôtées sans endommager la pierre.

#### *Nomenclature et types de fichiers*

Chaque fichier a une nomenclature précise qui fait référence à la technique et à l'emplacement (figure 3).

Par exemple le fichier *RTI\_DIA6\_5335.rti* concerne la prise de vue en RTI de la zone située dans la salle de Droite (D), sur le mur I (I), première ligne (A), sixième colonne (6). De la même façon, le fichier *GIID4G7\_maillage.ply* fait référence au maillage issu du modèle photogrammétrique de la zone comprise entre la quatrième et la huitième ligne (entre 1,2 et 3,2 mètres de hauteur) et entre la quatrième et la septième colonne (entre 1,8 et 4,2 mètres à partir de la gauche) du troisième mur de la salle de gauche. Les orthophotographies issues des modèles photogrammétriques reprennent le même système de nomenclature et sont proposées soit au format TIF, soit au format JPG.

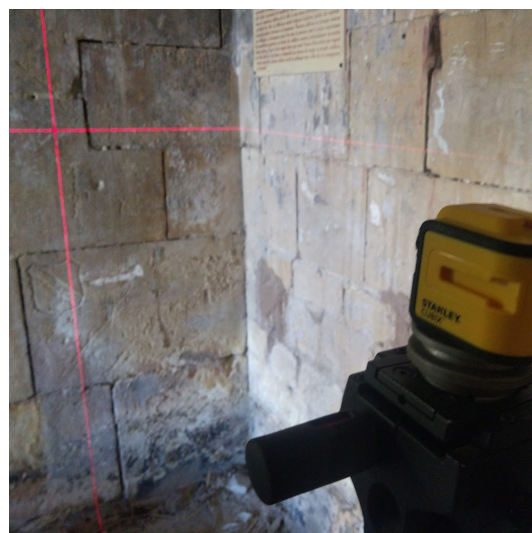


Figure 1



Figure 2

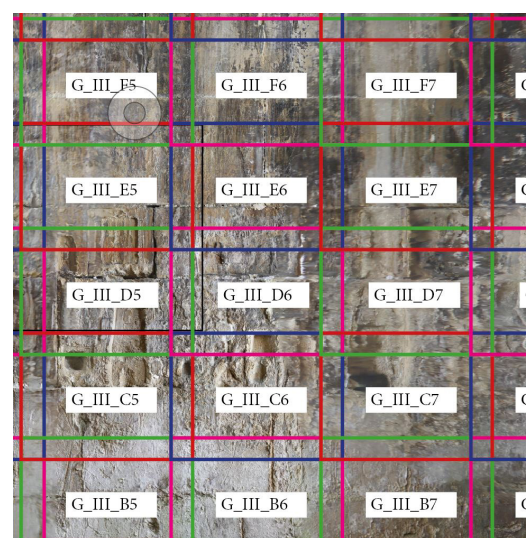
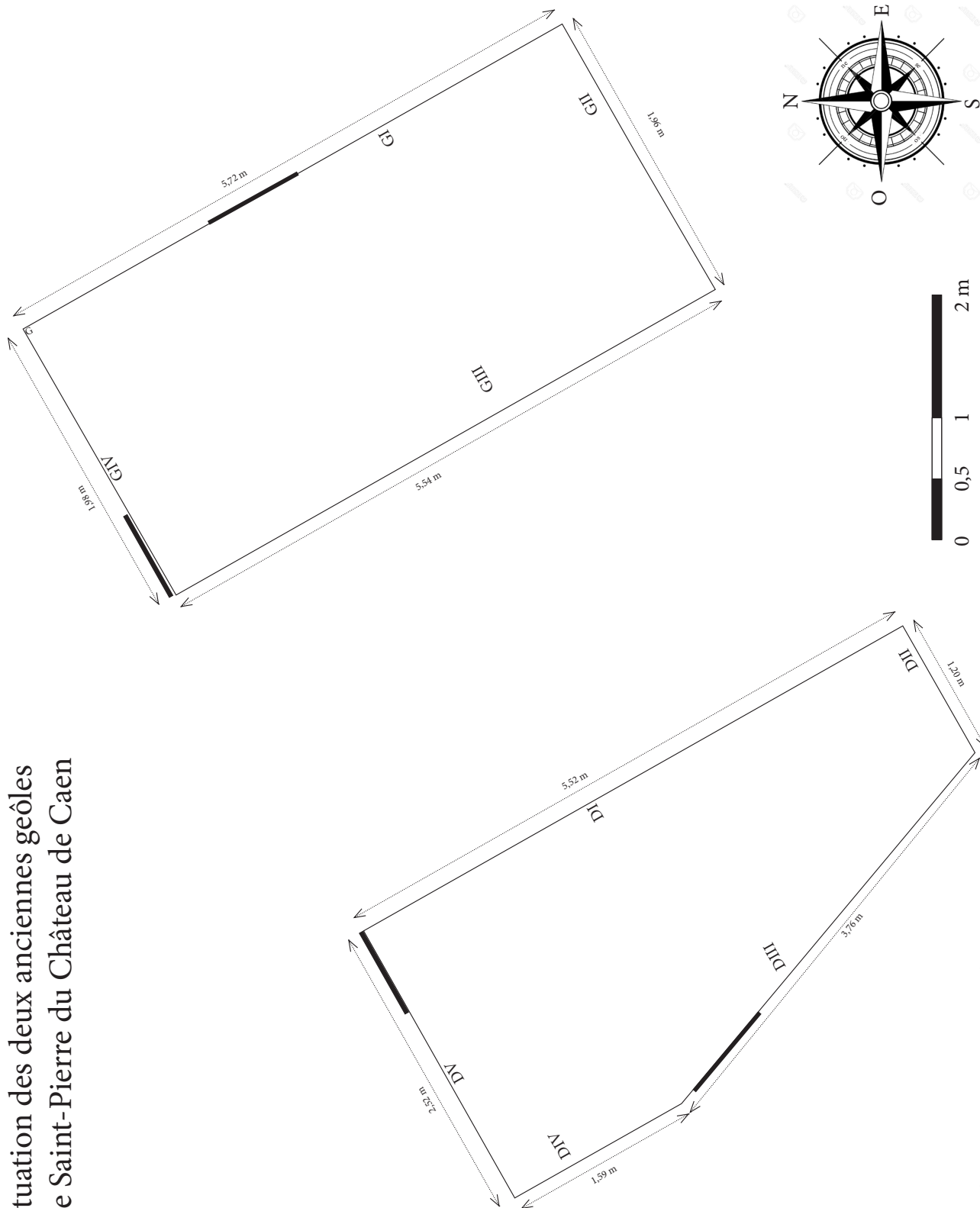


Figure 3

Plan de situation des deux anciennes geôles de la porte Saint-Pierre du Château de Caen



A.Cazin - La Fabrique de patrimoines en Normandie - Mai 2020

### *RTI : Reflectance transformation Imaging*

L'étude préalable de 2018 a permis de retenir la technique de Reflectance Transformation Imaging. Le Reflectance Transformation Imaging (RTI) est une technologie développée au début des années 2000 par le Cultural Heritage Imaging, corporation à but non lucratif consacrée à la préservation du patrimoine par la diffusion de nouvelles technologies. Elle permet de produire une image dynamique à partir d'une série de photographies frontales sous des éclairages artificiels différents. En manipulant la lumière à la souris sur un ordinateur, on peut déceler dans l'image les profondeurs les plus infimes.

Pour réaliser une séquence de prise de vue RTI, nous avons utilisé un dos numérique moyen format Phase One IQ1 muni d'un capteur de 50 MP et équipé d'un objectif Schneider-Kreuznach 80 mm. L'appareil photographique est monté sur un trépied et piloté à distance par un ordinateur. Ceci permet un nommage pertinent des fichiers et un préarchivage des sessions de travail à l'échelle d'une séquence (case élémentaire du carroyage), étape tout à fait intéressante dans un contexte de très nombreuses séquences à réaliser. L'éclairage rasant est obtenu par un flash cobra déporté Profoto A1X. La synchronisation du flash est opérée par un système d'émetteur-récepteur radio. Entre 25 et 50 clichés sont pris à chaque séquence RTI, avec à chaque fois une orientation différente de la lumière. La distance de la source de lumière au centre de la zone étudiée est, autant que possible, constante.

La vitesse de synchronisation des prises de vue est de  $1/125^e$  s. L'ouverture du diaphragme a varié entre  $f7,1$  et  $f10$ , dans une gamme qui permet tout autant une profondeur de champ intéressante et des qualités optiques de l'objectif optimales.

La balance des blancs a été contrôlée avant chaque séquence de prise de vue par une charte QP Card 101 sur le gris moyen. Deux sphères noires (figure 5) montées sur un support équipé d'une échelle de référence (cases de 1 cm) enregistrent à chaque cliché l'orientation de la lumière.

La capture des images et leur post-traitement est réalisée par le logiciel natif de l'appareil photo, Capture One. Hormis le contrôle de la balance des blancs, seule une correction d'exposition a parfois été réalisée sur certains clichés sous-expo-

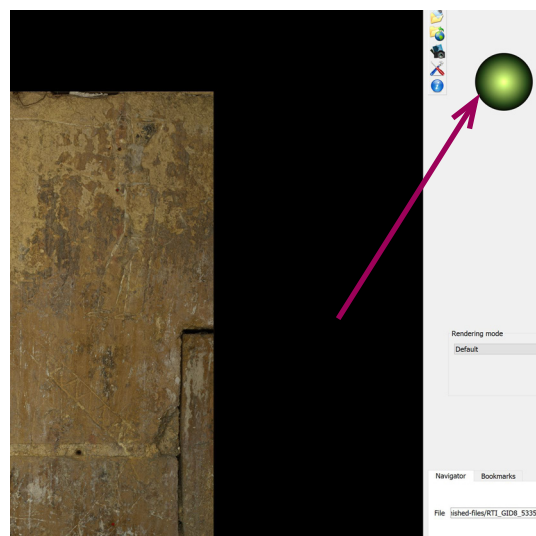


Figure 4



Figure 5



sés du fait d'une orientation extrême de la lumière.

L'export a été réalisé en format JPG, en 300 dpi, en format 4000 x 5335 pixels. Le format natif est de 6208 x 8280 pixels, mais ni le logiciel de traitement des RTI ni le logiciel de visualisation ne supporteraient de tels poids de fichiers. Le logiciel de traitement des RTI est RTI builder. Il est proposé en libre téléchargement sur [http://culturalheritageimaging.org/What\\_We\\_Offer/Downloads/](http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/)

### *Photogrammétrie*

Une étude similaire menée en partenariat avec l'université de Caen-Normandie et la ville de Honfleur sur les graffitis du clocher de l'église Sainte-Catherine de Honfleur a permis de montrer l'intérêt complémentaire que représente la photogrammétrie. Dans ce clocher, les pans de murs étudiés sont peu accessibles et la RTI est difficile à mettre en œuvre. Dans le cas des prisons de la porte Saint-Pierre du château de Caen, certaines zones sont peu accessibles à la RTI : il s'agit des zones au ras du sol, dans les angles et situées à des hauteurs supérieures à deux mètres (figure 9 page 8). De plus, la photogrammétrie permet d'obtenir des modèles référencés où chaque point a des coordonnées spatiales calibrées dont on peut connaître la précision et l'erreur. Ceci permet, entre autres, l'obtention d'orthophotographies et de modèles numériques d'élévation sur lesquels il est possible d'appliquer des lumières artificielles.

La prise de vue photogrammétrique consiste en une série de clichés pris sous une même lumière (figure 6) qui couvrent l'ensemble de la surface à étudier. Deux clichés consécutifs doivent avoir un recouvrement d'au moins 60% (figure 7). Par des calculs de triangulation, le logiciel (dans notre cas Agisoft Metashape) constitue un nuage de points aux coordonnées (x, y, z, R, V, B); Ces point reliés entre eux forment des surfaces : le maillage.

Les zones couvertes par un modèle photogrammétrique sont plus vastes (figure 8) que les zones couvertes par une séquence RTI (généralement 6 à 9 zones élémentaires du carroyage) et nécessitent de 150 à 300 clichés.



Figure 6

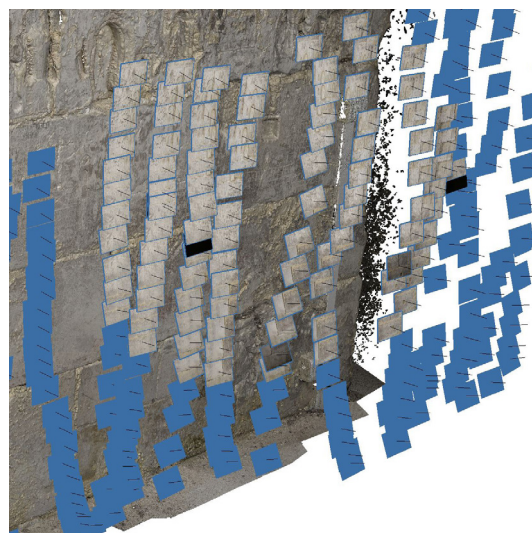


Figure 7



Figure 8

## Déroulé des relevés

### Dates et conditions d'intervention

Le marquage des murs a eu lieu pour l'essentiel le 11 février 2020. Les prises de vue ont eu lieu lors de vingt journées entre le 11 février et le 11 mai 2020. Le traitement des données a été effectué au fur et à mesure et on a été achevées le 14 mai 2020. Des difficultés particulières ont été rencontrées dans la salle de gauche en raison de l'état sanitaire de la pièce (figures 10 et 11). Celle-ci est très poussiéreuse et sujette à des infiltrations d'eau pendant et juste après les épisodes pluvieux. Cet aspect a parfois été limitant pour l'opérateur mais surtout pour le matériel de prise de vue.

### Adaptation à la situation sanitaire exceptionnelle

Le confinement dû à la situation sanitaire exceptionnelle liée à la Covid 19 a tout d'abord interrompu les prises de vue sur site, qui n'avaient commencé que depuis peu. Une concertation entre les services de la Ville de Caen et la Fabrique de patrimoines ont permis de garantir un accès au site pendant la période du confinement. Cette configuration a permis une avancée des travaux plus rapide qu'en temps ordinaire.

La mise en ligne via le serveur de la Fabrique de patrimoines a également permis de s'affranchir des contraintes liées à la situation sanitaire et a permis de fournir, en ligne, les résultats au fur et à mesure de leur traitement.



Figure 9



Figure 10



Figure 11



## Résultats

### Architecture des données

Les données sont disponibles en ligne sur <http://pdf.lafabriquedepatrimoines.fr/PCR/>. L'architecture des dossiers et fichiers est la suivante:

Documentation  
 Nomenclature  
 Plan de situation  
 Rapport

Salle Droite

Mur I

RTI

DIA2

RTI\_DIA2\_3553.rti

...

...

3D

DIAIC3\_maillage.ply

DIA1C3\_ortho.tif

...

Ortho JPG

DIA1C3.jpg

...

Mur II

RTI

3D

...

Salle Gauche

Mur I

MurII

...

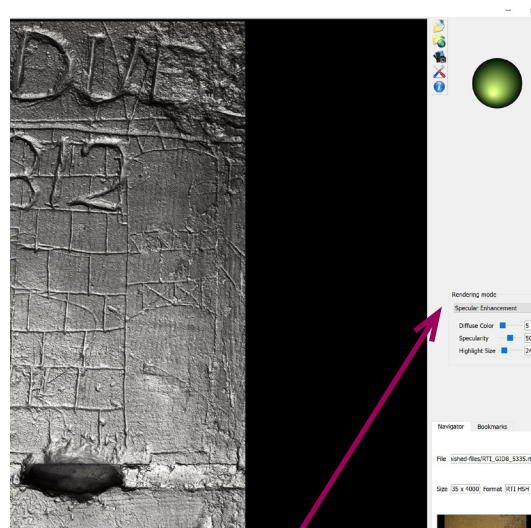


Figure 12

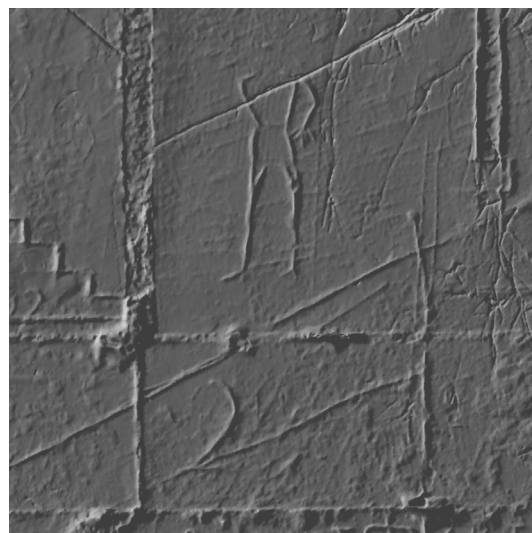


Figure 13

Au total 18700 clichés ont été pris permettant de générer 217 séquences RTI et 39 modèles photogrammétriques.

### Visualisation des données

Un fichier RTI peut être exploité grâce au logiciel libre RTI viewer disponible en téléchargement ici [http://culturalheritageimaging.org/What\\_We\\_Offer/Downloads/](http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/). Le mode de rendu (rendering mode, figure 12) «Specular Enhancement» permet de gagner encore en performance de détection de petits reliefs.

Il est à noter que des exports de vue 2D en format JPG correspondant à la définition des fichiers sources est possible.

Une exploitation directement en ligne est possible, mais nécessite des post-traitements supplémentaires. Une telle visualisation sur un navigateur Internet est tout à fait responsive mais ne permet pas tous les modes de visualisation et les réglages fins proposés par le logiciel Viewer. Un fichier .ply (maillage issu d'un modèle photogrammétrique) peut être visualisé directement dans les dernières versions du système d'exploitation Windows. Il est également possible de les visualiser grâce au logiciel libre Meshlab (figure 13). ce dernier permet de générer des lumières artificielles.