



HAL
open science

Photogrammétrie et étude du bâti des fortifications de Port-Louis : Le bastion de la Brèche campagne 2016

Nicolas Morelle

► **To cite this version:**

Nicolas Morelle. Photogrammétrie et étude du bâti des fortifications de Port-Louis : Le bastion de la Brèche campagne 2016. [Rapport de recherche] archeocartographie. 2016. halshs-01519461

HAL Id: halshs-01519461

<https://shs.hal.science/halshs-01519461>

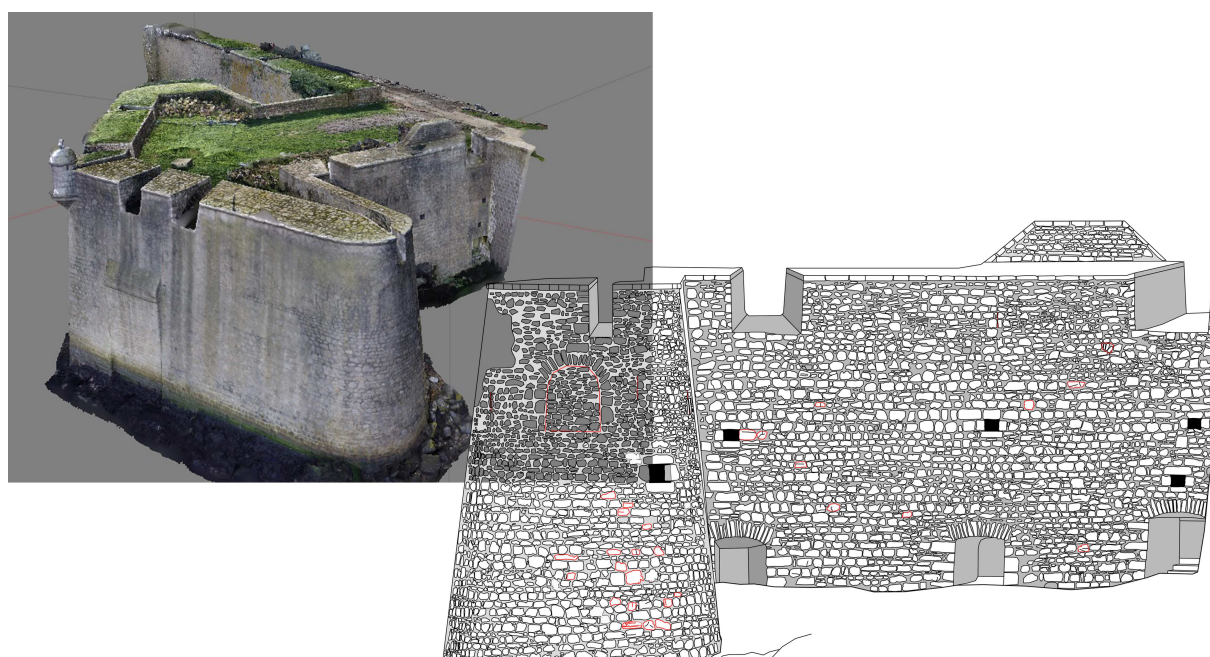
Submitted on 7 May 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Photogrammétrie et étude du bâti des fortifications de Port-Louis

Le bastion de la Brèche
campagne 2016



Musée national
de la Marine

Nicolas Morelle, Aix-Marseille Université, CNRS, LA3M - UMR 7298, 13094 Aix-en-Provence,
France & Ceias EHESS - UMR 8564 Paris

Illustrations de couverture : Vue du modèle 3D du bastion de la brèche et vectorisation de l'élévation de l'orillon Ouest.

"L'utilisation des données du rapport de fouilles est régie par les dispositions du code de la propriété intellectuelle concernant la propriété littéraire et artistique. Les prises de notes et les photocopies sont autorisées pour un usage exclusivement privé et non destiné à une utilisation collective (article L122-5 du code de la propriété intellectuelle). Toute reproduction du texte, accompagnée ou non de photographies, cartes ou schéma, n'est possible que dans le cadre de courte citation, avec les références exactes et complètes de l'auteur et de l'ouvrage.

Toute utilisation des données du rapport à des fins lucratives est interdite en vertu de l'article 10 de la loi modifiée du 17 juillet 1978 relative à l'amélioration des relations entre l'administration et le public. Le non-respect de ces règles constitue un délit de contrefaçon puni par l'article 425 du code pénal."

"The use of data of archaeological report is ruled by the provisions of the Intellectual Property Code on the literary and artistic property. Photocopies are allowed for private use only and not for collective use (Article L122-5 of the Intellectual Property Code). All reproduction of the text, with or without photographs, maps or scheme is possible within short quotation, with accurate and complete reference of the book and author(s). Any use of the report data for profit is prohibited according to Article 10 of the Law of the 17 July 1978 regarding of the improvement of relations between the administration and the public. Failure to respect with these rules constitutes copyright infringement punishable under article 425 of the Criminal Code. "

Je remercie le Musée national de la Marine et Anne Belaud de Saulce, administrateur du musée de Port-Louis, pour son aide à mettre en place l'étude et son soutien au projet scientifique, également Henry Masson, Conservateur régional des Monuments Historiques, DRAC Bretagne, pour son autorisation à effectuer nos recherches et nos relevés sur la citadelle. Je remercie aussi le Service Historique de la Défense et le conservateur en chef de l'antenne de Lorient, Jean-Claude Leroux. De nombreux documents sont encore en cours de numérisation afin de rendre les archives militaires de Port-Louis accessibles sur d'autres supports.

Je remercie Diego Mens, Conservateur des antiquités et objets d'art au conseil départemental du Morbihan, et Nicolas Faucherre, directeur du LA3M, UMR 7298-CNRS à Aix-en-Provence, pour leurs soutiens et leurs disponibilités.

Finalement, je tiens à remercier nos collègues chercheurs Benjamin Egasse et l'association 1846 avec Lionel Duigou et Patrick Jadé. Nos échanges fructueux m'ont permis d'améliorer ma compréhension du site et des éléments défensifs comme pour le contexte de la fortification régionale.

PRESENTATION ADMINISTRATIVE

1.1. FICHE SIGNALÉTIQUE

IDENTITE ET LOCALISATION DU SITE (cf. plan et carte)

Site : Bastion de la Brèche, citadelle de Port-Louis

Région : Morbihan, Bretagne, France

Commune : Port-Louis

Coordonnées GPS WGS84 :

N : 47°42'39.23

O : 3°21'47.86

Altitude : 2 m

Propriétaire du terrain: Musée de la Marine, musée.

Protection juridique: Monuments Historiques.

IDENTITE ET CARACTERISTIQUES FINANCIERES ET TECHNIQUES DE L'OPERATION

Autorisation écrite en date du 06/01/2016 Au : 03/02/2014 par le musée national de la Marine (cahier des charges)

Titulaire : N. Morelle, Organisme de rattachement : LA3M, UMR 7298 CNRS/UNIVERSITE AIX-MARSEILLE

Motif de l'opération : Programme de relevé par photogrammétrie et étude du bâti du bastion de la Brèche.

Architecture militaire moderne. Défense des côtes.

Surface étudiée : 1962.44 m²

Type opération : Mission programmée de relevé du bâti.

Financements : Musée national de la Marine (100 %)

RESULTATS SCIENTIFIQUES

Mots clés Chronologie : Période moderne : guerre de la Ligue (1591) à la seconde guerre mondiale, mur de l'Atlantique (1944)

Vestiges immobiliers : Murs, bâtiments, ensemble fortifié (bastion, ouvertures de tirs, parapets, courtine).

Vestiges mobiliers : socle en pierre, métal.

Commentaire : Relevé et étude de la fortification du bastion de la brèche de la citadelle de Port-Louis : monographie, chronologie et plan.

Archéologie du bâti et de la construction : architecture, techniques et matériaux, archéométrie.

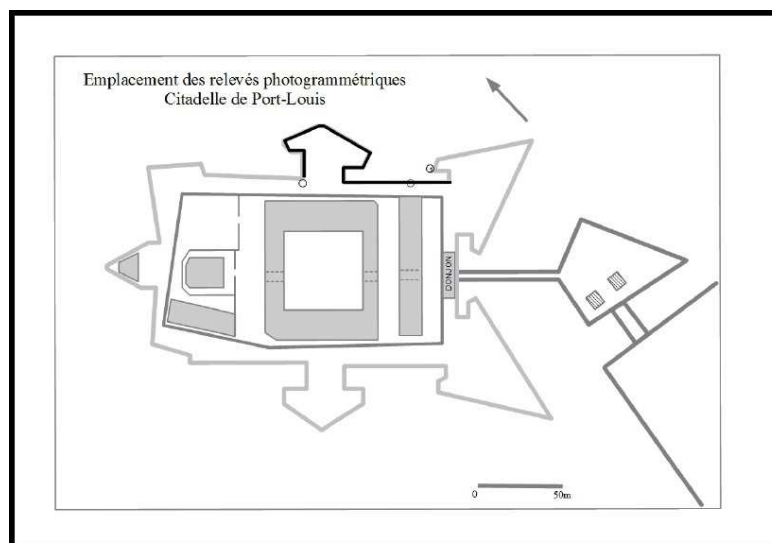
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU RAPPORT DE MISSION

Année : 2016, Auteurs : MORELLE Nicolas.

Titre : Photogrammétrie et étude du bâti des fortifications de Port-Louis, Le bastion de la Brèche, campagne 2016. Nb volumes : 1 Nb pages : 86 Nb figures : 20 (intégrées)

Musée national de la Marine – Cahier des charges – 06/01/2016

Cahier des charges relatif au relevé photogrammétrique des fortifications de la rade de Lorient



Objectifs :

Les abords de la rade de Lorient recèlent une concentration exceptionnelle de fortifications, majoritairement datées du XVII^e au XX^e siècle.

Dans le cadre d'une mise en réseau de ces fortifications, il paraît important de constituer une base de données documentaire, en préalable à une mise en valeur touristique.

Ce travail sera de deux ordres :

- recherche documentaire historique et scientifique
- relevé photogrammétrique des fortifications

Les images obtenues dans ce dernier cas pourront être retravaillées de façon à être diffusées auprès du grand public.

Fortifications retenues :

Dans un premier temps, ces recherches seront engagées sur les sites de Port-Louis, Gâvres et Locqueltas, qui forment un ensemble cohérent destiné à la surveillance et à la défense de l'entrée de la rade de Lorient.

Programme 2016 :

En 2016, c'est la citadelle de Port-Louis qui fera l'objet d'un relevé photogrammétrique, en raison du niveau d'avancement des études documentaires.

Localisation :

Le relevé sera effectué sur les zones restaurées par les monuments historiques à partir du mois de septembre 2016 : bastion de la Brèche, courtine entre la Brèche et Desmouriers.

Attendus :

La courtine et le bastion décrits ci-dessus devront être relevés en intégralité (parements externe et interne, sommet) afin de connaître le détail de tous les éléments architecturaux et les éventuelles reprises, traces anciennes, ou tout autre détail relatif à des états anciens du bâtiment.

Un rendu pierre à pierre devra être réalisé et les plans, rendus à une échelle appropriée et facilement exploitable, devront comporter des indications altimétriques (NGF).

De plus, une restitution virtuelle de la zone relevée devra être proposée.

Les résultats devront permettre de différencier différentes phases de construction, et être replacés dans le contexte local ou supra-local des époques considérées. Une mise en perspective avec des plans ou documents anciens sera appréciée.

Délais et format :

L'intervention sera programmée en février 2016, le rapport rendu au plus tard le 30 juin. Le rapport sera constitué de quatre exemplaires papiers et d'une version numérique sous format compatible. Les documents photographiques seront réalisés en haute définition et les documents numériques seront réalisés dans l'objectif d'être exploités à des fins de diffusions sur tous supports numériques à destination d'un large public.

Propriété des données :

Les données produites à cette occasion pourront être utilisées en intégralité et sans autorisation par le ou les porteurs de projet à des fins d'utilisations scientifiques, de vulgarisation ou commerciales. Le nom de l'auteur sera mentionné dans tous les cas.

Photogrammétrie et étude du bâti des fortifications de Port-Louis

Le bastion de la Brèche

SOMMAIRE

Introduction	p. 8
Histoire du site (et du bastion de la brèche)	p. 10
<i>Introduction</i>	p. 10
<i>La Compagnie des Indes et le développement du réseau défensif de la rade de Lorient aux XVII-XVIIIèmes siècles</i>	p. 13
<i>La citadelle de Port-Louis du XIXème siècle à la seconde guerre mondiale</i>	p. 16
<i>Travaux récents</i>	p. 17
Etude du bâti du bastion de la Brèche	p. 19
<i>Les flancs du bastion</i>	p. 26
<i>Les parapets</i>	p. 27
<i>Le front du bastion</i>	p. 39
<i>La courtine Nord-Est</i>	p. 40
Méthodologie du relevé	p. 44
Conclusion	p. 49
Bibliographie	p. 50
CV & Bio	p. 57
Planches : plans, coupes, élévations et analyse du bâti	p. 67

Introduction

En octobre 1590, les troupes espagnoles de la Ligue promises par Philippe II débarquent dans les estuaires de la Vilaine et de la Loire pour assister le duc de Mercoeur (10 000 hommes commandés par Don Juan del Aguila) remontent la côte sud de la Bretagne et s'installent à Blavet afin d'établir une tête de pont pour les interventions militaires dans les terres. Ils fondent le fort de Blavet qui deviendra la citadelle de Port-Louis à partir des années 1630.

La qualité stratégique de la presqu'île reliée au continent par un isthme étroit, facile à retrancher, dominant un étranglement du chenal d'accès à une rade formée par l'embouchure de trois rivières (Scorff, Blavet, Ter) est reconnue depuis la fin du moyen âge. Elle renferme des anses bien abritées constituant autant d'excellents mouillages ; en venant du large, on accède à la rade par deux chenaux qui aboutissent tous deux à la passe de la citadelle de Port-Louis, véritable goulet et point de passage obligatoire¹.

Suite à plusieurs rencontres avec Anne Belaud de Saulce, administrateur du Musée de la Marine de la citadelle de Port-Louis et avec l'accord d'Henry Masson, conservateur régional des Monuments Historiques à la DRAC Bretagne, il a été jugé utile de commencer un relevé photogrammétrique d'un bastion de la citadelle avant les travaux de restauration sous la direction de Marie-Suzanne de Ponthaud, architecte en chef des Monuments Historiques. En effet, la captation volumétrique par photogrammétrie permet d'enregistrer très précisément les volumes de maçonnerie et les textures permettant la création des orthophotographies puis des plans/coupes/élévations. Ces documents vectorisés en pierre à pierre sont nécessaires dans le cadre de l'étude archéologique souhaitée par le musée.

Dans la zone non restaurée, le bastion de la brèche a été sélectionné pour l'étude 2016 en raison de sa taille plus modeste que le grand bastion Desmourier pouvant faire l'objet d'une future campagne.

Ce rapport rend compte de nos recherches sur l'histoire du site et sur l'évolution de la défense de la citadelle à travers les traces archéologiques encore visibles sur les maçonneries. Il permet d'isoler plusieurs phases bien précises allant du XVII^e siècle jusque dans les années 1960.

Ainsi, nous pouvons contribuer à l'orientation des travaux de restauration en apportant quelques éléments jugés importants pour les travaux de recherche scientifique et pour la mise en valeur des vestiges.

Les éléments techniques (modélisation 3D du bastion et les plans et élévations vectorisés) sont exploitables pour la médiation du musée et la mise en valeur du site.

La mise en œuvre de cette opération d'étude photogrammétrique et archéologique est liée à un travail de sensibilisation mené par le Musée de la Marine de la citadelle de Port-Louis. Les

¹ LISCH, 1986.

contacts fructueux avec le musée, l'architecte en chef et les chercheurs, Benjamin Egasse, Nicolas Faucherre, Patrick Jadé et Lionel Duigou ont permis de mener à bien notre étude.

L'intervention sur le terrain fut dédiée au relevé photogrammétrique et topographique du bastion de la brèche. Il a été choisi d'intervenir au début du mois de Février en raison de la grande marée et afin d'éviter un ensoleillement créant un contraste trop élevé pour les photographies. Les heures de marée basse coïncidaient avec des horaires de milieu de matinée, adaptés à la prise de vue photogrammétrique avec une lumière neutre. Le 8/02/2016, nous avons subi quelques difficultés pour effectuer les photographies à la perche en raison de la tempête (vent 147 km/h sur la rade de Lorient).

La topographie fut effectuée par cheminement depuis le port de Port-Louis à l'aide d'un TS-06 Leica adapté à la visée sans prisme sur une grande longueur. Nous avons du modifier le cheminement en raison de la construction récente d'un nouveau bâtiment sur le port.

Les photographies sont ensuite traitées sur des logiciels de photogrammétrie pour créer le modèle 3D du bastion. Les orthophotographies sont ensuite extraites du modèle puis importées dans un logiciel de dessin vectoriel. Les observations effectuées sur le terrain sont ensuite ajoutées sur les élévations et le plan.

Suite à une étude historique de la citadelle et du bastion avec l'analyse des sources retrouvées en archives², celles publiées et des sources secondaires, on s'attachera tout d'abord à l'examen des bases du bastion et ses fondations apparentes. On abordera ensuite l'examen des élévations et de la coupe puis de la plate-forme et des parapets. On discutera de la datation envisageable pour chacune des phases.



² L'histoire de Port-Louis s'appuie essentiellement sur les travaux d'Henri-François Buffet, archiviste d'Ille-et-Vilaine. LISCH, 1988. Il y a peu d'archives conservés en raison de l'incendie du XIXème siècle à Lorient ainsi que des bombardements de 1943 à 1944 ayant ravagés les archives de Lorient comme celles du SHD.

Histoire

Au Moyen-Age, Blavet était connu par les marins français, espagnols, anglais, flamands, allemands et hollandais comme « l'un des bons et célèbres havres de l'Europe » comme l'attestait le duc François II de Bretagne³. Les ducs de Bretagne utilisent le havre de Blavet comme mouillage pour leur « marine de galées » à la fin du XIIIème siècle, et Bertrand du Guesclin s'y embarque pour l'Angleterre en 1352. En 1486, le duc de Bretagne, François II, fait visiter le lieu dans l'objectif d'y développer un port de commerce et une ville. Les Blavétins se livraient alors au commerce des vins, des grains et des poissons avec la Guyenne principalement⁴. La première fortification ne fut qu'un simple aménagement des obstacles naturels de la position qui fut organisée militairement jusqu'à la seconde guerre mondiale⁵.

Situé sur la presqu'île de Port Louis par un socle granitique de chaque côte de l'isthme formant deux ports naturels Drias-Ker au Nord et Pen-Run au sud-est. Blavet fut pillée et détruite par l'armée du duc de Mercoeur gouverneur de Bretagne le 11 Juin 1590⁶.

En octobre 1590, les troupes espagnoles de la Ligue promises par Philippe II débarquent dans les estuaires de la Vilaine et de la Loire pour assister le duc de Mercoeur (10 000 hommes commandés par Don Juan del Aguila) remontent la côte sud de la Bretagne et s'installent à Blavet afin d'établir une tête de pont pour les interventions militaires dans les terres. Ils resteront huit ans.

Le fort de l'aigle⁷ est construit à partir de Décembre 1590, sur un plan de Cristobal de Rojas. Le fort sert alors de point de repli en bord de mer mais aussi de base de départ pour les actions militaires dans les terres avec l'approvisionnement du fort par l'Océan contrôlée par la puissante flotte espagnole. La défense est donc orientée vers les terres pour se défendre en cas d'attaque par l'armée française.

Le fort est bâti sur un affleurement rocheux à un emplacement stratégique pour contrôler la rade face à Lorient. L'absence de terres sur le lieu de construction impose l'élévation de voûtes pour soutenir le rempart⁸. Le fossé inondable séparant le fort de la terre est en cours de creusement en février 1591.

Le front de terre est alors proche de sa forme actuelle avec les prémices du donjon d'entrée ainsi que les bastions Desmourier et de Groix dans une forme visible uniquement sur le plan de 1591. Les bastions à orillons et la fortification bastionné ou tracé à l'italienne sont déjà connus des Français depuis François Ier et ses travaux à Turin de 1536.

³ BUFFET, 1962, p. 6.

⁴ BUFFET, 1962, p. 7. EGASSE, 2013, p. 2.

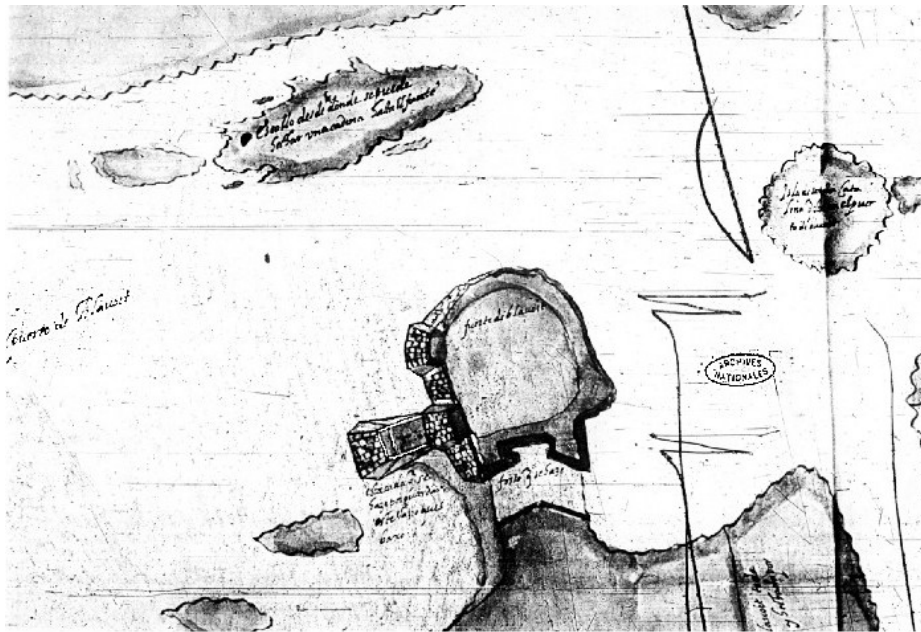
⁵ LISCH, 1988.

⁶ FAUCHERRE, 1998, p. 160.

⁷ L'ensemble de la citadelle fut classé au titre des Monuments Historiques par arrêté du 29 Avril 1948. Elle est la propriété du Ministère de la Défense et est actuellement occupée par l'Etablissement Public du Musée de la Marine, le musée de la Compagnie des Indes (ville de Lorient) et la vigie de la Marine Nationale.

⁸ Un mémoire établi lors du départ des Espagnols décrit : « la fortification de la teste consiste en deux boulevards et une courtine et contient 2700 cubes de maçonnerie compris les fondations. Il signale aussi les logements pour les soldats, deux corps de garde, la chapelle et un pont. »

L'étude du bâti et les sondages archéologiques sont alors nécessaires pour approfondir nos connaissances sur ces premiers bastions et définir de possibles travaux de réaménagements des bastions en 1618 (rechemisage ?).



Plan of the fort and city of Blavet - february 1591- Archives de Simancas - Archives nationale, Paris

Fort de Blavet, février 1591, archives de Simancas et archives nationale de Paris⁹.

Le maréchal de Brissac considérait depuis 1598 le fort de l'aigle comme inestimable et l'acheta en 1611 pour son fils François, à Alexandre de Rohan, marquis de Marigny, mais en raison des risques qu'elle présentait, sa destruction fut ordonnée par Henri IV¹⁰. Le duc de Brissac démolit alors les fronts de mer, ne conservant que le front de terre (bastions de Groix et Desmourier ainsi que le donjon).

En 1616, sur les conseils de Richelieu, Louis XIII fait effectuer des visites de Blavet pour établir la valeur défensive de la place avant de se décider par lettre patente du 17 Juillet 1618 à faire réédifier le fort de Blavet sous le nom de Fort-Louis et le faire ainsi entrer dans le giron royal¹¹. Symbole de la puissance royale, l'appropriation du littoral par Louis XIII devient importante.

Le donjon est un héritage de la formule défensive médiévale encore très présente dans la fortification bastionnée du XVIème siècle et du début du XVIIème siècle.

La déclaration du havre de Blavet, rédigé lors de la rétrocession de la place au roi de France en 1598¹² indique clairement l'importance défensive du front de terre par rapport au front de

⁹ Le plan de Simancas de la citadelle d'origine me paraît le plus réaliste car le trait de côte représenté sur la carte est le plus fidèle à la réalité.

¹⁰ BUFFET, 196, p. 9. FAUCHERRE, 1998, p. 160.

¹¹ EGASSE, 2013, p. 13. LISCH, 1988 : Le rapport des commissaires spéciaux dont l'ingénieur Alleaume du 17 Juillet 1618, met en avant les avantages stratégiques évidents du site, la sûreté de la rade afin de rendre nécessaire la reprise du lieu par le roi et sa fortification de la place laissée ruinée et à l'abandon depuis plus de 10 ans.

¹² Signature de la paix de Vervins.

mer peu défendu : "la fortification de la teste consiste en deux boulevards et une courtine et contient 2700 cubes de maçonnerie compris les fondations".

Une partie de la place fut démolie lors du passage des Espagnols aux Français¹³ et seuls les bastions du front de terre restent en élévation avec une chapelle et une caserne accolés (ces bâtiments n'existent plus aujourd'hui, étaient-ils liés au donjon ou proche de la gorge des bastions ?).

Comme le souligne Benjamin Egasse, peu d'informations sont disponibles à propos de ce premier fort et les avis divergent quant à sa forme exacte. Les autres ports de Bretagne sont fortifiés à la même période avec l'ajout des bastions à la Mercoeur (Concarneau, Brest, Saint-Malo, Vannes,...) et des tours à canons.

En 1618, Louis XIII fait de Blavet une puissante place forte¹⁴ dans le giron royal en la nommant Port Louis et en commanditant l'édification d'une citadelle puissante par Jacques Corbineau, architecte du roi¹⁵, sur le modèle de Pagan¹⁶ (avec les architectes Léonard Malherbe et René Le Meunier). La construction terminée en 1621 fait de Port Louis la base de l'armée navale du roi. Le parti suivi par Jacques Corbineau pour achever la citadelle, contraste, par l'exiguïté des bastions avec l'ampleur des bastions espagnols. L'architecte a voulu faire du tracé bastionné comme le montrent les bastions des Chambres et de la Brèche, mais il ne le maîtrisait pas suffisamment pour l'adapter au terrain, d'où la mauvaise orientation de l'orillon Ouest répondant plutôt à la nécessité du flanquement du flanc Ouest qu'au respect du tracé symétrique des orillons du bastion. L'échelonnements en profondeur de la défense construite à l'extrémité de la place du grand bastion et l'Irrégulier avec son angle rentrant¹⁷ n'ont de bastions que le nom et manifestent le souci d'occuper le plus de terrain possible découvert à la basse mer que celui du respect de la géométrie des flanquements. Le tracé en as de pique des bastions de la brèche et des chambres évoquent les dessins illustrant les traités théoriques de fortification enseignés par les Jésuites. Il devait donner à la citadelle de Port-Louis une image de marque, celle d'une place forte, symbole de la puissance royale.

La construction d'une demi-lune avec son pont dormant en pierre, le fossé, la contrescarpe et le glacis renforçant le front de terre est décidée en 1636¹⁸ en réaction aux craintes d'un débarquement espagnol sur les côtes bretonnes. En parallèle, la ville se dote d'une fortification urbaine reliée à la citadelle par le bastion Saint-Nicolas en 1642.

Les bastions Desmourier et de Groix sont construits sur les anciens bastions espagnols et ils s'adaptent au tracé bastionné et au plan de feu de la nouvelle citadelle avec le flanquement des bastions Nord et Sud (de la Brèche et des Chambres). La citadelle protège une place d'arme

¹³ Le maréchal de Brissac engagea la destruction partielle de la citadelle espagnole à la demande d'Henri IV.

¹⁴ La construction fut estimée entre 500 000 et 700 000 livres.

¹⁵ BRAGARD, 2008, p. 134 : En effet, Jacques Corbineau était architecte civil mais ne faisait pas partie du corps d'ingénieurs spécialistes regroupés dès 1604 dans la Surintendance des fortifications du royaume. Il n'est pas anodin de trouver des architectes civils dans la construction militaire avant 1650, car c'est seulement après cette date que la profession se militarise progressivement et se cloisonne. Au point de vue technique, le rôle de fortificateur est alors réservé aux ingénieurs militaires.

¹⁶ Le roi Louis XIII décida de conserver le fort et que "le dit lieu Blavet soit retranché, fossoyé, fermé de murailles, bastions et remparts et dorénavant appelé Fort-Louis."

¹⁷ LISCH, 1988.

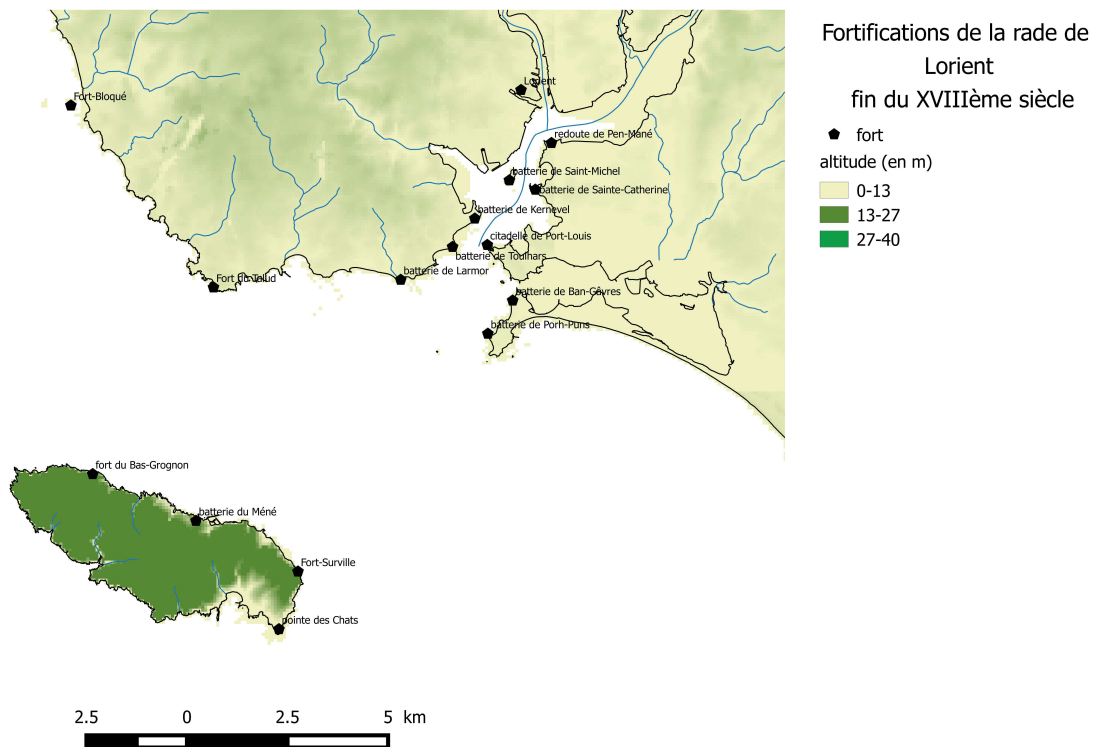
¹⁸ Il fallut attendre la guerre de Trente ans et l'arrivée de Charles II de la Porte de la Meilleraye à la gouvernance de Port-Louis en 1636 et de son ingénieur Destouches pour que le chantier de la citadelle de Port-Louis soit achevé.

centrale et quatre casernes. La chapelle Saint-Louis, accolée du logis du Major, furent construits en symétrie du logis du Gouverneur, esquissant ce qui deviendra plus tard la longère.

Ces bastions pleins à orillons ont été peu modifiés par la suite mis à part le parapet et les niveaux de tirs étroitement liés aux évolutions de l'armement. Certaines ouvertures de tir ont une mise en oeuvre spécifique avec l'utilisation de briques plates. Il y a eu également un réaménagement massif des parapets par le Génie vers 1947. Le plan est proche de celui des bastions de Bayonne (qui incarne le premier système de Vauban où les feux de deux flancs se croisent devant la courtine¹⁹).

Toutefois, le bastion de la brèche a été reconstruit suite à une brèche provoquée par l'attaque du duc de soubise en 1625 dans la rade. L'étude du bâti renseigne cette reconstruction.

La Compagnie des Indes et le développement du réseau défensif de la rade de Lorient aux XVII-XVIIIèmes siècles



¹⁹ Les bastions reprennent le modèle connu et déjà bien diffusé en Europe de l'Ouest depuis la fin du XVIè s. grâce notamment aux nombreux traités de fortification et de géométrie circulant à cette période (Jean Errard, *La fortification réduite en art et démontrée*, 1600). Ces principes seront repris plus tard par Vauban entre autres. Ainsi la ligne de défense entre les fronts des bastions est très rapprochée pour la portée moyenne de l'arquebuse. Les bastions et courtines ont une hauteur de plus de 15 mètres pour en rendre l'escalade difficile (des apports de terre importants ont été effectués dans la citadelle pour édifier la fortification à bonne hauteur au dessus du rocher naturel).

La citadelle de Port-Louis témoigne donc d'une fortification bastionnée attachée au XVI^{ème} siècle, bien avant les courants de Vauban de la seconde moitié du XVII^{ème} siècle.

Dans la seconde moitié du XVII^{ème} siècle, l'importance stratégique du littoral breton évolue proportionnellement au développement des activités de la Marine royale d'une part, et de la Compagnie des Indes d'autre part²⁰. Dans la logique des idées mercantilistes, ces acteurs sont placés au cœur de la politique des puissances maritime initiée par Richelieu et développée par Colbert. Afin de disposer d'une capacité de projection, de prendre une place dans le lucratif commerce international avec le lointain, et d'assurer la protection de ses intérêts sur mer, la France doit se doter d'une flotte de guerre moderne et favoriser l'armement de navires marchands. En termes d'innovation et de réalisation, l'effort à fournir en quelques décennies apparaît considérable. Il s'agit d'abord de se doter d'outils industriels adaptés à la construction et à la réparation navale, puis de mettre en œuvre une importante production de vaisseaux. Directement ouvertes sur les routes océaniques et relativement à l'écart de l'Angleterre, les côtes atlantiques du royaume deviennent rapidement le lieu où se joue ce défi. Par la volonté de l'Etat monarchique, les ports et arsenaux de Brest et de Lorient acquièrent une envergure de premier ordre, tandis que celui de Rochefort est créé en 1666, puis se développe de façon fulgurante en une quinzaine d'années.

La défense de Port-Louis est jugée suffisante²¹ pour accueillir et protéger la Compagnie française des Indes Orientales créée en 1664²² et le commerce international vers Lorient. Pourtant l'évolution de la poliorcétique et de l'art du siège (notamment sous Vauban avec les travaux d'approche par contrevallation) ainsi que l'évolution de l'artillerie de marine, vont affaiblir le potentiel défensif de Port Louis²³. Afin de contrer la menace depuis la terre par les ajouts de fortification hors les murs de la citadelle et contenir la menace autrement plus sérieuse depuis la mer, on renforce le système défensif de la rade de Lorient en perfectionnant l'artillerie de la place forte afin d'offrir des tirs de longue portée sur les rades pour répondre aux bombardements des navires et interdire des débarquements par des feux rasants sur l'eau (pour atteindre la ligne de flottaison d'un navire) et des tirs à boulets ramés (2 boulets reliés par une chaîne ou une barre pour briser les mâtures et gréements).

²⁰ CERINO, 2007.

²¹ Vauban émet pourtant un jugement négatif de la citadelle construite par Corbineau, avec son plan peu adapté aux normes défensives. Il tempère toutefois son jugement au vu de la qualité de la défense naturelle du lieu.

²² FAUCHERRE, 1998, p. 188. C'est l'aspect sécuritaire du Blavet qui a décidé la Compagnie des Indes à s'établir sur les rives du Scorff. Le site est favorable grâce à une belle rade. Le mouillage est utilisé depuis des siècles par les caboteurs et les navires marchands qui viennent relâcher. La rade est verrouillée du côté de la mer avec la citadelle de Port-Louis. La compagnie bénéficie de la grande enquête de Colbert à la recherche d'un site pour établir un nouvel arsenal sur la côte atlantique. La commission du Chevalier de Clerville avait émis un avis favorable. Colbert choisit le site de Rochefort pour la marine de guerre. Sous la pression du duc de Mazarin, gouverneur de Port-Louis et lieutenant général du roi en Bretagne, principal actionnaire de la Compagnie, c'est l'estuaire du Blavet qui est retenu par Colbert pour le commerce des Indes. Il pourra aussi disposer d'un arsenal auxiliaire pour la marine du roi entre Brest et Rochefort. La côte Sud de la Bretagne est à cette époque plus sûre que la côte de la Manche et permet d'éviter les croisières ennemies et les corsaires, avantage confirmé pendant le règne de Louis XIV.

²³ Vauban visite la citadelle en 1683 et préconise un remaniement des batteries hautes du front dominant la passe d'entrée (Irrégulier et Camus). En effet, elles étaient trop élevées pour pouvoir plonger sur les bâtiments qui, à cet endroit, rasaient l'escarpe de la citadelle. Il demandait aussi l'établissement d'une batterie en fausse braie au pied du grand bastion pour battre à fleur d'eau les vaisseaux entrants dans la rade (le projet ne fut pas réalisé). Il demande la construction d'un magasin à poudre en 1684. Vauban s'attache beaucoup plus à la défense avancée de la rade qu'à celle de Port-Louis et Lorient. Il ne croyait pas à l'éventualité d'une attaque par mer de la citadelle et donc de Lorient. La citadelle convenablement armée de 25 pièces de canons et quelques mortiers possédait une supériorité évidente sur les vaisseaux ennemis. Il renforça les défenses avancées en demandant l'établissement de batteries revêtues aux pointes de Gavres et Loqueltas. LISCH, 1988.

L'arsenal est d'abord créé pour la Compagnie des Indes puis la Marine l'utilise intensément à partir de la guerre de la ligue d'Augsbourg, avant d'en prendre totalement le contrôle de 1703 à 1719.

L'axe commercial Nantes-Lorient-Brest est particulièrement important car il permet de fournir aux arsenaux les matières premières en provenance de la Loire (bois, chanvre) et jusqu'en 1734, les marchandises de la Compagnie des Indes sont acheminées de Lorient à Nantes pour y être vendues. En 1719 la Marine royale abandonne Lorient, relayée par une nouvelle Compagnie des Indes avec de nombreuses retombées locales et l'accroissement des activités de cabotage.

A partir de 1719, la nouvelle compagnie des Indes est mieux capitalisée et permet des valeurs annuelles de vente de treize à vingt millions de livres tournois en temps de paix pour tomber à neuf – quatre millions en temps de guerre. Ces chiffres estimés par Philippe Haudrère rappellent l'importance stratégique pour le royaume de France des parages lorientais vers lesquels convergent les vaisseaux porteurs de ces richesses.

Dans ce contexte, les fortifications de la côte bretonne entamée à partir du XVIII^{ème} siècle, constitue des avant-postes du littoral plus ou moins capables d'assurer sa propre protection et vulnérable en l'absence de forces navales capables de maîtriser leurs parages. De fait, les patrouilles d'escadres ennemies ou les raids corsaires en Bretagne-Sud entravent sérieusement, voire paralysent complètement le bon fonctionnement d'axes de premier ordre pour l'activité commerciale et militaire du royaume. En 1725, la chambre de commerce de Bordeaux met en exergue la fragilité de ces voies navigantes²⁴.

Au XVIII^{ème} siècle, la situation est bien différente : la Royal Navy menace régulièrement les côtes et les îles bretonnes afin de déstabiliser l'axe commercial majeur de cabotage de Brest à Nantes²⁵. Lorient est devenu une cible pour les Anglais à partir du moment où la Compagnie des Indes enregistre des succès commerciaux. La flotte de guerre pour laquelle on a consacré peu de moyens financiers, quand on ne l'a pas laissé pourrir dans les arsenaux comme cela a été le cas pendant la Régence, n'est pas en mesure d'affronter la Royal Navy²⁶. Le royaume de France semble incapable d'assurer la protection d'un espace maritime proche dans une zone de premier ordre pour ses intérêts. La marine de guerre épuise toutes ses ressources dans l'escorte des convois marchands pendant la guerre de Succession d'Autriche. Elle ne peut assurer et la défense des côtes françaises et la défense des colonies.

Etant donné les nombreux débarquements de troupes anglaises sur le littoral français, la défense terrestre redevient essentielle avec le développement des forteresses côtières²⁷.

²⁴ CERINO, 2007.

²⁵ Au XIX^{ème} siècle, l'ancien projet de Vauban de relier Nantes à Brest par voie fluviale apparaît comme une solution stratégique face à cette menace endémique.

²⁶ FAUCHERRE, 1998, p. 188.

²⁷ LECUILLIER, 2007. A compter de la guerre de Hollande, une quarantaine d'incursions de 1683 à 1783 rend nécessaire la fortification des côtes. Des sommes considérables sont alors engagées dans la construction et l'entretien d'un système défensif de vaste envergure : corps de garde, retranchements, batteries de côtes, forts et enceintes urbaines sans compter le personnel formé de canonnières, d'officiers et de troupes réglées nécessaire à cette défense. Face à cette petite guerre littorale, la fortification constitue la principale réponse à l'attaque. G. Lecuillier dégage trois temps principaux du processus de mise en défense du littoral breton : d'abord avec Vauban (1683-1713) : suite aux attaques de Barfleur, la Hougue, Groix, Camaret, Belle-Ile et Saint-Malo de 1692 à 1696. Ces tensions favorise l'intégration militaire de la Bretagne au royaume avec les nombreux marins bretons et les milices gardes-côtes qui prennent les armes pour défendre le littoral (dès 1681 : avec l'ordonnance royale organisant la défense des côtes découpées en capitainerie). En 1695, Vauban rappelait à Le Tellier, ministre de la guerre, que de nombreuses villes de Bretagne « n'étant point fermées » couraient un grave danger.

Lorient a miraculeusement échappé au bombardement anglais lors de la descente des Anglais en 1746 (l'amiral Lestock quitte Plymouth le 2 Septembre 1746 avec 9 vaisseaux de ligne et 4 bâtiments de transport. Le 1^{er} Octobre, 8000 hommes débarquent dans l'anse du Pouldu non loin de Lorient. La ville non fortifiée et dépourvue de troupes n'aurait pas pu résister si l'extrême prudence des Anglais ne les avait conduit à réembarquer une semaine après craignant une résistance des milices gardes-côtes qu'on appelait de tous côtés). La menace d'une attaque est tout aussi forte pendant la guerre de Sept Ans. Les côtes normandes pâtissent des nombreux débarquements anglais mais les côtes bretonnes mieux défendues, résistent contre les Anglais²⁸. Il fallait alors empêcher un débarquement et si celui-ci avait lieu, retarder la progression des troupes ennemies en marche vers Lorient en attendant des renforts d'où la multiplication des forts de la rade. Le traité de Paris du 10 février 1763 permettra de retrouver une certaine stabilité et une sécurité des côtes françaises.

La citadelle de Port-Louis du XIX^{ème} siècle à la seconde guerre mondiale

Le début du XIX^{ème} siècle, malgré l'évolution de la forme de guerre plus mobile et de l'artillerie plus performante, reste marqué par un certain conservatisme de l'ingénierie militaire français²⁹ et une tiédeur ambiante envers les innovations proposées par des créateurs non issus de l'arme du génie³⁰. Il y a un intérêt accru pour la topographie militaire, la castramétation et les ouvrages de campagne. Pourtant, la fortification permanente sera enseignée de la même manière, avec peu de changement jusqu'à la moitié du XIX^{ème} siècle avec l'enseignement de figures majeures comme Vauban, Menno van Coehoorn, Jean Errard, Pagan, Marolois, avec toutefois l'introduction de redoutes casematées et du tracé vaubaniens modifié par Louis de Cormontaigne, nommé tracé moderne. Le tracé de Montalembert n'est plus évoqué avec son tracé tenaillé. Depuis 1780, les artilleurs et ingénieurs étudient la protection des littoraux de l'Hexagone avec l'emploi de boulets chauffés à rouge pour les batteries de défense côtière (usage d'un four à grill depuis 1794 puis un four à réverbère à côté de la batterie pour chauffer le boulet).

La commission d'armement des côtes décida que le front de mer de la citadelle serait considéré comme batterie de côtes intégrée au dispositif de défense avancée du port de Lorient. En 1846, des embrasures sont bouchées et les parapets sont épaulés par des terrassements permettant le tir à barbette. La citadelle reçut un armement de 19 canons (16 pièces et 3 sous casemate³¹). Les parapets furent alors terrassés et, en 1858, les casemates des flancs des bastions des Chambres et du Camus percés d'embrasures pour des pièces de gros calibres protégeant par des tirs rasants la passe d'entrée³². Enfin, en 1866 le bastion de Groix

Dans un second temps, à la fin du XVII^{ème} siècle, trois grands pôles concentrent la majeure partie des ouvrages de fortifications : Brest, Saint-Malo et dans une moindre mesure, Lorient/Port-Louis avec Belle-île. Puis dans un dernier temps, le XVIII^{ème} siècle voit les côtes de Bretagne se garnir d'une multitude de points fortifiés et d'avant-postes.

²⁸ FAUCHERRE, 1998, p. 189.

²⁹ BRAGARD, 2013, p. 60.

³⁰ Le capitaine Leclerc a ainsi fixé le modèle du cours élémentaire de fortification de l'école militaire de Saint-Cyr (1806) pour un demi-siècle jusqu'au changement radical de l'artillerie avec l'apparition de l'obus torpille.

³¹ LISCH, 1988.

³² FAUCHERRE, 1998, p. 162. FAUCHERRE, 1989 : L'artillerie rayée apparue en 1858 oblige le défilement des ouvrages défensifs pour les protéger de l'artillerie ennemie qui devient de plus en plus mobile avec le développement du chemin de fer. C'est le prémices de la guerre totale. Cette modification de vitesse de déplacement de la marine de guerre est déjà effective depuis 1815 avec les lancements des bateaux à vapeur.

La fortification des XVII^{ème}-XVIII^{ème} siècles devient périmée face à la force de propulsion, de précision et de la portée de l'artillerie rayée. La grosse batterie surélevée entourée d'une crête de feu basse pour l'infanterie

est profondément remanié : une casemate en béton armé, ainsi que trois abris souterrains de munitions sont construits dans le remblai, tandis que le parapet est épaulé de terrassements. Depuis le XVI^{ème} siècle, la citadelle continue d'être utilisée comme prison. Elle a aussi bien accueilli des civils, des militaires que des religieux.

En 1870³³, l'accroissement des portées de l'artillerie entraîna une réduction des points armés et les bastions vers la mer devinrent batteries de bombardement. Leurs superstructures seront considérablement transformées par des terrassements à terres coulantes pour le tir à barbette et les plates-formes de tir protégées des coups d'enfilades par d'épaisses traverses en maçonnerie renfermant des abris à munitions.

L'artillerie de la citadelle fut remplacée par un armement de 6 pièces de gros calibre au lieu des 19 précédentes. Le bastion de Groix devient batterie de bombardement armé de 2 pièces de 24 cm battant les passes d'entrée croisant les feux avec celles de Gavres et Loqueltas et pouvant tirer de plein fouet sur les navires. La superstructure du bastion fut considérablement transformée ; le profil du parapet modifié et épaissi par un terrassement pour le tir à barbette et des nouvelles pièces installées sur des plates formes semi-circulaires en béton et protégées des coups d'enfilade par d'épaisses traverses en maçonnerie renfermant des abris à munitions.

Les bastions des Chambres et l'Irrégulier furent équipés chacun de deux pièces de 16 cm battant le goulet. La aussi, d'épais massifs de terre et des traverses protègent les pièces et servent les souterrains aménagés en magasin abri. Les batteries de la citadelle dépendaient de la marine et s'intégraient au dispositif de défense fixe du port de Lorient au même titre que les batteries de Gavres ou de l'îlot Saint-Michel. Les croisières au large et les sémaphores constituaient un réseau de surveillance auxquels s'ajoutait un système d'éclairage électrique de la rade et des passes.

A partir de 1907, le bastion l'Irrégulier fut armé de 4 pièces de 100 mm modèle 1897 à tir rapide. Ces pièces, disposées en ligne droite sur des plates formes bétonnées séparées par des traverses renfermant des abris à munitions, tiraient à tir tendu sur les torpilleurs pouvant se présenter dans les passes ; un poste de commandement du groupe de défense rapprochée des passes fut installé sur le Grand Bastion.

Durant la première guerre mondiale, le contrôle des mers est exercé par les Alliés, la rade et la citadelle qui héberge l'un des commandements militaires maritimes ne sont pas menacées. En 1925, la forteresse quitte le giron du ministère de la guerre pour celui de la marine.

La citadelle passe définitivement à la marine par cession du 12 décembre 1932 et fut classée Monuments historique le 12 Mai 1933.

Travaux récents

Lors de la seconde guerre mondiale, les allemands englobent dans le dispositif de la Festung Lorient l'ensemble des positions fortifiées de la côte lorientaise et l'île de Groix. Les allemands ne fortifient que très peu la citadelle de Port-Louis puisqu'elle est positionnée en retrait par rapport à Gavres déjà bien équipé en artillerie lourde³⁴. Comme pour Lorient, les bombardements de 1940 à 1944 détruisent deux cents maisons et surtout le quartier Notre-

couverte d'une masse de terre devient la norme (système de Séré, 1870). G. Le Bouedec, 1994, « *le port et l'arsenal de Lorient* », Librairie de l'Inde, Paris.

³³ LISCH, 1988.

³⁴ EGASSE, 2013, p. 40.

Dame de Port-Louis³⁵. Les allemands installent de nombreux dispositifs de défense de la rade en reprenant les emplacements des fortifications modernes, dont la citadelle. Ils installent des postes de tirs et des cuves de DCA bien visibles sur les photos aériennes de 1946 et 1953 (ces éléments seront effacés lors des restaurations des années 1950 afin de redonner un aspect XVIIème siècle à la citadelle). La citadelle et ses remparts sont classés au titre des Monuments Historiques par arrêté du 29 avril 1948. La citadelle se dégrade rapidement après la guerre jusqu'aux travaux de restauration lancés dans les années 1950.

En 1956, R. Lisch effectua des travaux de réparation des dommages de guerre sur les remparts, suite à des brèches provenant des bombardements ou des démolitions volontaires des Allemands pour l'établissement de leurs batteries. Les échauguettes du Grand Bastion, des bastions l'Irrégulier et de Groix sont ainsi reconstruites en 1958.

Comme souvent, la restauration commencée après la dernière guerre s'est attachée à remettre en valeur les dispositions d'origine de la citadelle au détriment des aménagements plus récents.

En 1961, le commandant Vichot alors directeur des musées de la Marine, a établi un petit musée de Port-Louis dans le donjon. En 1971, les crédits de la Marine et la direction de l'architecture permirent la mise hors d'eau de l'arsenal, mais les bâtiments inutilisés se dégradaient rapidement. Ce n'est qu'en 1976, sous l'impulsion du commandant Luc-Marie Bayle, le projet d'établir un grand musée de la mer fut pris en considération et un vaste programme de déblaiement et de remise en état de la citadelle fut établi avec pour objectif de leur rendre l'aspect qu'elle pouvait avoir au XVIIème siècle. L'armée avec le Génie fut chargée du déblaiement des terres et de la plupart des ouvrages allemands³⁶.

Les autres travaux furent exécutés en collaboration entre la Marine et la direction de l'Architecture de 1977 à 1982. Ils sont entrepris sur les terrasses des bastions : ils sont débarrassés de leur végétation et des casemates en béton armé datant du XIXe – XXe siècles ; les remblais du XIXe siècle sont déblayés par le Génie militaire ; et des baies de tir sont rouvertes. Les garde-corps en fer furent également remplacés et étendue à l'ensemble du site pour assurer la sécurité des visiteurs. Il reste ensuite la restauration du chemin couvert et le rejointoiement du bas des remparts et le désensablement des fossés.

En 1987, D. Lefevre mena divers travaux de consolidation des remparts extérieurs qui s'étaient dégradés.

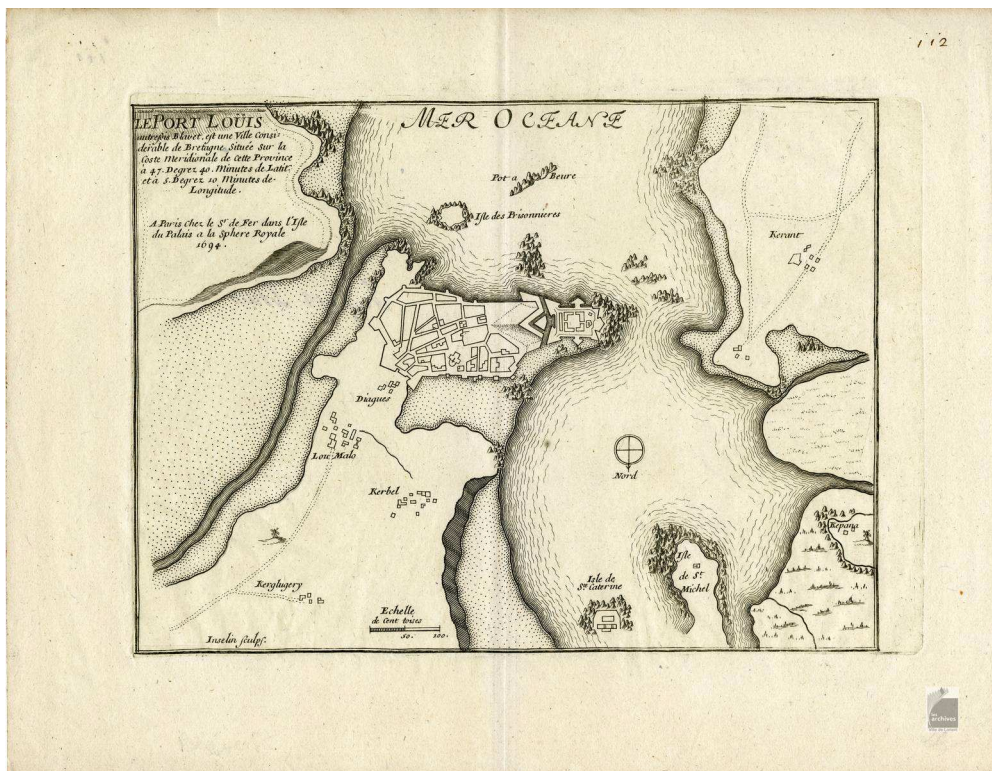
De 2001 à 2013, les parements des remparts et bastions sont de nouveau progressivement restaurés par M-S. De Ponthaud. Aujourd'hui, le bastion Desmourier, le flanc Est du bastion de la Brèche, le flanc Nord-Ouest du bastion l'Irrégulier et le parement intramuros du rempart Sud-Ouest restent à faire.

³⁵ BUFFET, 1962, p. 18.

³⁶ LISCH, 1988.

Etude du bâti

Le fort est bâti sur un affleurement rocheux à un emplacement stratégique pour contrôler la rade face à Lorient. L'absence de terres sur le lieu de construction impose l'élévation de voûtes pour soutenir le rempart.



Le Port-Louis en 1694³⁷

Le plan de la citadelle de Port-Louis de 1622 est classique. Les bastions reprennent le modèle connu et déjà bien diffusé en Europe de l'Ouest depuis la fin du XVI^e s. grâce notamment aux nombreux traités de fortification et de géométrie circulant à cette période (Jean Errard, *La fortification réduite en art et démontrée*, 1600). Ces principes seront repris plus tard par Vauban entre autres. Ainsi la ligne de défense entre les fronts des bastions est très rapprochée pour la portée moyenne de l'arquebuse. Les bastions et courtines ont une hauteur de plus de 15 mètres pour en rendre l'escalade difficile (des apports de terre importants ont été effectués dans la citadelle pour édifier la fortification à bonne hauteur au dessus du rocher naturel). Dans les remparts, la terre est damée par couches alternées avec des fascines pour assurer sa cohésion en cas de brèche³⁸.

Les remparts présentent depuis la rade un profil bas sur l'eau d'où émergent à peine les toitures des bâtiments de la citadelle. Couverts au XVIII^e siècle de plantations d'ormes, puis

³⁷ 46fi5 : plan de 1694 par Inselin (gravure en creux (papier). Paris. Collection de Fer (24,2 X 31,2 cm) Fonds Michel Quettier. Droits ville de Lorient. A Paris chez le sieur de Fer dans l'île du palais à la sphère royale.

³⁸ FAUCHERRE, 1986.

au XIXe siècle de casemates en béton, qui modifiaient considérablement leur aspect, les bastions et courtines ont aujourd'hui retrouvé leur horizontalité d'origine suite aux restaurations de René Lisch dans les années 1970-1980 et constituent un exemple représentatif et cohérent de fortification bastionnée du XVIIe siècle.

La forme de la citadelle n'a pas évolué au XVIIIème siècle et elle est en grande partie originelle pour les bastions³⁹ et la courtine Nord-Est, mise à part les modifications des parapets et des plates-formes. Ces bastions pleins à orillons ont été peu modifiés par la suite mis à part le parapet et les niveaux de tirs étroitement liés aux évolutions de l'armement. Certaines ouvertures de tir ont une mise en oeuvre spécifique. Il y a eu également un réaménagement massif des parapets par le Génie vers 1947. Toutefois, le bastion de la brèche a été reconstruit suite à une brèche provoquée par l'attaque de 1625⁴⁰. L'étude du bâti tente de renseigner cette reconstruction.

Le bastion de la Brèche occupe une place symétrique à celui des Chambres, situé au milieu du flanc Nord-Est et orienté vers l'amont du Blavet. Mesurant 41 mètres de profondeur pour 46 mètres de large depuis les extrémités des deux orillons et 21 mètres de large au niveau des flancs, il flanque de part et d'autre le rempart Nord-Est de la citadelle. Il doit son nom à la brèche qui y fut faite par les canonnades du galion La Vierge dont s'était emparée le duc de Soubise lors du siège de 1625. Le bastion et ses courtines adjacentes sont construits sur le rocher retaillé et adapté pour accueillir la fondation lui assurant une meilleure stabilité que pour les bastions du Camus et de l'Irrégulier construits sur des voûtes et des remblais de terre. Il s'élève jusqu'à 17 mètres de hauteur au niveau de la pointe du bastion depuis sa fondation jusqu'au sommet de la guérite et donc de 10,5 mètres au niveau du *parado* (niveau de la plate-forme du bastion à la base du parapet). Le socle rocheux remonte au niveau de la gorge du bastion et l'élévation n'est que de 7,5 mètres de hauteur pour le flanc Est alors qu'on mesure 11,6 mètres de hauteur pour le flanc Ouest. Au contraire des autres bastions, cette forte déclivité de 8 mètres entre la gorge et la pointe du bastion soumet le bâtiment à un fort tassement différentiel résultant à une pathologie récurrente d'un « glissement » vers la pointe avec l'apparition d'une fissure sur l'orillon Est (cette fissure est déjà visible sur une photo du début du XXème siècle et ne semble pas évoluer). Un phénomène similaire est observable sur le bastion Desmourier avec l'apparition de fissures structurelles parfois anciennes, en raison du poids du bastion par rapport aux courtines beaucoup plus compactes et reliées entre elles.

Le rempart et le bastion présentent un léger fruit mesurant jusqu'à 1 mètre entre le bas et le haut de l'élévation sur le front du bastion. Le bastion comme la citadelle sont construits en pierre locale extraite sur place selon l'analyse du géologue Evelyne Goubert de l'équipe GMGL, basée à Vannes⁴¹.

³⁹ Le bastion IV ou bastion de la Brèche fut édifié entre 1616 et 1622. BUFFET, 1963, p. 18.

⁴⁰ EGASSE, 2013, p. 13 : en juillet 1621, après la construction de la citadelle et dix ans avant la création de l'arsenal de Brest, Louis XIII fait de Port-Louis le point de rassemblement de son armée navale. Cette présence militaire est à l'origine du raid du duc de Soubise en Janvier 1625, attiré par les navires à s'emparer. Cet événement constitue une alerte majeure pour le pouvoir royal. En mars 1636, la guerre de Trente ans (1618-1648) fait craindre à la Bretagne « province frontière » une nouvelle occupation espagnole ; dès lors, Richelieu propose à Louis XIII de renforcer le front de terre de la citadelle avec une demi-lune et un pont dormant ainsi que des fossés avec une contrescarpe et un chemin couvert suivi d'un glacis encore visible aujourd'hui. Finalement en 1642, le bastion Saint-Nicolas vient terminer la défense et faire la jonction avec la fortification urbaine de Port-Louis débuté en 1649.

⁴¹ http://www.univ-ubs.fr/l-equipe-gmgl-geosciences-marines-et-geomorphologie-du-littoral-300509.kjsp?RH=SIT_POL . Les prélèvements ont été réalisés sur la courtine séparant le Donjon du bastion de Groix; sur la poudrière; sur la courtine entre le bastion de la Brèche et le Camus et sur la courtine entre le Camus et le Grand Bastion. Le prélèvement a été systématique (pierre et mortier) sur toute la hauteur des courtines

Le terre-plein est protégé par un parapet maçonné percé de quatre baies de tir de part et d'autre de l'échauguette en granit surplombant l'angle saillant à la pointe du bastion. On peut noter la présence, dans l'axe de l'orillon Est, d'un ouvrage muré inexplicé, peut-être un vestige du fort espagnol ou un repentir de la reconstruction⁴².

Les flancs du bastion sont perpendiculaires à la ligne de défense de la courtine et permet le flanquement entre bastions et la protection de la courtine grâce à une embrasure de tir protégée elle-même par l'orillon du bastion ainsi que des chambres de tirs ouvertes au niveau bas du bastion (ces ouvertures de tirs ont été modifiées ou bouchées). La longueur des lignes flanquantes fait en partie la force d'une fortification bastionnée, et il ne faut pas les diminuer sans raison. Dans les cas ordinaires le flanc doit pouvoir être armé de 6 à 8 pièces⁴³.

Pourtant, comme Vauban l'a justement remarqué, l'architecte chargé de la construction de la citadelle de 1618 à 1622 ne connaissait qu'en théorie l'architecture bastionnée et le flanquement. En effet, le flanquement du bastion de la Brèche ou son opposé (des Chambres) est peu efficace avec une faible portée, voire nul (cf. plan, en bleu les lignes de flanquement). Pourtant, nous remarquons deux formes d'orillons légèrement asymétriques sur le bastion avec un orillon Ouest légèrement dévié de sa perpendiculaire (angle obtus par rapport au flanc Ouest) afin de s'adapter au flanquement et à l'angle de l'embrasure de tir du flanc Ouest du bastion pour mieux protéger le bastion du Camus. L'orillon Ouest est en effet beaucoup plus effilé (15m de long pour 10 m de large) que l'orillon plus massif et plus large à l'Est (15X15 m). Il y a donc eu en amont une réflexion sur le flanquement des ouvertures de tirs orientant le tracé du bastion malgré l'évidente application d'un modèle géométrique esthétique.

Le rempart intra-muros est dans un état médiocre : les joints en ciment empêchent la respiration de la maçonnerie et de l'eau en provenance des remblais percole sur les parements. Ceux-ci sont totalement noircis par l'humidité persistante et couverts de lichens. Les parements extra-muros sont très abîmés par les intempéries, notamment sur l'intérieur de l'orillon Sud-Est : les blocs sont déjointoyés, particulièrement dans les parties immergés à marée haute et sont couverts de lichens se développant dans les joints creux et sur le glacis. Ce sont deux pathologies récurrentes de cette construction. Les parements extra-muros du bastion présentent une régularité dans leurs constructions. Alors que le talus (base de cinq assises) présente un gros appareil régulier de granit, l'élévation supérieure se contente d'un simple appareil de moellons irrégulier, rythmé régulièrement et à haute fréquence par des assises de réglage, comme celui des courtines, et renforcé aux angles par de beaux chaînages de pierres en gros appareil régulier de granit.

Plusieurs assises sont montées suite à suite de façon irrégulière puis une assise de réglage vient redonner une horizontalité et une mise à niveau pour reprendre l'assise suivante jusqu'au parapet. Les assises de réglages sont constituées de petits blocs allongés, souvent des chutes de taille de granit (blocs extraits et taillés sur place). Les trous de boulins ne sont pas visibles. Certains arrêts de chantier sont visibles grâce à ces assises de réglage ou bien par des coups de sabre verticaux.

(depuis le couronnement jusqu'à la base) et sur toute leur longueur ; les prélèvements sur la poudrière sont plus réduits (mortier du bas du mur de pignon portant la porte d'accès et un bout de pierre de l'encadrement de cette dernière). La citadelle est répertoriée dans : http://monumat.brgm.fr/recherche_monument.asp (Terroirs et monuments de France p. 72 : Pomerol C).

⁴² FAUCHERRE, 1998, p. 163.

⁴³ RATHEAU, 1858.

Les joints des premières assises, souvent de mortier hydraulique, sont plus fins et moins beurrés afin de mieux résister à l'érosion marine que pour les assises supérieures. En raison de ce problème régulier de l'érosion, les constructeurs doivent rejointoyer régulièrement les bases des murs à l'aide d'un mortier hydraulique avec un fort taux de chaux⁴⁴.

La maçonnerie observe une régularité sur l'ensemble du bastion mise à part les éléments remarquables (ouvertures parfois bouchées visibles aux arcs maçonnés).

Une fissure sur l'orillon Est déjà visible sur une photo ancienne du début du XX^{ème} siècle risque de s'aggraver en raison du développement des végétaux sur le parapet surplombant l'orillon.

Dans les années 1980, les travaux de déblaiement des bastions et remparts, effectués par le Génie militaire débarrassèrent les derniers arbres encore en place (des ormes plantés entre 1762 et 1773). Leur replantation prévue n'eut jamais lieu, redonnant à la citadelle le profil bas qu'elle avait à ses débuts⁴⁵. C'est également au cours de la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle que les terre-pleins des boulevards d'artillerie et les cours sont plantés de jardins et de potagers ou bien servent de pâturage pour quelques vaches⁴⁶.

On sait depuis longtemps, notamment par les plans en relief et des vestiges miraculeusement conservés, que des arbres étaient plantés sur les remparts, en arrière des parapets. La double rangée d'arbres du seul bastion resté visible à l'enceinte de Sélestat (Alsace) en témoigne⁴⁷. La végétation est présente dans les fortifications pour deux objectifs, d'abord contribuer à la défense passive – on la trouvera sur les glacis – ensuite en tant que réserve sur pied – ce sont les arbres sur les remparts.

Dès le XVI^{ème} siècle, les remparts bastionnés sont plantés en arrière du parapet. Si la littérature spécialisée est muette, certains comptes, encore une fois relèvent leur existence. Ainsi, à Namur, huit ormes et tilleuls sont plantés dans la nouvelle enceinte bastionnée en 1559. A Cambrai, des ordonnances du Magistrat visaient en 1613 et en 1615 à lutter contre la dégradation des arbres plantés sur les remparts. Les textes théoriques sont rares encore. Antoine de Ville dit en 1628 « qu'on plante des arbres tout le long des remparts et sur les bastions, tant pour l'ornement et beauté de la place, que pour avoir du bois pour brusler, et pour faire des affûts en temps de besoin, comme à Anvers où il y en a plusieurs rangs, à Lucques et à Padoue il y en a aussi tout autour des remparts (...) Les trous sont faits trois ou quatre mois à l'avance « pour que le fond puisse s'engraisser » et sont espacés de quinze pieds (environ neuf mètres) les uns des autres.

L'esthétique, les réserves de combustible et de bois d'œuvre sont les raisons données systématiquement. Quant à l'intérêt d'arborer le rempart afin de dissimuler les défenseurs aux yeux de l'ennemi ou de ventiler les postes de tir, qui est parfois avancé, aucune source n'en donne confirmation à ce stade. Il est toutefois avéré que les racines de ces arbres pompaient l'eau des terre-pleins, assurant une humidité faible et régulière.

Le principal problème de l'architecture bastionnée réside dans les poussées des terres sur les murailles de 14 m de haut destinées à retenir les grandes masses de terre souvent gorgées d'eau avec une poussée horizontale. Il faut donc intervenir régulièrement afin de réparer les

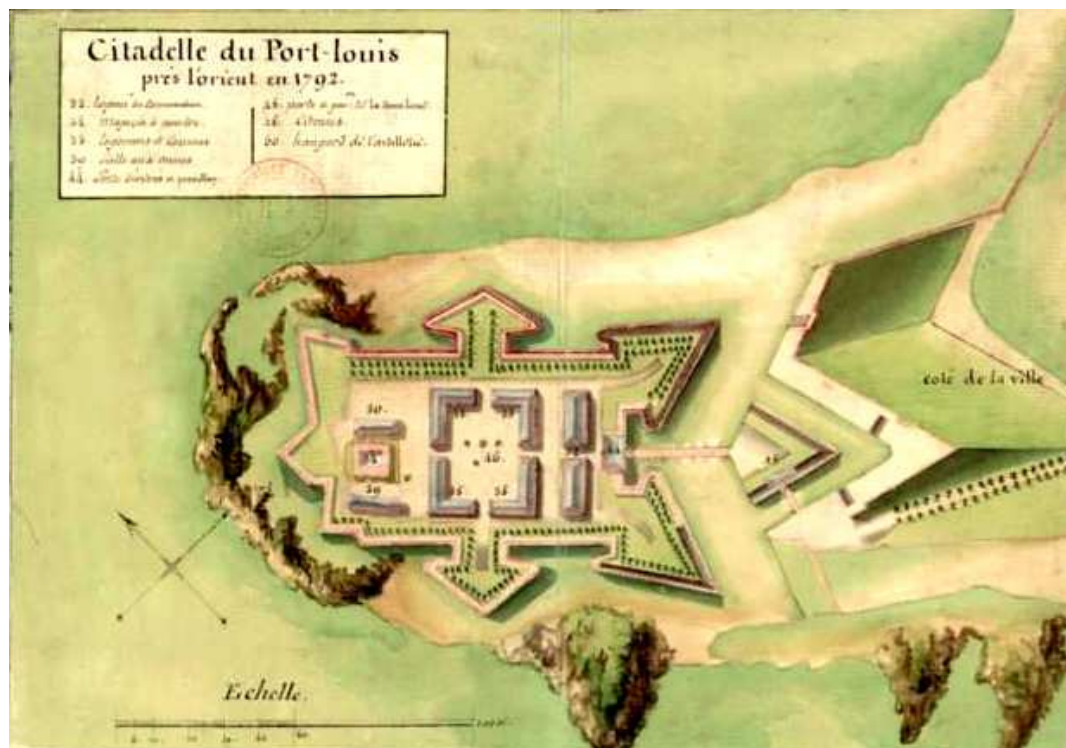
⁴⁴ La chaux provenant de la région de Nantes est alors acheminée par bateau.

⁴⁵ Les ormes étaient plantés sur les courtines et les bastions car ils nécessitent peu d'entretien et peu d'eau. Le système racinaire est peu profond et donc peu invasif.

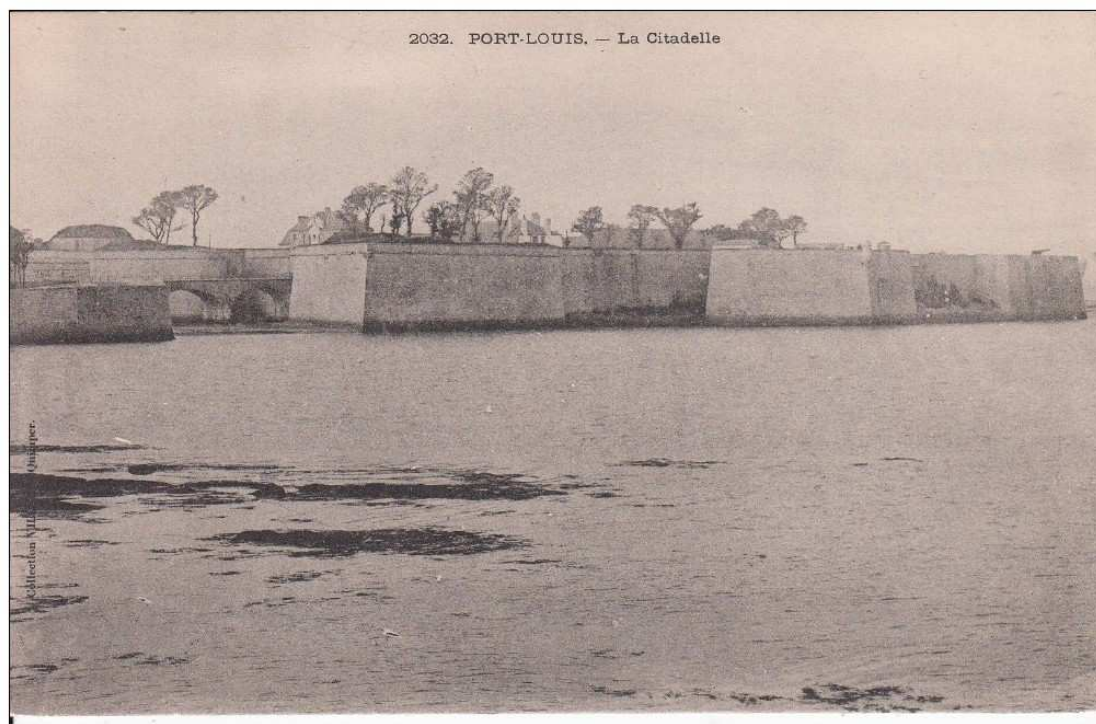
⁴⁶ Cf. restitution proposée par Jean-Benoît Héron dans EGASSE, 2013, p. 27.

⁴⁷ BRAGARD Philippe, 2002, « Soldats et jardiniers : l'emploi de la végétation dans les forteresses, XV^e-XIX^e siècle. » dans : BAUDOIX-ROUSSEAU L. et GIRY-DELOISON (éd.), Le jardin dans les anciens Pays-Bas, Artois Presses Université, Arras, p. 95.

problèmes dus à l'érosion et à l'humidité. Les racines des arbres plantées sur les plates-formes du bastion permettaient d'absorber l'eau des remblais tout en assurant la stabilité des terres (lors des tirs de canons notamment).



Plan de 1792, archives de Vincennes.



Vue des bastions Desmourier et de la Brèche avant la première guerre mondiale.



Couloir principal du bastion (photo Benjamin Egasse 2012).

Le seul souterrain actuellement connu sous ce bastion est un long couloir de 31 m en équerre qui donne accès à des bouches à feu dont une dans l'axe de l'orillon Ouest permettant le flanquement des pieds du rempart Nord-Est. Le couloir souterrain est accessible depuis l'allée pavée longeant la courtine Nord-Est (sol à 8,8 m NGF).

Le plan du bastion fait mention en orange d'un tracé de restitution hypothétique de passages préexistants (aujourd'hui bouchés⁴⁸) permettant l'accès aux ouvertures de tirs bouchées de l'orillon et du front Est⁴⁹. En effet, ces trois ouvertures bouchées se situent au même niveau que le couloir du bastion. La casemate de tir de l'orillon Ouest a également été bouchée à posteriori afin d'ouvrir une simple baie d'éclairage. D'autres baies de tirs ont été ouvertes sur les flancs du bastion et le couloir devait desservir un ou plusieurs escaliers descendants vers les poternes ouvertes sur les deux flancs du bastion. D'ailleurs une canalisation en céramique (aujourd'hui cassée par endroit) circule dans le couloir jusqu'à un coude vers une porte bouchée menant vraisemblablement à une poterne du flanc Ouest pour l'écoulement d'un égout (poterne basse de 1,20 m de large pour 1,15 m de haut seulement).

Le couloir fait deux mètres de haut avec un voûtement en arc simple qui se situe à environ 50 cm de la surface de la plate-forme. En effet, la plate-forme actuelle a été décapée et rabaissée probablement lors des restaurations des années 1970, lorsque le dernier arbre présent sur l'orillon Ouest a été enlevé. Le niveau du sol fut abaissé de quelques dizaines de centimètres comme on peut le voir sur une photo du début du XX^{ème} siècle où on reconnaît le niveau bas du parapet intérieur du front du bastion de la Brèche. Les racines de l'orme (ou des ormes)

⁴⁸ LISCH, 1988 : « La gorge de ce bastion a été élargie au sud-est par une arcature en avant du mur d'origine ; dans ce mur au niveau du sol, on distingue une porte et une baie murée, ce qui permet de supposer qu'il existe des souterrains vides ou remblayés autres que l'étroit passage voûté qui mène à une meurtrière dans l'orillon nord. »

⁴⁹ Une prospection géophysique est nécessaire et à prévoir pour les prochaines campagnes afin de mettre en évidence la présence et les orientations des salles souterraines de plusieurs bastions.

planté sur le bastion, bien que peu invasives, devaient affaiblir le voûtement du passage situé hypothétiquement dans l'orillon Est. A moins que le passage soit déjà bouché ou inutilisé au moment où les ormes furent plantés au milieu du XVIIIème siècle, ce qui est fort possible en raison des obsolescences des ouvertures de tirs.

En effet, les ouvertures de tirs des niveaux bas du bastion étaient déjà présentes lors de la construction du bastion entre 1618 et 1622 (reprenant le modèle de Errard de Bar-le-Duc répandu à l'époque⁵⁰). Elles sont en demi rond (visibles aux claveaux) et sont larges et assez hautes pour l'utilisation d'un petit canon. Ces ouvertures sont en effet associées à de nombreux événements permettant l'aération du tunnel lors du tir afin d'évacuer rapidement la fumée de canon (les événements de 50 X 10 cm sont espacés de 1,5 m environ sur chaque côté des ouvertures de tirs). Il s'agit donc bien d'ouverture pour canon et non pour une simple artillerie à main.

En raison de l'évolution de l'artillerie au cours des XVIII-XIXèmes siècles⁵¹, il est probable que ces ouvertures aient peu servies en raison d'une mauvaise orientation assurant un flanquement très moyen des fortifications. Elles ont alors été bouchées au profit d'une reprise des ouvertures de tirs des parapets orientées vers la rade et beaucoup plus adaptées à la nouvelle artillerie type Gribeauval (canon de bronze à âme lisse)⁵² de la fin du XVIIIème siècle⁵³. Les ouvertures rectangulaires de petites tailles sont alors installées sur les flancs Est

⁵⁰ Le plan de tir original du bastion de la brèche (avec ses casemates souterraines dans les orillons) se rapproche du concept théorique de Jean Errard de Bar-le-Duc (1554-1610) : *La fortification reduicte en art et demonstree* publié en 1600. Le bastion et les courtines doivent avoir une grande taille (jusqu'à 20 mètres) pour rendre difficile l'escalade, la plate-forme sommitale et les faces du bastion sont utilisées par les arquebusiers alors que l'artillerie se concentre sur les flancs et les orillons (selon Errard, l'artillerie ne doit être utilisée que pour les tirs d'enfilade et non de face compte tenu de la forte consommation en poudre). Il n'y avait donc probablement pas ou peu d'ouvertures sur le parapet du front du bastion au XVIIIème siècle, et les ouvertures de tirs souterraines dans les orillons du bastion ont été bouchées au XVIIIème siècle. Le raccord entre la face et le flanc du bastion avec un angle droit systématique représente un inconvénient majeur car le flanquement est oblique par rapport à la ligne de défense. On retrouve les fortifications d'Errard à Sisteron, Amiens, Sedan ou bien Verdun. RATHEAU, 1858, p. 281-284 : Il est préconisé dans les ouvrages théoriques et traités du XVIIème siècle, de fortifier les grands ports militaires puis les ports marchands ainsi que leurs rades et leurs abords, puis dans un certain rayon autour de ces places, construire des forts et batteries pour interdire l'ennemi les mouillages et débarquements. L'artillerie en direction de la mer doit être puissante et protégée à découvert sous des casemates (des batteries casematées construite dans le corps du bastion et non sur sa plate-forme).

⁵¹ FAUCHERRE, 1986, p. 35 : Sous Louis XIII, les principes de Errard sont repris et améliorés par les ingénieurs de Louis XIII, tel que Blaise de Pagan (1607-1665) inspirateur direct de Vauban. Le flanquement par canon est renforcé par de la mousqueterie et la hauteur des parapets est limitée pour permettre le tir à la barbette. C'est-à-dire par-dessus le parapet sans embrasure. Ses flancs de bastion sont perpendiculaires à la ligne de défense afin d'obtenir un flanquement parfait.

⁵² Les affûts de côte alors utilisés (XVII-XVIIIèmes siècles) sont représentés sur des gravures de 1772 à 1792 ; planche 38 du volume 2 du tome I des "Tables des constructions des principaux attirails de l'artillerie proposées ou approuvées depuis 1764 jusqu'en 1789, par Mr. de Gribeauval", [Paris], [s.n.], [1792] : <http://www.photo.rmn.fr/archive/05-533887-2C6NU0BQJAW9.html>

⁵³ Les canons de type Blomefield constituent l'artillerie britannique par excellence des guerres napoléoniennes et se diffusent dès les années 1780. Leur conception débute en 1786, au moment de l'introduction en France d'une nouvelle artillerie de marine conçue par Manson. Elles sont employées jusqu'aux années 1860. Ce type de canon se caractérise par la présence d'un anneau de brague sur le bouton de la culasse. Avant l'introduction de cette disposition, la brague retenant le canon lors du recul était enroulée autour du bouton. L'orientation de la pièce à droite ou à gauche pour le tir était ainsi rendue difficile. Avec l'anneau, la brague coulisse lors de l'orientation de la pièce. Dans la plupart des cas l'anneau de brague n'était pas utilisé pour les canons armant des batteries de côte. Une autre caractéristique est la forme de la culasse. Les moulurations cèdent la place à une culasse arrondie concentrant plus de matière afin de mieux résister à l'explosion de la poudre dont l'efficacité est améliorée. Dans le même but, le premier et le second renfort reçoivent plus de fonte. La tulipe est également redessinée et simplifiée, ne comportant plus que trois courbes identiques. Ce type de canon est aussi visible à la citadelle de Port-Louis. <http://artillerie-fortification.over-blog.com/article-un-canon-anglais-a-saint-malo-117895515.html>

et Ouest du bastion en recréant une circulation dans le couloir avec des installations de casemates. Il faut qu'elles soient suffisamment ventilées pour pouvoir les utiliser et évacuer rapidement la fumée lors des tirs de canons d'où la présence des événements.



Canon de 24 livres, fin du XVII^{ème} siècle, attribué aux Forges du Nivernais, Fonte de fer, MnM 2004.8.1 : Il est représentatif du type mis en place à la fin du XVII^{ème} siècle quand le fer commence à supplanter peu à peu l'artillerie de bronze pour les forts calibres, grâce au progrès de la métallurgie. Il s'agit d'un des plus gros calibres de l'époque, un des premiers en fer, armant la batterie basse des vaisseaux (et probablement la casemate basse des bastions de la citadelle).

Les flancs du bastion de la Brèche

L'orillon Est du bastion de la brèche est caractérisé par son arc (7,4 m de long pour 2,7 m de largeur) avec plusieurs ouvertures de type assommoir au-dessus de deux poternes aujourd'hui murées. Il y a probablement une salle basse avec un escalier permettant l'accès au couloir souterrain du bastion cité précédemment. L'arc permet d'agrandir la surface de la plate-forme à la gorge du bastion de la brèche.

Les poternes donnent accès à l'extérieur à une escarpe maçonnée créant un accès en pente douce à la plage. Il pourrait s'agir d'un accès protégé vers la plage et la rade (avec un ancien ponton ?) et un système de seconde entrée avec un mur de maçonnerie reliant la courtine Nord-Est à l'orillon Est (un coup de sabre est bien visible sur le parement extérieur de la courtine Nord-Est).

En raison de la végétation importante présente sur le mur droit de l'orillon Est, l'analyse du bâti s'est révélée difficile et le relevé pierre à pierre illisible.

Le parapet intérieur du flanc Est du bastion ayant été remaçoné entièrement au cours des cinquante dernières années, il n'a pas été jugé utile d'en faire une analyse complète en pierre à pierre.



L'orillon Ouest



L'orillon Est

Les parapets

Les parapets du bastion de la brèche sont les parties les plus remaniées du site, régulièrement réparés et réadaptés selon l'évolution de l'artillerie. Ils s'élèvent habituellement au-dessus du cordon (comme sur le bastion Desmourier), mais ici le parapet, modifié

tardivement, a fait disparaître cet élément récurrent de la fortification bastionnée moderne⁵⁴. Les maçonneries des parapets côté intérieur du bastion présentent des joints très débordants issus de la restauration au XX^{ème} siècle. Les parapets actuels des bastions et des courtines de la citadelle ne datent pas du XVII^{ème} siècle puisqu'à l'origine, les parapets étaient des terre-pleins non maçonnés au-dessus du cordon extérieur. La puissance des canons obligea à maçonner et épaissir les parapets pour augmenter la résistance des défenses sommitales de la citadelle (les échauguettes⁵⁵ et de nombreuses parties du parapet ont été remontées après la seconde guerre mondiale).

A la fin du XVIII^{ème} siècle, le remplacement des affûts marins par des affûts de côtes provoqua un remaniement des parapets⁵⁶ ; des embrasures furent bouchées et les parapets aménagés pour le tir à barbette (c'est-à-dire par-dessus le parapet).

Au XIX^{ème} siècle, les techniques militaires évoluant rapidement et l'artillerie devenant de plus en plus puissante, les profils des remparts se transformèrent : des levées de terres furent épaulées aux parapets pour permettre le tir à barbette, laissant libres des passages vers les baies de tir et les échauguettes⁵⁷ ; les arases des parapets furent également plantées et non maçonnées pour éviter les ricochets. Pourtant il reste peu de parapets de ce type du XIX^{ème} siècle qui n'aient déjà été lourdement restaurées après-guerre comme le prouve la comparaison de l'état actuel avec les photos aériennes de 1946 ou de 1953. Les terres pleins du front Sud ont été dégagés au cours des restaurations des années 1970 (quelques murs fossiles en témoignent aujourd'hui⁵⁸) afin de redonner un aspect XVII-XVIII^{èmes} siècles à la citadelle.

Pourtant, quelques parties de ces bastions n'ont pas été restaurées au cours du XX^{ème} siècle et quelques joints de mortier de chaux sont encore visibles avec une mise en oeuvre spécifique de la maçonnerie du mur de courtine (assises de pierre posée à champ alternant avec des assises plates).

La modulation de l'épaisseur des parapets répond à leur intérêt pour la défense et de l'évaluation de leur vulnérabilité⁵⁹ : 5,50 m aux bastions de Groix et Desmourier dans les parties qui encadrent les embrasures des pièces dirigées vers la ville ; 3,50 m sur la demi-lune aussi exposée mais ne protégeant que des armes portatives. On observe la même épaisseur du parapet du front Nord-Est de la pointe du bastion Desmourier et celle de la Brèche qui ne pouvaient être battus de la terre que par des tirs obliques ou lointains alors qu'elle fait 3 m au grand bastion et au Camus en raison de la proximité de la passe et enfin 2 m sur le reste des remparts et 1,50 m au droit des orillons (ne nécessitant pas de protection particulière).

Le parapet actuel du bastion de la Brèche est caractéristique du milieu du XIX^{ème} siècle. Il mesure 1,10 m de haut environ et fut probablement épaissi sur le front (visible au coup de sabre mentionné en rouge sur le plan), voire modifié d'un parapet végétalisé (caissons de terre

⁵⁴ FAUCHERRE, 1986, p. 81 : cordon : moulure saillante soulignant le raccord entre talus et parapet. Usage systématique dans la fortification bastionnée. Ce cordon traverse toute l'épaisseur du mur formant une arase horizontale pour assurer la cohésion de la maçonnerie. Il souligne la pénétration de deux volumes à fruit différent.

⁵⁵ Mis à part l'échauguette du bastion de la brèche encore visible sur les photos d'avant-guerre et de 1947 lors des travaux de déblaiement du Génie.

⁵⁶ LISCH, 1988.

⁵⁷ Ce type de parapet est encore visible sur de nombreuses fortifications modifiées au cours du XIX^{ème} siècle, Sisteron par exemple.

⁵⁸ Les restaurations font également disparaître les installations de défense allemande de la seconde guerre mondiale.

⁵⁹ LISCH, 1988, p. 198.

enveloppés dans la maçonnerie⁶⁰) à un parapet entièrement maçonné au cours du XIX^{ème} siècle. Il peut ainsi protéger efficacement les pièces d'artilleries tout en ouvrant le champ de vision sur la rade des pièces mobiles de la fin du XIX^{ème} siècle.

Un « rempart gazonné » est un rempart construit avec des mottes de gazon et des inclusions de fascines (fagots de petites branches) ou de branchages verts, et non recouverts de gazon. Cette technique permet d'édifier des fortifications de terre dont la pente atteint soixante degrés, à la différence de la terre dite « roulante » ou « coulante » dont la pente maximale est de quarante-cinq degrés. La majorité des parapets, des banquettes et des talus de remparts que l'on voit aujourd'hui présentent des pentes identiques à celle-ci, car il s'agit de réfections et de re-profilages effectués dans le courant du XIX^{ème} siècle, en général après 1830, lorsque la technique de la construction en gazonnage a été abandonnée (comme on l'a noté pour la minéralisation du front Ouest du bastion au XIX^{ème} siècle). L'origine vraisemblable du gazonnage remonte au moins au XV^{ème} siècle, lorsque les comptes de construction citent des travaux de « placage »⁶¹.

⁶⁰ L'utilisation de la végétation comme matériau de construction des fortifications est alors importante avec des considérations sur l'emploi de la terre dans l'architecture de défense, dont des travaux récents ont révélé la fréquence dès le Moyen Age. A partir du XVI^{ème} siècle, aussi bien les archives que la littérature théorique nomment des remparts ou des talus « gazonnés » (Les plus anciens traités sur ces éléments défensifs datent de 1524 (della Valle) et 1527 (Durer). L'intérêt du sujet se double d'un impact sur la restauration actuelle d'un patrimoine fortifié dont la terre est une composante majeure. La plupart des dispositifs anciens ont disparus ou ont été modifiés suite à la démilitarisation des fortifications classiques, et l'aspect « forêt vierge » ou simplement végétal, avec ses arbustes et ses arbres à hautes tiges qui forment un écran visuel dense, que revêt aujourd'hui une partie des sites fortifiés est interprété comme une incohérence et une erreur historique, alors qu'elles furent d'abord utilisées dans un but défensif. BRAGARD Philippe, 2002, « Soldats et jardiniers : l'emploi de la végétation dans les forteresses, XV^e-XIX^e siècle. » dans : BAUDOUX-ROUSSEAU L. et GIRY-DELOISON (éd.), *Le jardin dans les anciens Pays-Bas*, Artois Presses Université, Arras, p. 88.

⁶¹ Une alternative est fournie par l'utilisation de fascines au lieu de briques de gazon : « la terre étant de méchante qualité, sablonneuse, etc., on se sert à la place de gazons ou de fascines ». Plus tard, c'est la largeur et la hauteur des gazons qui variera : six pouces de large et de haut pour von Humbert en 1755 et pour Le Blond en 1764.

Bélidor distingue trois opérations où le végétal est employé : le terrassement des remparts parementés de maçonnerie, le placage et le gazonnage. Pour le premier on utilise une terre noire et non caillouteuse, « ni trop grasse ni trop maigre ». Les différentes phases sont les suivantes :

1/ creuser une tranchée étroite au pied du parapet.

2/ la remplir de terre, mouiller celle-ci et la lier avec celle du parapet.

3/ damer.

4/ étendre un lit de chiendent fraîchement coupé.

5/ lit de terre noire épais de douze pieds et haut de six, damée jusqu'à réduction à quatre de haut.

6/ lit de chiendent et de petites fascines puis de terre noire puis un lit de grosses fascines

7/ découpe du parement pour obtenir un bon profil.

Vers 1730, un mémoire consacré au gazonnement, clayonnage et placage insiste sur la résistance de tels ouvrages aux boulets de canon qui s'y enfoncent sans provoquer d'effondrement. Mais dès 1748, la question se pose du rapport qualité/prix de cette technique de construction (selon un rapport de Cormontaigne, le gazonnage coûte très cher et ne dure de toute façon que 3 à 4 ans malgré un entretien continu). Avec des périodes de paix plus longues qu'aux XVI-XVII^{èmes} siècles, l'entretien de ces éléments défensifs apparaissant trop coûteux conduisent au retour de la minéralisation du parapet.



Photo aérienne du bastion de la Brèche, campagne de 1946. Les ombres portées améliorent la visibilité des éléments défensifs installés lors de l'occupation allemande de Lorient. Une plate-forme centrale occupe le centre du bastion. La guérite et le petit bâtiment sur le flanc Est sont arasés. On distingue les pivots des batteries du flanc Ouest. Les parapets sont végétalisés et les ouvertures de tirs sont encore bouchées (avant la restauration). Le parapet Ouest de la seconde moitié du XIXème siècle paraît plus long qu'aujourd'hui (raccourci lors des restaurations). On distingue les ombres des arbres de la courtine et celle de l'arbre de l'orillon Ouest (au bas de la photo).

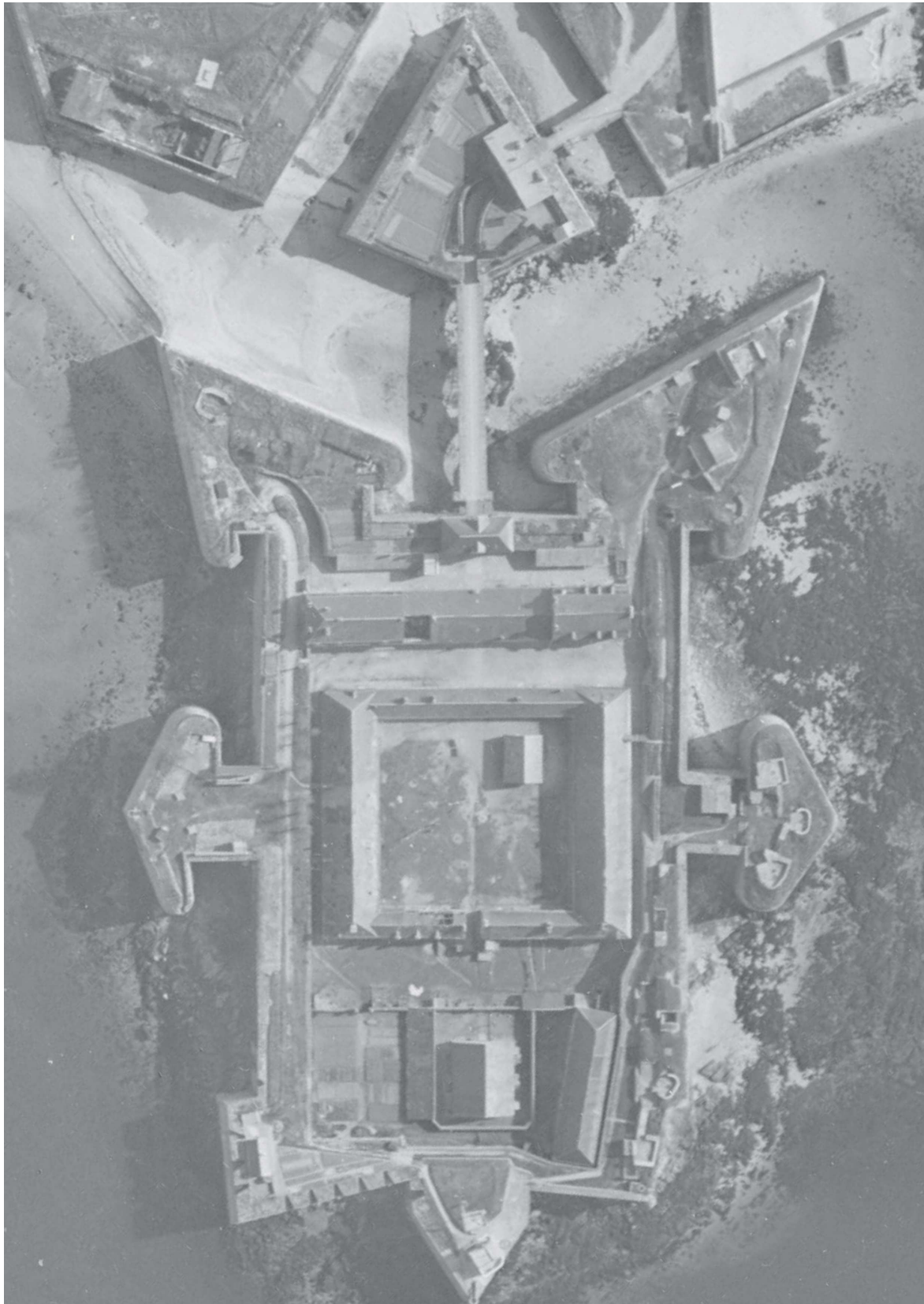


Photo aérienne du bastion de la Brèche, campagne de 1953. On note les terres-pleins encore présents sur le front Sud et les arbres sur les courtines et les bastions du Nord-Est. Les installations défensives allemandes sont toujours présentes (bastion Desmourier et bastions du Sud), mais elles ont été enlevées du bastion de la Brèche.



Vue de l'orillon Ouest, sur le front du bastion, le parapet a été doublé en épaisseur comme le témoigne le coup de sabre visible en plan à droite.



Le parapet d'origine est conservé avec son cordon sur le bastion Desmourier alors que celui de la Brèche a été abaissé et adapté à une artillerie moderne.



Vue aérienne de la citadelle vers 1970 : les terres pleins ont été enlevés au Sud et la plupart des arbres ont disparus.

Les ouvertures de tir présentes sur le front du bastion mesurent 3,60 m de longueur avec un ébrasement de 1,13 m à la gorge pour s'écarter à 2,40 m. Il n'y a pas d'ouvertures de tir sur le flanc Est au contraire du flanc Ouest où deux ouvertures flanquent le bastion du Camus (2 m de longueur pour 0,7 m de large à la gorge s'écartant à 2 m à la fin de l'embrasure). L'angle de tir est donc plus grand sur les flancs et permet un flanquement plus large car il n'y a pas la même nécessité de protection que sur le front du bastion, ni la même épaisseur de parapets.

Les ouvertures de tirs correspondent au niveau de circulation de la plate-forme et sont déjà visibles sur les photos du début du XX^{ème} siècle (avec les canons en position). La maçonnerie du parapet semble similaire et on observe une gouttière traversante sur le côté intérieur du front Est, au niveau du sol de la plate-forme. Les tablettes sont simples avec des pierres posées à l'horizontale en sommet de mur alors qu'elles sont à champs pour le couronnement du parapet du bastion Desmourier. Ces pierres sont d'abord destinées à souligner esthétiquement le haut du mur et à empêcher l'infiltration de l'eau dans la maçonnerie tout en retenant la terre contenue dans les parapets.

Le parapet intérieur du front du bastion et celui de la courtine Nord-Est présentent des similitudes dans la mise en œuvre par l'usage d'une assise intermédiaire de pierres posées à champ. Il peut s'agir d'une assise d'ajustage d'une phase de chantier permettant également de consommer le maximum de pierre avec une pose rapide (la taille de la pierre est réduite au minimum car il y a peu d'angles à retailler pour ce sens de pose et l'angle de position de la pierre est ajustable selon la hauteur de l'assise)⁶². Ce type de mise en œuvre est courant et visible sur plusieurs parapets des fortifications modernes alentour (Locmichelic).

⁶² Je remercie Florian Rennucci (maître d'œuvre de Guédelon) et Arnaud Coutelas (archéologue, Arkémine) pour leurs précieuses suggestions sur ce type de mise en œuvre.



Photo ancienne (vers 1900 ?), on note une partie des tablettes du parapet détruite (reconstruite lors des restaurations des années 1970 ?)⁶³. La guérite fut rasée au cours de la seconde guerre mondiale. Les canons en exposition sont mis en scène pour la photographie. Il s'agit de canon de 95 modèle 1877/88⁶⁴ avec chargement par la culasse et une manivelle pour fermer. Le canon de 95 est souvent employé dans les places qui demandent une défense énergique et dans les forts d'arrêts ou de rideau. Il est utilisé pour surveiller le terrain à distance, tirer contre le personnel des batteries de l'assiégeant et contre les rassemblements de troupes et de travailleurs. Il sert aussi à flanquer les positions de défense et à détruire les obstacles d'une résistance médiocre. Dans les grandes places, il sera affecté plus spécialement à l'armement disponible.

⁶³ 9fi1301 : collection 1880-1930 (fonds Crolard, ville de Lorient), négatif NB, Film (entrée en 1999).

⁶⁴ http://www.fortiffere.fr/artillerie/index_fichiers/Page846.htm : Le canon de 95 modèle 1877 est une pièce d'artillerie de petit calibre propre au tir de plein fouet contre les obstacles légers et le personnel. Il fait parti de la même famille que les canons de 90 ou 80 mm qui possèdent comme propriété la tension de la trajectoire, l'étendue des portées et la précision du tir.

Le canon de 95 est une bouche à feu moderne de petit calibre, développée en juin 1875 par le Colonel Lahitolle. Il peut être monté sur un affût en fer de campagne modèle 1877 ou sur un affût de siège et place modèle 1880. Ce dernier moins maniable que l'affût de campagne est aussi appelé affût sauterelle, ou affût omnibus. Il pouvait être monté avec différentes pièces légères pour être utilisé dans les fortifications sur des plateformes de tir masquées aux yeux de l'ennemi. Cet affût de siège et place mle 1880 possède un plus grand champ verticale de tir par rapport à l'affût de campagne, donc il permet une plus grande portée de tir. Il pouvait être équipé de roues en bois de 95 ou de roues métalliques appelées roues Arbel qui résistent mieux aux conditions climatiques.

Ces affûts possèdent malgré leur poids différent une très grande mobilité. Le canon de 95 de Reffye monté sur affût (de campagne ou de siège et place) est susceptible d'être attelé, de former des batteries mobiles ou d'être employé pour l'occupation temporaire des positions de défense.

En 1888, les nouvelles pièces de 95 bénéficieront d'une modification de l'axe de la lumière qui se trouvait dans le renfort de la culasse et qui sera déplacé dans l'axe de la vis de culasse. Cette modification qui changera le millésime en canon de 95 modèle 1888, permettra d'augmenter légèrement la portée de tir de cette bouche à feu. Après une distance variant, suivant la nature du sol, de 2500 à 3000 mètres, les obus ordinaires percutants perdent une grande partie de leur efficacité. Les obus fusants peuvent produire des effets au-delà de ces distances contre des buts suffisamment étendus.

Les obus à balles ou à mitraille peuvent remplacer les obus ordinaires dans le tir contre les obstacles de toute nature que ces derniers sont capables de détruire. Dans le tir fusant, les obus à mitraille ont une supériorité incontestable sur tous les autres projectiles.

Le canon de 95 (acier) de côte ou de casemate modèle 1888 sur affût G de côte modèle 1904 à châssis circulaire

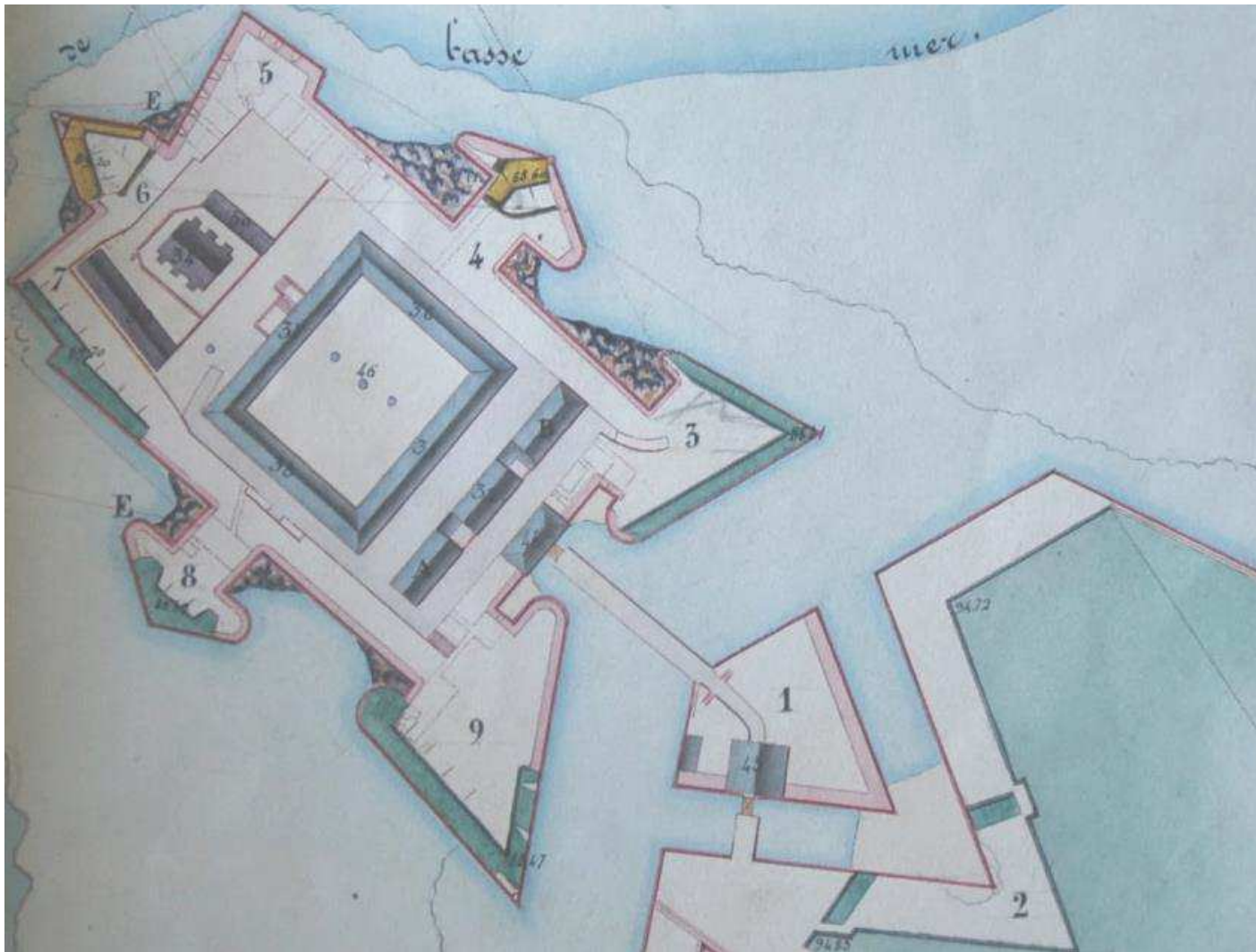
- culasse à vis système Lahitolle.
- Cadence de tir 1 à 5/minute, portée de 8000 m maxi pour une portée de +32° à -10° vertical pour 360° horizontal.

En 1888, un canon de 95 qui possède approximativement les mêmes caractéristiques que le canon de campagne modèle 1888 est mis au point par le colonel Deport pour la défense du littoral. La bouche à feu du millésime 1888 est modifiée en l'équipant d'une collerette et d'un système d'équilibrage pour être montée sur un affût rotatif de côte. Cet affût appelé affût de côte ou de casemate G à châssis circulaire modèle 1904, est équipé d'un châssis, d'un bouclier et de deux freins hydrauliques qui absorbent le tir de la pièce en produisant un léger recul. Ce matériel est surtout utilisé pour la défense des côtes pour armer les batteries côtières de moyen calibre qui se situent en métropole, en Afrique du nord et dans certaines colonies.

Il armera la casemate de flanquement du fort du Janus à Briançon et deux casemates au fort d'Haudainville de Verdun.



Elément du parapet 1860 conservé sur le flanc ouest du bastion.



1856 SHD. Projet d'aménagement de terre-plein et parapet en jaune.

Un parapet haut est présent sur le flanc Ouest du bastion. Ce morceau de mur est visible sur les photos aériennes (notamment celle de 1946), associé à un petit bâtiment qui est toujours en place. Une série de photos du début du XXe siècle (base Mémoire et AM Lorient) montre aussi ce mur, alors plus étendu que le moignon visible de nos jours. Si on regarde différents plans XIXe et début XXe de la citadelle, on comprend que ce mur est associé aux restes d'une batterie de côte (vers 1860) pour deux pièces, dont les scellements d'affûts sont nettement visibles sur les photos. Des arrachements sont visibles sur le cliché 9Fi1298 et Fi1066 des AML, au niveau du mur de genouillère de cette batterie, alors arasée pour laisser la place à des pièces sur affût de campagne et de place. Dans les projets de 1857-1858 figure l'aménagement d'un parapet pour deux canons de 30 dans le bastion 4. Le chef du génie propose de n'installer qu'une seule pièce car la place manque pour installer correctement le parapet (les reprises au crayon sur le projet montrent que le problème a été ré-étudié). Patrick Jadé pense que le Comité est revenu à une batterie de deux pièces, en résolvant le problème de leur exposition à des tirs venant de leur gauche par la construction de ce fameux mur au-dessus du parapet existant. Dans les mêmes projets figure la fermeture des embrasures de ce parapet. Le mur aurait été partiellement, conservé par la restauration à cause de l'édicule qui lui est accolé ?

En 1870, l'artillerie vit son matériel se perfectionner par l'adoption successive :

- Du canon de Reffye en bronze se chargeant par la culasse (1873) ;
- Du premier canon en acier (1875) ;
- Des pièces du système de Bange de 80 mm et de 90 mm d'une portée et d'une précision plus grande ;
- De canons de siège de 120 mm et de 155 mm du système de Bange⁶⁵.

Dès 1877, des canons de 80 mm et de 90 mm dus au colonel de Bange lui succèdent complétés par divers matériels de montagne (pièce de 80 mm), de siège et de place, de côtes. Enfin, on voit apparaître le canon de 75 mm Mle 1897, première réalisation d'une pièce qui peut être réellement qualifiée de canon à tir rapide (cette dénomination a été utilisée pour des pièces antérieures mais devant les performances des nouveaux matériels ces pièces seront désormais désignées par le vocable canons à tir accéléré).

Les progrès de la métallurgie entraînent l'emploi de matériaux nouveaux (l'acier au lieu de la fonte) et la production de pièces de plus forte puissance. L'apparition d'une nouvelle poudre noire, puis l'invention d'explosifs chimiques, imposent des tubes de plus grande résistance. Pour faire face aux navires désormais cuirassés, les fortifications côtières voient leurs formes et leurs matériaux évoluer. Elles se dotent d'une artillerie nouvelle identique à celle embarquée sur les navires cuirassés ; seuls les affûts sont spécifiques. Les tubes de cette nouvelle artillerie sont rayés afin de mettre le projectile en rotation, ce qui accroît la précision du tir. Le projectile est désormais de forme cylindro-ogivale, chargé de poudre puis d'explosif chimique : l'obus remplace le boulet. Le rayage de l'âme impose un chargement par la culasse qui facilite les opérations de tir⁶⁶. Enfin, l'amélioration de la précision s'accompagne de l'apparition de nouveaux moyens de visée. Ces canons sont dits "frettés" et "tubés". Les éléments du bloc de culasse mobile comprennent par ailleurs de l'acier, du bronze et du cuivre. Le canon de 19c (19 centimètres) modèle 1878 illustre parfaitement ces évolutions.

Dans le cas d'une fortification côtière, la mobilité des grosses pièces d'artillerie a été prise en compte bien avant l'arrivée des véhicules à vapeur du XIX^{ème} siècle pour les fortifications terrestres. Cela a donc été un élément majeur de l'évolution précoce des fortifications côtières face à une nouvelle artillerie de la fin du XIX^{ème} siècle plus performante⁶⁷.

La fortification bastionnée cessa d'être efficace et le concept de place forte dans son sens strict tendit à disparaître, remplacé dans les systèmes défensifs par les "camps retranchés".

Les camps retranchés peuvent se définir comme des territoires dont les positions dominantes sont garnies de fortifications permanentes (forts) en mesure de se flanquer mutuellement (la distance entre eux sera inférieure à la portée de leur artillerie) et d'appuyer les contingents militaires manoeuvrant dans leurs environs immédiats⁶⁸.

Les blindages que possédaient ces fortifications se trouvèrent vite périmés devant les nouveaux progrès de l'artillerie, parmi lesquels il nous faut citer l'apparition vers 1885 des obus-torpille, dont le révolutionnaire explosif de grande puissance était à même d'exploser une fois que le projectile était parvenu à pénétrer les blindages des fortifications. De nombreuses fortifications côtières sont alors abandonnées comme le Fort-Bloqué, jugé obsolète face à l'obus-torpille⁶⁹.

⁶⁵ <http://artillerie-fortification.over-blog.com/tag/articles/> : Parallèlement, les projectiles évoluent vers une forme cylindro-ogivale et de nombreuses études sont entreprises : métal des parois ; chemises de plomb ou ceintures de cuivre ; obus à fragmentation systématique ; obus à parois multiples... obus à balles ; boîtes à mitraille. Tous ces travaux conduisent à l'adoption en 1875, d'un canon de 95 mm dû au colonel de Lahitolle.

⁶⁶ BRAGARD, 2012, p. 15-19.

⁶⁷ BRAGARD, 2009, p. 22-28.

⁶⁸ Pour la diffusion de ce type de fortification : général français Raymond-Adolphe Séré de Rivières (1815-1895) : <http://bertan.gipuzkoakultura.net/eu/18/fr/17.php>

⁶⁹ <http://www.fortiff.be/iff/index.php?page=k2>

A cela, il conviendrait d'ajouter l'augmentation de la vitesse de tir des pièces comme conséquence, en premier lieu, de la généralisation de la charge par la culasse (jusque là on chargeait par la bouche) et, en second lieu, de l'apparition des canons à tir rapide. Une nouvelle augmentation de la portée des pièces fut la conséquence de l'emploi de poudres sans fumée pour l'impulsion des projectiles. La vulnérabilité des fortifications oblige alors le remplacement des caponnières par des coffres de contrescarpe, puis à l'emploi massif de béton spécial (vers 1895) et de béton armé (vers 1910), des tourelles tournantes et des cloches métalliques (très répandues en Europe dès 1900), jusqu'à la dispersion des batteries (cas des Festen allemandes) conduisant à l'abandon progressif du modèle des citadelles⁷⁰.

Le parapet actuel du front du bastion est lui aussi daté du XIXème siècle avec l'adaptation de ses embrasures et du dégagement de la vue pour des batteries protégées par un muret très épais et bas.



Le scellement d'affût de la batterie du XIXème siècle est encore conservé en morceaux sur le bastion (probablement descélé lors des travaux de restauration des années 1950-1970 pour redonner un aspect de la citadelle du XVIIème siècle). Un élément du scellement d'affût de la batterie du XIXème siècle. Il s'agit d'un module quadrangulaire de 1.20 m de côté avec la présence d'agrafe métallique permettant l'assemblage de quatre parties avec feuillure pour former un socle d'affût de canon (de 30 ?)⁷¹.

⁷⁰ BRAGARD, 2008, p. 25.

⁷¹ RATHEAU, 1858, p. 281-284. On dispose des batteries dirigées vers les points de mouillage et de débarquement ; elles sont armées de pièces en fonte de fort calibre montées sur affûts de côte. En 1885, c'est le système de Bange qui est adopté pour les affûts de côte : <http://fr.muzeo.com/reproduction-oeuvre/canon-de-340-mm-sur-affut-de-cote-système-de-bange-figurant-a-lexposition> (Epreuve datée vers 1885-1889 ; planche 29 de l'album "Artillerie système de Bange" des anciens établissements Cail).



Echauguette et plusieurs canons sur les remparts. En contrebas, un bateau et plusieurs barques. A l'arrière plan, le bourg de Lorient⁷². On note l'élévation complète d'origine du parapet du flanc Ouest daté de 1860. Il y a également un petit réduit avec un toit positionné sur l'arc au-dessus du flanc Est. Ce bâtiment, comme le parapet moderne à l'Ouest, n'apparaissent plus sur la photo de 1946 et semblent avoir été détruits au cours de la guerre (pour l'installation des défenses allemandes).

Le front du bastion

La fondation et les premières assises du bastion sont soumises à une forte érosion marine lors de la marée haute et se composent donc de larges blocs de granit très bien appareillés et bien jointoyés sur six assises environ afin de donner une meilleure résistance et une stabilité optimale (pas de joints larges).

On observe les ouvertures de tirs bouchées au niveau des orillons mais également sur le front Est, proche de la guérite, et au même niveau que le passage souterrain du bastion. Ces ouvertures de tirs possèdent toutes des événements, bouchés également.

Un coup de sabre est bien visible sur les différences de joints et de maçonnerie sur la partie Ouest de l'orillon soulignant une possible reprise. Pourrait-il s'agir de la fameuse brèche de 1625 puisqu'elle se situe sur la partie la plus facilement atteignable par des canons depuis la rade à l'Ouest ?

Pour Lisch⁷³, la trace de la brèche⁷⁴ est clairement désignée par la le débord de maçonnerie situé sur l'avant du front Ouest. Ce massif large de 5,4 m pour 7,6 m de haut ne suit pas le

⁷² 16Fi1066 : collection 1880-1930 (fonds Crolard, ville de Lorient), négatif NB, Film (entrée en 1999). Lié à 2NUM20.

⁷³ LISCH, 1988.

⁷⁴ BUFFET, 1963, p. 10 : Les révoltés de La Rochelle convoitaient les navires du Port-Louis. Le 18 Janvier 1625, l'un de leurs chefs, Benjamin de Rohan, duc de Soubise, pénétra dans le Havre avec douze vaisseaux de guerre camouflés en bâtiments marchands. Il s'empara sans aucune peine de la flotte royale, puis il pilla la ville, brûla quelques maisons et saccagea l'église Saint-Pierre. Seule la citadelle résista, défendue par Jean de Jégado (la brèche résulte d'un tir de canon tiré à ce moment là). Les ducs de Vendôme, de Brissac et de Retz se portèrent à son secours ; mais ils ne purent empêcher Rohan Soubise de s'échapper dans la nuit, malgré les nombreux

fruit du rempart mais s'arrête à mi-hauteur du bastion, visible par une tablette permettant un écoulement de l'eau le long du mur. Deux trous de boulins de 30 sur 30 cm encadrent ce débord dans sa partie haute. Il pourrait en fait s'agir d'un élément fonctionnel de support d'un système de levage le long du bastion. Les trous de boulins pouvant servir de fixations pour une machine de levage. En effet, l'aménagement est beaucoup trop sophistiqué pour qu'il s'agisse d'une simple réparation du bastion suite à la brèche. Pourtant, ce système n'apparaît sur aucun plan.

Au dessus de ce débord maçonné apparaissent deux coups de sabre visibles aux joints orangés en saillie sur le même tracé de la largeur du débord. S'agit-il de l'ancienne feuillure destinée à recevoir l'installation de levage supposée ?

La guérite actuelle fut reconstruite lors des restaurations en 1957, puisqu'elle avait été arasée pour dégager les champs de tir lors de la seconde guerre mondiale. D'abord réalisées au XVII^{ème} siècle en tuffaut, complètement dégradées par les intempéries cent ans après, les guérites avaient alors été remplacées par du granit mais comme le matériau était plus dense, leur diamètre fut diminué ; elles ont été refaites à l'identique ce qui explique la saillie de certains socles⁷⁵.

On observe deux trous de boulins présents sur chacun des côtés de la guérite dans la maçonnerie du front, utilisés pour porter l'échafaudage pour la construction de cette dernière.



Le front Ouest et le débord de maçonnerie

La courtine Nord-Est

La courtine relie les deux bastions sur une longueur de 55 m pour 10,7 m de hauteur. Son boulevard d'artillerie est protégé par un parapet en terre de 4 m d'épaisseur percé de deux larges baies de tir sur une hauteur d'1,3 m. Celles-ci, de plain-pied, ont été transformées en

obstacles accumulés dans la passe, n'abandonnant que trois vaisseaux et ramenant tout le reste triomphalement à La Rochelle. Le Cardinal de Richelieu, gouverneur de Bretagne, arma une partie de ses navires à Port-Louis dans sa lutte finale contre les Rochelais.

⁷⁵ LISCH, 1988, p. 197.

belvédère, dont l'une est équipée de bancs. Une reprise d'un angle de maçonnerie du parapet sur la seconde embrasure est visiblement une réparation. L'étude mentionne également une troisième baie de tir qui est aujourd'hui bouchée. La muraille extérieure est non chaînée au reste du parapet (coups de sabre visibles sur les côtés des embrasures) et on note une assise de plus sur ce mur par rapport au mur intérieur du parapet. Comme il passe devant la troisième baie de tir bouchée, on peut considérer qu'il s'agisse non pas du mur d'origine mais d'un second état de construction ou de reprise (un premier mur de 60 centimètres d'épaisseur puis un ajout de 4 mètres d'épaisseur de remblai de terre du parapet suivi d'un réaménagement des ouvertures de tir, seulement deux au lieu de trois à l'origine).

Son rempart extérieur est flanqué par des baies de tirs situées dans le creux des orillons des bastions.

Le parapet est maçonné afin de cloisonner et retenir les terres de remblais⁷⁶. La tablette de maçonnerie ornant le sommet de ces murs de soutènement des terres du parapet végétalisé fait une légère saillie. Composée de pierres taillées allongées dans un but de solidité, cette tablette laisse une berme horizontale destinée à empêcher les terres de tomber dans le fossé ou sur la courtine. La végétation empiète actuellement sur l'escarpe et crée des pathologies dans la structure du parapet avec le déjointoiement, l'apparition de fissures et l'écoulement d'eau à travers le mortier.

On observe un espace de circulation le long du parapet intérieur situé au même niveau que les ouvertures de tirs, légèrement plus haut que la courtine principale et marqué par une simple structure maçonnée d'une seule assise parallèle au parapet.

La courtine est large de 5 m environ avec un garde-corps sur une fondation maçonnée du côté cour de la citadelle.

Du côté extérieur, l'escarpe présente de nombreuses reprises intéressantes. Par endroit le rocher apparaît et témoigne du travail d'aménagement du socle naturel afin d'asseoir le rempart. A l'Ouest, une trace d'arrachement sur la maçonnerie de 4 m de hauteur indique un probable aménagement (ou un projet). Serait-ce la trace d'une clôture de fermeture entre l'orillon et l'escarpe de la courtine créant un espace fermé de circulation intermédiaire entre les poternes sous l'arc du flanc Est et un accès vers la plage ?

Du côté intérieur, en raison des travaux de restauration en cours lors du relevé, il n'a pas été jugé judicieux de relever en pierre à pierre le mur de la gorge du bastion côté cour mais simplement en analyse sur orthophotographie. La fondation de ce mur est clairement posée sur le socle rocheux qui remonte haut à cet endroit (presque 8m NGF). Les encoches ont été mentionnées, il peut s'agir de trous de boulins ou plus probablement d'un aménagement dans la maçonnerie destinée à recevoir une installation en bois destinée à la circulation (de la cour à la courtine ?). Un coup de sabre dans la maçonnerie dans l'angle opposé de l'escalier témoigne d'une reprise sur ce mur (installation tardive de l'escalier ?). L'escalier de 5,54 mètres de long est composé de marches de modules réguliers de 1,07 mètres de large pour 28 centimètres de profondeur (pour un accès piéton donc, puisque les canons devaient emprunter le chemin de ronde avec l'accès de circulation par la rampe du bastion Desmourier).

⁷⁶ BRAGARD, 2002, p. 88.



Le flanc Est du bastion de la Brèche

Les marques de tacherons présentes sur les premières assises témoignent d'une reprise en sous-oeuvre afin d'assurer une meilleure stabilité du parement de l'escarpe probablement abîmée par l'érosion marine (les premières assises correspondent au niveau de la marée haute). On observe plusieurs campagnes de réfection des joints sur la base de ce mur avec l'utilisation d'un mortier plus compact (hydraulique). Lisch confirme également ces travaux réguliers d'entretien de la base des murs de la citadelle.



Marques de tâcheron au pied de la courtine Nord-Est.

Méthodologie du relevé

Création d'un nuage dense de points par corrélation photogrammétrique

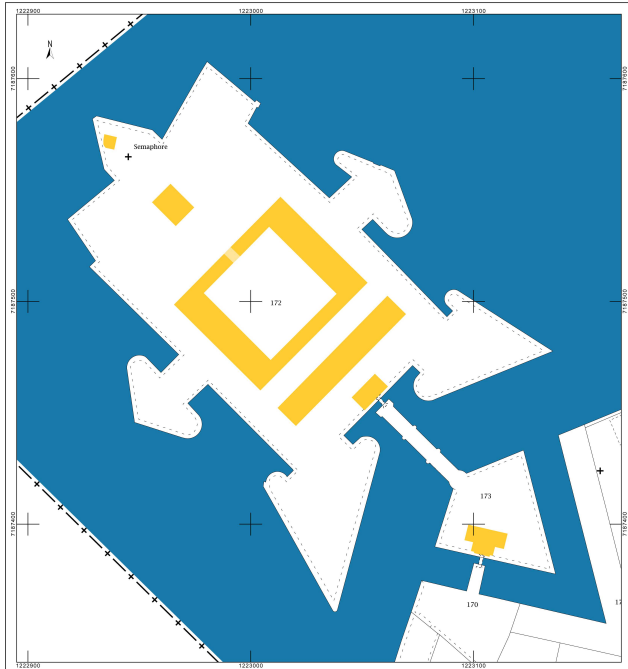
La méthode photogrammétrique consiste à créer un modèle numérique intégral par captation tridimensionnelle de l'ensemble architectural existant.

Conjointement au relevé tridimensionnel une couverture photo est réalisée en ultra haute définition (UHD).

La photogrammétrie consiste en une corrélation d'images numériques avec reconnaissance automatique de pixels homologues sur une surface commune à deux images. Une bonne couverture photographique est nécessaire, d'où la multiplication du nombre de photographies par capteur de haute précision de plus de 20Mp pour obtenir une résolution centimétrique sur le modèle 3D. Un recouvrement de 70% entre chaque photographie verticale est alors nécessaire. Il est donc essentiel que les clichés présentent des qualités géométriques et photographiques analogues (utilisation d'une focale fixe).

Etant donné la hauteur extérieure du bastion, les photographies ont été prises à l'aide d'une perche avec un recul suffisant. Il a donc été nécessaire d'effectuer la prise de vue lors de la grande marée en Février. En effet, la marée basse correspondait alors à une heure d'ensoleillement neutre de la journée (milieu de matinée), la lumière et le recul permettent alors les conditions optimales pour les prises de vues photographiques. La perche a ensuite été nécessaire pour les photographies verticales sur le sommet du bastion afin de créer une orthophotographie en plan du site.

Département : MORBIHAN Commune : PORT-LOUIS	DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL	Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre des impôts foncier suivant : LORIENT 1 Place de l'Hôtel de ville CS 46390 56317 56317 LORIENT CEDEX tel. 02 97 84 91 31 - fax cdif.lorient@dgfp.finances.gouv.fr
Section : AE Feuille : 000 AE 01 Echelle d'origine : 1/1000 Echelle d'édition : 1/1000 Date d'édition : 23/02/2016 (fuseau horaire de Paris) Coordonnées en projection : RGF93CC48 ©2014 Ministère des Finances et des Comptes publics		Cet extrait de plan vous est délivré par : cadastre.gouv.fr



Extrait du cadastre de Port-Louis (25 janvier 2016, extrait par Internet, cadastre.gouv.fr)

Plusieurs points de contrôle sont géo référencés à l'aide d'un tachéomètre (Leica TS06) afin de replacer les élévations des murs sur le plan topographique final dans le système souhaité (RGF 93 pour le XY et NGF pour le Z).

Un cheminement de plusieurs stations topographiques a été nécessaire afin d'obtenir le géoréférencement du site selon l'altitude de référence. Les points de contrôle doivent être visibles sur les photographies.

Après chaque session de relevés photographiques, il faut classer précisément la série de photographies selon les emplacements géographiques (délimiter des zones), les murs (numérotés par unité archéologique définie par l'opérateur) et les orientations de vues.

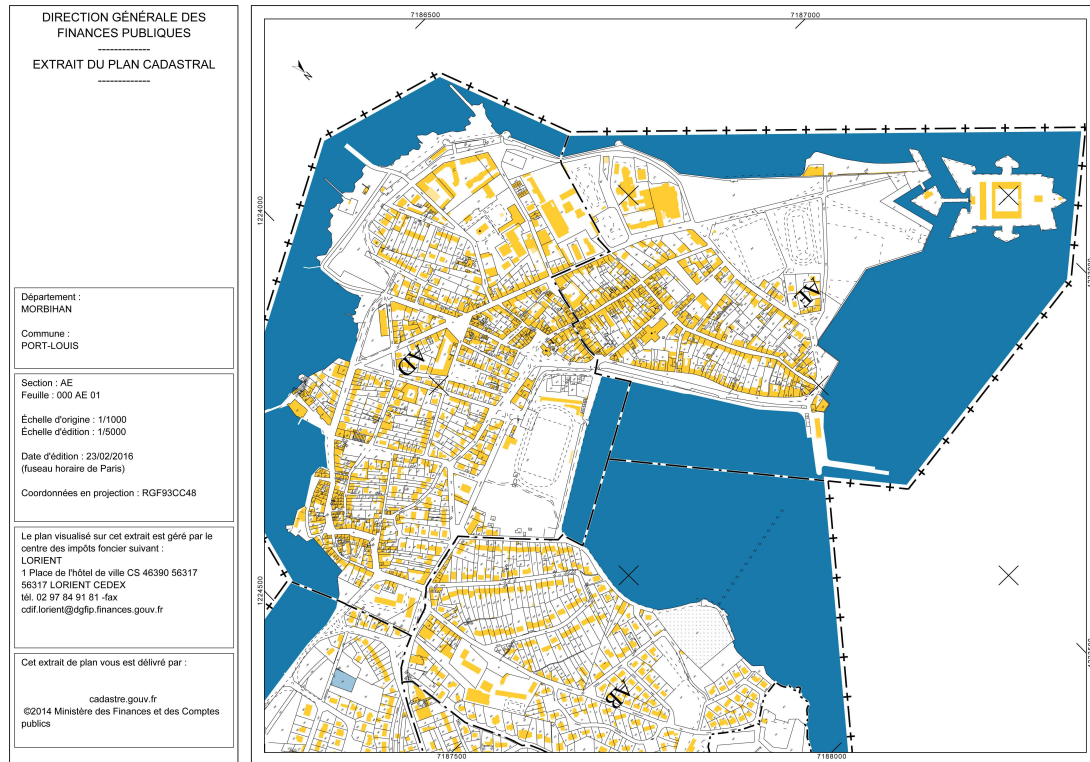
Ce classement facilite le traitement des photographies pour la création du nuage de points. Cette étape peut être longue car il est nécessaire de vérifier, voire de recalculer des parties parfois erronées.

Un logiciel spécialisé permet la modélisation en 3D et le calcul du nuage de points⁷⁷. Il faut ensuite contrôler la précision du nuage de points, les zones non traitées ou incorrectes et nettoyer manuellement le nuage de points (supprimer la végétation par exemple).

Les plans, coupes et orthophotographies de chaque mur sont produits depuis ce modèle 3D comprenant les textures et également le plan topographique du site et de son environnement

⁷⁷ Le calcul du nuage de point puis de la création du modèle 3D a nécessité une puissance de calcul d'un CM Asus P9X79-X79 Intel X79 Express Chipset - Socket R LGA-2011 avec un CPU CORE I7-4930K 3.40GHZ SKT2011 12MB CACHE et une mémoire vive de 64GA RAM ainsi qu'une carte graphique adaptée au traitement 3D : QUADRO 2000 D DUAL DL-DVI-I CONNECTORS.

avec le MNT (modèle numérique de terrain selon un maillage de précision). La vectorisation des orthophotographies est traitée avec des logiciels CAD, tels qu'AutoCAD ou illustrator. Il est nécessaire de définir clairement les objectifs scientifiques. C'est la finalité des besoins qui doit conduire le modèle 3D à élaborer et donc la technique à mettre en oeuvre pour les réaliser, au-delà du simple fait de fabriquer des images de synthèse.



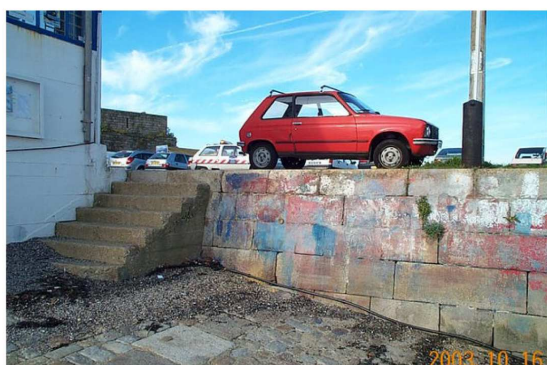
Extrait du cadastre de Port-Louis (25 janvier 2016, extrait par Internet, cadastre.gouv.fr)

Repère de nivellement

Matricule :	O.L.K3S3 - 10	Système d'altitude : NGF-IGN 1969
		3,139 m
Année de dernière détermination : 1985		ALTITUDE NORMALE
Repère vu en place en 2003		

Type : M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL		
Complément :		
Système : RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS 1980 - Méridien origine : GREENWICH		
Longitude (dms) :	3° 21' 24" O	Latitude (dms) : 47° 42' 40" N
Système : RGF93 - Projection : LAMBERT-93		
E (km) :	223.86	N (km) : 6753.71
Département : MORBIHAN Numéro INSEE : 56181 Commune : PORT-LOUIS		
Voie suivie : RUE DE LA POINTE		
de : MAIRIE à : PORT DE PECHE		
Coté : Droit	PK : -	Distance : 0,42 km du repère O.L.K3S3 - 9
Localisation : AU PORT DE PECHE DE PORT-LOUIS		
Support : MUR DE SOUTÈNEMENT DE LA JETEE		
Partie support : FACE EST, FACE AU BASSIN		
Repèrèments : A 1.10 M AU NORD-EST DE L'ESCALIER		
A 0.65 M AU-DESSOUS DE L'ARETE SUPERIEURE		

Remarques : Exploitable par GPS depuis une station excentrée



Le repère est au centre de la photo



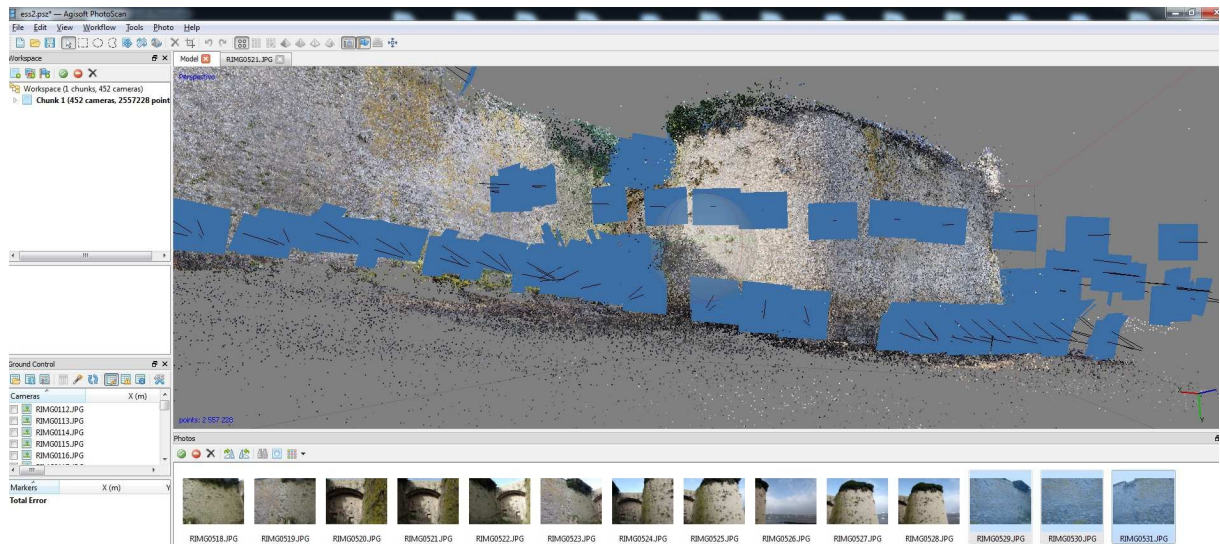
Carte : 0720 LORIENT

Avertissement

Compte-tenu des risques de déplacement des repères, il est indispensable de rattacher vos opérations de nivellement à plusieurs repères proches, ceci afin de contrôler leur stabilité. La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle. [En savoir plus sur les mouvements verticaux.](#)

Toute remarque concernant la destruction, la disparition ou le mauvais état des repères doit être signalée au Service de la Géodésie et du Nivellement : sgn@ign.fr

© 2009 IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE
73 Avenue de Paris 94165 SAINT-MANDE CEDEX



Nuage de point en cours de calcul



Modèle 3D brut avant texture



Vue perspective du modèle finalisé (à partir de l'orillon Ouest vers l'intérieur du bastion)

Matériel de terrain :

PHOTOGRAPHIE : Canon 5D Mark II (objectifs 24mm)

perche photographique avec appareil 18mpixel à commande wifi (smartphone).

TOPOGRAPHIE:

Tachéomètre de chantier avec mémoire Builder 300 + trépied et canne : *en station libre, création des points de qualimétrie avec le géoréférencement des cibles photographiques.*

pour la photographie aérienne :
stabilisation par nacelle brushless Be Steady One
cerfs-volants Rokkaku

carnet
mètre et laser mètre
cahier et planche pour relevé architectural A3

Ordinateur :

optimisé pour le traitement 3D :

CM Asus P9X79-X79 Intel X79 Express Chipset - Socket R LGA-2011

CPU CORE I7-4930K 3.40GHZ SKT2011 12MB CACHE

Memoire KINGSTON 8GB 1600MHZ DDR3 NON-ECC CL10 DIMM HYPERX X8 = 64
GA RAM

HD SSD 256GB Samsung 840 PRO SERIE 256GB SATAIII

QUADRO 2000 D DUAL DL-DVI-I CONNECTORS (graphique)

Logiciels :

Autocad *traitement topographique*

Mic-Mac & Photoscan (Agisoft) *création du nuage de points, de la géométrie (Mesh) et des textures du modèle 3D à partir de photographies.*

Cloud compare & Meshlab : *correction et traitement du modèle 3D pour la création des coupes, plans, orthophotos (rectification des zones non planes).*

Unity : *rendu du modèle 3D (lumière, ambiance, ...), visite virtuelle. Travaux de restitution des bâtiments.*

QGIS : *création du MNT et des courbes de niveaux (étude de l'urbanisme).*

Illustrator : *vectorisation des orthophotos pour l'étude du bâti.*

Conclusion

Comme le souligne René Lisch, le parti pris lors des restaurations de la citadelle fut de redonner l'aspect de la citadelle bastionnée du XVII^{ème} siècle. Les éléments plus récents furent alors gommés, de même pour les éléments du fort espagnol d'origine, déjà peu visibles lors de la restauration de la citadelle⁷⁸. Les modifications importantes du XIX^{ème} siècle se situent sur le front Sud et correspondent à une évolution de la fortification et de son adaptation à l'artillerie moderne. Malgré les ajouts des défenses allemandes de la seconde guerre mondiale puis les suppressions dues aux restaurations des années 1950 à 1970, quelques éléments de la période fin XVII^{ème} siècle jusqu'au début du XX^{ème} siècle ont été repérés grâce à l'étude du bâti.

La mise en lumière des phases de constructions et de modifications du bastion en parallèle de l'évolution de l'artillerie du XVII^{ème} au XX^{ème} siècle pourra être mise à profit pour le projet de restauration par les Monuments Historiques (exploitation des pierre à pierre pour les mises en valeurs des ouvertures bouchées), mais servir également pour les projets d'études scientifiques dans le cadre de projet d'archéologie du bâti en raison du potentiel dégagé de ce rapport.

⁷⁸ LISCH, 1988.

Bibliographie

BINET H., *La défense des côtes de Bretagne au XVIII^e siècle*, 1913.

BINET H., *Le duc d'Aiguillon et la réorganisation de la défense des côtes de Bretagne, 1754 – 1759*, 1938.

BOIS J.-P., "Principes tactiques de la défense littorale au XVIII^e siècle", in : BOIS J.-P. (dir.), *Défense des côtes et cartographie historique*, CTHS, 2002.

BUFFET H.-F., *La ville et la citadelle de Port-Louis*, Bahon-Rault, 1962.

BUFFET H.-F., *Vie et société au Port-Louis : Des origines à Napoléon III*, Rennes, Bahon-Rault, 1972.

BRAGARD P., « Jacques Nicolas Bellavène et la commande de manuels à l'usage de l'enseignement de la fortification dans les écoles militaires », dans : *Les savoirs de l'ingénieur militaire (1751-1914), actes de la 5^e journée d'étude du musée des Plans-Reliefs*, Ministère de la culture, Paris, p. 49-60, 2013.

BRAGARD P., « La défense des côtes de la mer du Nord entre Calais et L'Escaut par le gouvernement espagnol de Bruxelles aux XVI^e et XVII^e siècles. » dans : CURVEILLER S., CLAUZEL D., LEDUC C., *Bulletin historique et artistique du Calaisis, Le Déroit*, 173, p. 139-160.

BRAGARD P., « The defensive system of the Dutch Belgium (1815-1830) », dans : *minutes of the seminar 2013*, p. 152-163, 2013.

BRAGARD P., « Le métier d'ingénieur militaire au siècle de Louis XIV », dans : Thomas de Choisy, *Ingenieur und Festungsgouverneur unter Ludwig XIV*, p. 49-61.

BRAGARD P., « Chronologie sommaire des techniques militaires liées à la fortification du milieu du XIX^e siècle à 1914 » dans : *Les Amis de la citadelle de Namur*, 108, p. 22-28, 2008.

BRAGARD P., « La genèse du bastion dans les Pays-Bas espagnols » dans : VIGANO Marino, *L'architettura militare nell'età di Leonardo*, Casagrande, Rome, p. 135-144, 2008.

BRAGARD P., « Vauban... et les autres, tradition ou modernité ? », dans : MARTIN T. & VIROL M., *cahier de MSHE Ledoux, Vauban, architecte de la modernité ?*, ed. Presses Universitaires de Franche-Comté, p. 135, 2008.

BRAGARD P., « Vauban et la fortification hydraulique », p. 141-153, dans : CERMA hors-série 3, *Vauban, la guerre, la gloire, 1707-2007*, 2007.

BRAGARD P., « Soldats et jardiniers : l'emploi de la végétation dans les forteresses, XVe-XIXe siècle », dans : BAUDOUX-ROUSSEAU L. et GIRY-DELOISON (éd.), *Le jardin dans les anciens Pays-Bas*, Artois Presses Université, Arras, p. 87-104, 2002.

BRAGARD P., "La citadelle de Cambrai et les ingénieurs des fortifications aux XVIe et XVIIe siècles" in : BLIECK G., CONTAMINE P., FAUCHERRE N., MESQUI J., *Le château et la ville, conjonction, opposition, juxtaposition (XIe-XVIIIe siècle)*, CTHS, 2002.

BRAGARD P. & FAUCHERRE N., « La citadelle, expression de l'âge classique », dans : FAUCHERRE Nicolas, *125^e congrès national d'histoire scientifique, Archéologie – Château et ville*, Lille, p. 201-207, 2000.

CASSARD J.-C., « Frontière de mer et marine ducale : l'exemple breton, fin XV^e siècle et début XVI^e siècle » in : BOIS J.-P. (dir.), *Défense des côtes et cartographie historique*, CTHS, 2002.

CERINO C., "Enjeux et opérations navales en Bretagne Sud", in: *Annales de Bretagne et des pays de l'ouest*, tome 114, 2007.

COBOS-GUERRA F. & CASTRO-FERNANDEZ J.J., "El nacimiento de la fortificación moderna en España y en la Italia hispánica 1477-1538" in : FAUCHERRE N., MARTENS P., PAUCOT H., *La genèse du système bastionné en Europe (1500-1550), Nouvelles découvertes, nouvelles perspectives*, LA3M-CHAR, 2014.

COLLET B., "Du boulevard au bastion : les exemples champenois sous le gouvernement de Claude de Lorraine" in : FAUCHERRE N., MARTENS P., PAUCOT H., *La genèse du système bastionné en Europe (1500-1550), Nouvelles découvertes, nouvelles perspectives*, LA3M-CHAR, 2014.

CROUY-CHANEL (de) E., 2010, *Canons médiévaux, puissance du feu*, Rempart, Lassay-les-Châteaux, 128p.

DELOCHE J., *Old Pondicherry (1673-1824) Revisited*, EFEO 2004.

DESQUESNES R., *Le Mur de l'Atlantique*, Ouest- France, 2009.

Dictionnaire d'Architecture, éditions du patrimoine, Centres des monuments nationaux, Paris, 2011, 665 p.

EGASSE B., 2015, « Concevoir, construire et entretenir un système fortifié de défense des côtes au XVIII^e siècle : l'exemple de la rade de Lorient (1706-1815), dans : *SHAB*, tome XCIII, p. 75-105.

EGASSE B., *La citadelle et la ville de Port-Louis*, Musée national de la Marine, 2013.

ESTIENNE R., *Les armements au long cours de la deuxième compagnie des indes 1717 - 1773* - Archives du port de Lorient.

ESTIENNE R. (dir.), *Les Compagnies des Indes*, Gallimard, 2013.

FAUCHERRE N., *Places fortes, bastion de pouvoir*, Rempart, 1986.

FAUCHERRE N., PROST P., CHAZETTE A., *Les fortifications du littoral – La Bretagne Sud*, 1998

FAUCHERRE N., "La citadelle de la contre-Réforme instrument du contrôle des consciences ? Le cas de Pont Saint Esprit" in : BLIECK G., CONTAMINE P., FAUCHERRE N., MESQUI J., *Le château et la ville, conjonction, opposition, juxtaposition (XIe-XVIIIe siècle)*, CTHS, 2002.

FAUCHERRE N., "Nouveau et renouveau. Les proto-bastions de Narbonne (1523-1540) comme musée d'antiques" in : FAUCHERRE N., MARTENS P., PAUCOT H., *La genèse du système bastionné en Europe (1500-1550), Nouvelles découvertes, nouvelles perspectives*, LA3M-CHAR, 2014.

GUEGUEN S. & SALAÛN C., *Guide des Forts et fortifications de la presqu'île de Crozon*, éditions Buissonnières, Crozon, 2008.

GUILLEVIC C., *L'impact D'une Ville Nouvelle Dans La Bretagne Du Xviii Siècle - Lorient & La Compagnie Des Indes*, PUR, 2015.

HAUDRERE P. & LE BOUËDEC G., *Les compagnies des Indes*, Ouest France, 1999.

JANNEAU G., *Cités et places fortes en France, l'architecture militaire*, Ed. Garnier, 1979.

JEGOU F., *Le port de Blavet (Port-Louis) et Jérôme d'Arradon, seigneur de Quinipily : politique et religion*, Imprimerie de Galles, 1865.

KLEIN J.F. et MARNOT B. (dir.), *Les Européens dans les ports en situation coloniale, 16e-20e siècle*, Presses Universitaires de Rennes, 2014.

LAGNEAU J.-F. A.C.M.H, *Citadelle de Port-Louis - étude préalable pour la restauration des remparts & bâtiments*, 1994.

LE BOUËDEC G., *Le port et l'arsenal de Lorient, de la Compagnie des Indes à la marine cuirassée. Une reconversion réussie (XVIIIe-XIXe siècles)*, Librairie de l'Inde, 1994.

LE BOUËDEC G. (dir.), *L'Asie, la mer, le monde. Au temps des Compagnies des Indes*, Presses Universitaires de Rennes, 2014.

LE CORRE J., *Lorient, la défense d'un port arsenal aux XVIIème et XVIIIème siècles*, in Actes du colloque Histoire militaire et défense atlantique, Europe et Défense, Société archéologique et historique de Nantes et de Loire-Atlantique, 2000.

LE CORVISIER C., "Le château de Brest, le château de Saint-Malo et les Quiqu'engrogne des ducs de Bretagne" in : BLIECK G., CONTAMINE P., FAUCHERRE N., MESQUI J., *Le château et la ville, conjonction, opposition, juxtaposition (XIe-XVIIIe siècle)*, CTHS, 2002.

LECUILLIER G., *Quand l'ennemi venait de la mer, Les fortifications littorales en Bretagne de 1663 à 1783*, in: Annales de Bretagne et des pays de l'ouest, tome 114, 2007.

LEGOFF H., *La ligue en Bretagne. Guerre civile et conflit international (1588-1598)*, PUR, 2010.

LISCH R. & SALAT N., "La citadelle de Port-Louis" dans *Congrès archéologique de France*, 141e session Morbihan, SFA, 1986.

MOREIRA R., "De la Méditerranée à l'Atlantique. Le succès du bastion dans le monde portugais" in : FAUCHERRE N., MARTENS P., PAUCOT H., *La genèse du système bastionné en Europe (1500-1550), Nouvelles découvertes, nouvelles perspectives*, LA3M-CHAR, 2014.

MORINEAU M., *Les Grandes Compagnies Des Indes Orientales - Xvie-Xixe Siècles*, PUF, 1994.

NIERES C., *Histoire de Lorient*, Privat, 1989.

PARISEL R., "Le port de Collioure et la défense du Roussillon (XVIe-XVIIIe siècles)" in : BOIS J.-P. (dir.), *Défense des côtes et cartographie historique*, CTHS, 2002.

PAUCOT H., "Un témoignage essentiel dans l'Histoire des fortifications bastionnées du XVIè siècle : Navarrenx" in : FAUCHERRE N., MARTENS P., PAUCOT H., *La genèse du système bastionné en Europe (1500-1550), Nouvelles découvertes, nouvelles perspectives*, LA3M-CHAR, 2014.

PONTHAUD M.-S., *Citadelle de Port-Louis, Etude générale en vue de l'achèvement de la restauration des parties classées M.H.*, DRAC Bretagne, 2014.

RONDEAU A., *Le fort de la Conchée*, Société d'éditions Praxys Marine, 2006.

VAN DEN HEUVEL C., "Les citadelles espagnoles et hollandaises des anciens Pays-Bas (1566-1625)" in : BLIECK G., CONTAMINE P., FAUCHERRE N., MESQUI J., *Le château et la ville, conjonction, opposition, juxtaposition (XIe-XVIIIe siècle)*, CTHS, 2002.

Archives

Archives de Vauban sur Port-Louis et Porh Puns, SHAT archives du Génie, archives de Vincennes.

Archives du Service Historique de la Défense, Vincennes :

Archives du Dépôt des Fortifications (Génie Militaire) :

– cotes 1 VH 1470-1475

– cotes 1 VH 2068, 2099, 2131, 2198

– cotes 1 VI 35 ; 1 VJ 26 ; 1 VK 200, 562

Bibliothèque Nationale de France, Paris

Plans des XVII-XVIIIèmes siècles, service historique de la marine, archives de Vincennes.

Service Historique de la Défense, ville de Lorient.

- K 42.

Archives de la ville de Lorient : maison d'édition Laurent (700 clichés entre 1890 et 1925)
couverture photo de la rade pour l'édition de cartes postales.

Traités

BRIALMONT A. H., *Influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la fortification*, Paris, E. Guyot, 1888.

MARIATEGUI E., *El Capitan Cristobal de Rojas Ingéniero Militar del Siglo XVI*, Cehopu, Obras, 2 vol., 1985.

RATHEAU A.-F., *Traité de fortification : comprenant la fortification passagère, la castramétation, la fortification permanente, l'attaque et la défense des places fortes*, Paris, Charles Tanera, 1858.

Sites Internet

<https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/34670>

<https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/search/page=1/sortby=popularity/query=price:0&released:353&size:1-958>

<http://www.artillerie.info/Hist%20artillerie/hist.artilleriel.html>

<http://bunkersite.com/locations/france/lorient/french-gavres.php> et Port-Louis

<http://canonde75.free.fr/histoire.htm>

<http://carlpepin.com/2011/01/06/histoire-de-lartillerie-1ere-partie/>

http://www.culture.gouv.fr/public/mistral/merimee_fr?ACTION=CHERCHER&FIELD_1=REF&VALUE_1=PA00091585

<http://www.fortsteynard.com/artillerie.htm>

<http://www.fortsteynard.com/bange.htm>

<http://www.fortsteynard.com/telegraphe.htm>

<http://www.fortiff.be/iff/index.php?page=1111>

<http://www.fortiff.be/iff/index.php?page=f155>

<http://www.infobretagne.com/port-louis.htm>

<http://www.lefevre.fr/public/ref/index/id/123>

http://payet.voyeaud.org/Proces/Citadelle_Port-Louis.php

http://www.sahpl.asso.fr/site_sahpl/Goulpeau_Louis_le_menhir_du_talut_%C3%A0_pl%C5%93meur.htm

<https://www.youtube.com/watch?v=f9Von6L62aY>

<https://www.youtube.com/watch?v=eijUxVGBEUs>

BIO

En cours de doctorat d'archéologie médiévale et moderne sous la direction de Nicolas Faucherre au LA3M – UMR 7298 de l'Université Aix-Marseille et au Ceias – EHESS à Paris, je suis ingénieur en topographie (suite à la validation des acquis par expérience professionnelle du CNRS (concours ingénieur étude 2 (Nov. 2015), membre de la SFPT, et archéologue du bâti spécialisé en architecture militaire (expert Icomos/UNESCO pour l'architecture militaire et une quinzaine de publications sur les fortifications). Membre du CSG (Castles Studies Group, UK), Président du Diwan 2017, Directeur de la mission franco-indienne des Forts du Deccan (2013-2016) LA3M-CNRS.

CV

NICOLAS MORELLE

Né le 28/08/1986 à Caen, France
archéologue - topographe et archéologie du bâti
doctorant en Archéologie et Histoire du monde médiéval Musulman et Indien,
LA3M (UMR7298 - CNRS) - Aix-Marseille Université - MMSH
doctorant associé au CEIAS (UMR8564 - CNRS / EHESS)
3 Chemin David
14250 Saint Vaast-sur-Seulles, FRANCE
00 336.66.41.64.63
nicolas.morelle@yahoo.fr

Responsabilités scientifiques

- Directeur de la mission de coopération archéologique franco-indienne des Forts du Deccan depuis 2013 (Malik Sandal Institute, Maharashtra Monuments Department, LA3M-CNRS),
- membre ICOMOS France depuis 2011 (expertise scientifique Icofort).
- membre du Castles Studies Group, United Kingdom (depuis 2014).
- membre de la mission française Ani Pempzah 2010-2012, Arménie.
- membre de l'association de restauration de l'église de Pierre Ronde, Frédéric Epaud, Beaumesnil (campagnes 2008-2013).
- membre de la SFPT (Société Française de Photogrammétrie et Télédétection).
- membre du comité de lecture du CRAHN (Centre de Recherches Archéologiques de Haute Normandie).
- membre du programme Atlas de l'Islam médiéval sous la direction de Sylvie Denoix (Islam médiéval CNRS).

Responsabilités académiques

- Thèse de doctorat d'Archéologie et Histoire du monde médiéval musulman et indien au LA3M, Université d'Aix-Marseille depuis 2013, sous la direction de Nicolas Faucherre : "L'évolution de l'architecture militaire du Deccan dans les forts de Firuzabad, Naldurg et Bellary".
- membre de l'association des doctorants des mondes musulmans médiévaux DIWAN.
- membre du GIS Asie-Pacifique et Moyen Orient et mondes Musulmans.
- membre AJEI (doctorants jeunes études indiennes).

Direction d'entreprise

Nicolas Morelle - cartographie, photogrammétrie, topographie, archéologie, recherche historique :

<http://nicolasmorelle.wix.com/archeocartographie>

- rédaction de dossier pour les appels d'offres.

Expériences professionnelles

Topographie

2016

-Topographe et technicien, fouille programmée, Chassenon, Juillet-Septembre (salarié Conseil Général de Charentes).

- Topographe, fouille programmée, château de Belvoir, Israël (sous la direction de Anne Baud, Lyon 2 et CNRS).

- Modélisation 3D de plusieurs églises pour des associations ou des mairies (Dromon (Saint-Geniez), Reuilly, Vienne-en-Bessin).

2015

-Topographe et technicien, fouille programmée, Chassenon, Juillet-Octobre (salarié Conseil Général de Charentes).

2014

-Topographe et technicien, fouille préventive, Chassenon, Août (salarié Conseil Général de Charentes).

2013

-Topographe, fouille préventive, Socellière (Louzy), Octobre-Décembre (salarié Archeodunum).

-Topographe, fouille préventive, Brion-Près-Thouet, Octobre-Novembre (salarié Archeodunum).

-Topographe implantation, fouille préventive, Saintes, Octobre (salarié Archeodunum).

-Topographe, fouille préventive, Plessis (Loroux-Bottereaux), Septembre-Décembre (salarié Archeodunum).

-Topographe et technicien de fouille préventive, La Ferrière en Parthenay, Mai-Juin (salarié Arkémine).

2012

-Mission archéologique Italo-Franco-Pakistanaise de Banbhore, Pakistan, Novembre-Janvier (salarié CNRS).

-Topographe, relevés des thermes de Longeas, Chassenon, Août-Octobre (salarié Conseil Général de Charentes).

-Topographe et technicien de fouille préventive, bassin de Cazaban, Palaja, Juin-Août (salarié ALC).

2009

-Topographe et technicien de fouille préventive, Vitré, Novembre-Mars (salarié EVEHA).

2008

-Relevé topographique, abbaye de Bonport, Rouen (bénévole sous la direction de Jean-

Baptiste Vincent).

Autres

2016

-membre de la mission Qal'at Doubiyé, LIBAN, sous la dir. de Cyril Yovitchitch, MAEE (étude du bâti, photogrammétrie).

-étude archéologique et historique et modélisation du bastion de la brèche (modèle 3D, plans et élévations), citadelle de Port-Louis (contrat Musée de la Marine – Ministère de la défense).

2015

-réalisation de cartographie pour les publications d'historiens (Anne-Marie Eddé (Islam Médiéval Paris I), Helen Philon et George Michell (SOAS)).

-admissible au concours externe n30 BAP D pour l'accès au corps des Ingénieurs de recherche au CNRS (25/09/2015).

-admission à la 44th Annual Conference on South Asia, Madison, USA (October 22-25, 2015) (annulé pour motif professionnel).

2014

-Mission de coopération archéologique franco-indienne à Firozabad, Karnataka, Inde, Décembre.

-Rapport d'expertise pour le classement sur la liste du patrimoine mondial UNESCO, Diyarbakir Fortress, Turquie, ICOMOS, Septembre.

-Organisation du colloque international (avec Nicolas Faucherre) : *Les Forts du Deccan en Inde*, 21 Juin 2014, LA3M, MMSH, Université Aix-Marseille.

-modélisation 3D du patrimoine architectural de Pondichéry, Inde, Mars (salarié agence d'Architecture et patrimoine INTACH).

-Mission de coopération archéologique franco-indienne à Torgal, Karnataka, Inde, Janvier-Février.

2013

-Mission de coopération archéologique franco-indienne à Naldurg, Maharashtra, Inde, Mars.

2012

-Serveur, B restaurant, Osaka, Japon, Mars-Avril (salarié WH).

2011

-Rapport d'expertise pour le classement sur la liste du patrimoine mondial «Hill forts» du Rajasthan, Inde, ICOMOS, Septembre.

-Archéologue, mission française Ani Pempzah 2010, Arménie, Août.

2010

-Tuteur de Français à l'université VEL TECH, Chennai, Inde, Novembre 2010-Juin 2011 (salarié Ambassade de France (programme du MAEE)).

-Promotion de l'éducation supérieure française, salon de Bangalore, Inde, Décembre.

-Archéologue, mission française Ani Pempzah 2010, Arménie, Août.

2009

-Fouille préventive sur le château de Nogent l'Artaud, Sébastien Ziegler, Château-Thierry (bénévole).

-Etude du château de Kantara et des châteaux de Cilicie, dir. Pierre-Yves Laffont, Chypre et

Turquie, IFEA.

-Archéologue, fouille néolithique, Bozel (bénévole sous la direction de Pierre Jérôme Rey).

2008

-Archéologue, fouille de l'enceinte urbaine de Césarée, Israël (MAEE-CNRS sous la direction de Nicolas Faucherre, Jean Mesqui, Jocelyn Martineau).

2004-2007

- participation à plusieurs chantiers archéologiques de l'âge du fer à la période moderne (Hoedic (Marie-Yvane Daire), Chateau-Ganne (Anne-Marie Flambart-Hericher), ferme cistercienne Jouars (Olivier Blin), la Roche-Maurice (Jocelyn Martineau INRAP), la ferme d'Ithe (Orne, Leclerc).

Enseignement

2016 – Formateur CNRS Ivry « Cartographie Historique » (illustrator niveau avancé et autocad)

2013 - Techniques de relevés en Architecture, Malik Sandal Institute of Art & Architecture, Bijapur, Inde.

2010-2011 - Tuteur de Français, VELTECH University.

Formation

2016 – formation doctorale Zététique, pseudo-sciences et médias

2013-2016-Doctorant (AMU - LA3M), Université Aix-Marseille, sous la direction de Nicolas Faucherre.

2011-DU FLE, Université de Grenoble 3 (non diplômé)

2010-Master 2 Histoire et Archéologie, Mémoire 17 TB, Université de Rennes 2

2009-Formation Topographie EVEHA, Limoges

2008-Master1 Histoire et Archéologie, Rennes 2 & University of Cyprus

2007-Licence Histoire de l'art & Archéologie, Rennes 2

2004-Baccalauréat général L, Bayeux (série Arts Plastiques)

Bourses

2014 - Bourse d'étude de doctorant à l'Ecole Française d'Extrême-Orient, Pondichéry, Inde.

2009 - Bourse d'étude de l'Institut Français des Etudes Anatoliennes, Turquie.

2008 - ERASMUS, University of Cyprus, Chypre.

Conférences, colloques et expositions

- **La fortification de Firozabad, XVIIIèmes rencontres Diwan, Lyon, 11-13 Juin 2015.**

<http://f.hypotheses.org/wp-content/blogs.dir/678/files/2015/12/2-Morelle.pdf>

- *La fortification avancée de Vijayanagara à Torgal (1555-1570) : une réponse indienne face à la nouvelle artillerie des sultans ?* Journée des doctorants du LA3M, MMSH, Aix-en-Provence, 28 Mai 2015.

- *La fortification avancée de Vijayanagara à Torgal (1555-1570) : une réponse indienne face à la nouvelle artillerie des sultans ?* **Colloque** "La guerre dans les civilisations de l'Orient et de l'Extrême-Orient" organisé par Damien Chaussende, Collège de France, Société asiatique, Paris, 28-29 Mai 2015.

- *L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan en Inde : le cas de Naldurg (XIV-XVIIème siècle)*, **colloque** de Bellecroix "L'eau autour des châteaux" organisé par Nicolas Faucherre et Hervé Mouillebouche, Bourgogne, 18-19 Octobre 2014.

- *La fortification du port de Banbhore*, session sur les ports et fortifications du monde musulman organisé par Stéphane Pradines, Ahmad al-Shoky et Eric Vallet, **congrès EAA**, Istanbul, 13 Septembre 2014.

- *Naldurg, a border Fort under Adil Shahi Sultanate*, **colloque** international sur les Forts du Deccan organisé par Nicolas Morelle et Nicolas Faucherre (LA3M), MMSH, Aix-en-Provence, 21 Juin 2014.

- *Le fort de Torgal en Inde, possibilités et contraintes matérielles de la photogrammétrie 3D sur un grand ensemble monumental*, séminaire "La photogrammétrie appliquée à l'archéologie du bâti : méthodes, applications, limites..." du LAT-UMR 7324 CITERE organisé par Frédéric Epaud, Tours, 3 Juin 2014.

- *The Future of 3D Modelling in India from a Scientific Perspective* (avec Nicolas Chorier) festival Pondi Photo, Pondichéry, Inde, 23 Mars 2014.

- *Présentation de la photogrammétrie et topographie*, Malik Sandal Institut of Architecture, Bijapur, Inde, 7 Février 2014.

- *Le château de Kantara à Chypre*, séminaire du CESCO organisé par Nicolas Prouteau, Poitiers, 19 Janvier 2012.

- *Exposition sur Saint-Vaast sur Seulles au XIIème siècle*, Saint-Vaast sur Seulles, 9 Novembre 2011.

- *Salon du livre et des auteurs*, Torigni sur Vire, 10 Septembre 2009.

- *Exposition et conférence sur le château* (avec Joseph Decaens), Saint-Vaast sur Seulles, 20 Juin 2009.

Langues

Anglais courant et professionnel (conférences & enseignement) (TOEFL 2012 (70), GRE 2012 (140; 144; 2,5),

Arabe moyen (licence d'arabe littéraire et dialectal Egyptien), notions d'Italien, de Turc et d'Espagnol.

Connaissances informatiques et topographie :

<https://sketchfab.com/nicolas14>

- Topographie : Nikon, Seikko, Leica et station Topcon GPS et Garmin.

- Word, Excel, Powerpoint, Photoshop, Windows movie maker, file maker pro, syslat,

- topographie: AutoCad, Covadis, convers, déclimag,

- DAO: Illustrator, Inkscapen
- PAO: Indesign,
- 3D: Sketchup3D, 123D catch;
- redressement images et photogrammétrie: visualSFM, Meshlab, photoscan, Cloudcompare, photostitch, gaia topo, micmac (notions).
- cartographie et SIG: Autocad map 3D, ArcGIS(notions), Landsat, données IGN, GGearth, global mapper,
- web m: wordpress.

Divers

- dessin technique : Architecture, relevé du bâti, céramique.
- fouille : stratigraphie, prospection, fouille de puits (La Roche Maurice, 2005, INRAP ; Relevé du puits rue Chartran, Carcassonne, 2012, ALC).
- Autres: Permis B (2004), Brevet de secourisme, normes de chantier.
- Autres séjours professionnels à l'étranger : Japon 2012 (visaWH); Italie 2010 ; Autriche 2012 ; Inde 2013; Turquie 2013; Sri Lanka 2014.
- membre Amnesty International

PUBLICATIONS

Travaux universitaires

depuis 2013, *L'évolution de l'architecture militaire du Deccan dans les forts de Firuzabad, Naldurg et Bellary*, Thèse de doctorat d'Archéologie et Histoire du monde médiéval musulman et indien au LA3M, Université d'Aix-Marseille (sous la direction de Nicolas Faucherre).

2010, *Le château de Kantara, Une clé de l'évolution de la défense active au XIIIème siècle entre Orient et Occident, schéma défensif et étude comparative*, mémoire de Master, Université de Rennes 2, 290 p. (non publié).

Livres

(Co-direction avec Christophe Colliou), 2016, *Méthodes de relevés numériques en archéologie et en architecture : applications*, Hors-série du CRAHN (en cours de publication).

2016, *Deccan Forts of India, 1200-1800*, actes du colloque international d'Aix-en-Provence, 21 Juin 2014 (co-direction avec Nicolas Faucherre et préface de George Michell), éditions EFEO/IFP/LA3M (en cours de publication).

2009, *Mémoire d'un château disparu, Saint-Vaast sur Seulles*, Charles Corlet, Caen, 32 p.

Reviews

2014, Review of Deloche Jean "Ancient Fortifications of the Tamil Country as Recorded in Eighteenth-Century French Plans". In: *Bulletin of the School of Oriental and African Studies*,

77, Cambridge University Press, p. 605-607.

Articles

Actes de colloque international

2015, "Fortification of Banbhore port, Pakistan". In : *Ports and Forts of the Muslims. Coastal military architecture, from the Arab Conquest to the Ottoman Period* par Stephane Pradines / Eric Vallet / Ahmad al-Shoky (EAA congrès 2014, Istanbul), IFAO, Le Caire, 30 p. (en cours de publication).

2015, "Naldurg, a border Fort under Adil Shahi Sultanate". In: *Deccan Forts of India, 1200-1800*, actes du colloque international d'Aix-en-Provence, 21 Juin 2014 (dir. Nicolas Morelle & Nicolas Faucherre), EFEO/IFP/LA3M, 22 p. (en cours de publication).

2015, "Torgal Fort, a complete survey". In: *Deccan Forts of India, 1200-1800*, actes du colloque international d'Aix-en-Provence, 21 Juin 2014 (dir. Nicolas Morelle & Nicolas Faucherre), EFEO/IFP/LA3M, 24 p. (en cours de publication).

Actes de colloque national

2016, "La fortification avancée de Vijayanagara à Torgal (1555-1570) : une réponse indienne face à la nouvelle artillerie des sultans ?" In : *Journal Asiatique : Actes du colloque "La guerre dans les civilisations de l'Orient et de l'Extrême-Orient"* organisé par Damien Chaussende, Collège de France, Société asiatique, Paris, 28-29 Mai 2015 (à paraître).

2015, "L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan en Inde : le cas de Naldurg (XIV-XVIIème siècle)". In: *Actes du colloque de Bellecroix "L'eau autour des châteaux"* (organisé par Nicolas Faucherre et Hervé Mouillebouche), Bourgogne, 18-19 Octobre 2014, CECAB, p. 3-17.

Comité de lecture international

2014, "The Castle of Kantara – a key to the evolution of active defence in the 13th century between the Eastern and the Western Worlds". In : *the Castle Studies Group journal*, 28, Londres, p. 292-318.

Comité de lecture national

Avec Nicolas Chorier, 2016, « L'apport de la photogrammétrie pour la cartographie archéologique d'un grand ensemble monumental et urbain à Firozabad en Inde ». In : CRAHN hors-série : *Méthodes de relevés numériques en archéologie et en architecture : applications*, 7 p. (en cours de publication)

2016, "Les tours creuses avec pylône central du fort de Marthur (Karnataka, Inde)". In : CRAHN bulletin annuel, Rouen, 9 p. (en cours de publication).

Revue et publications sans comité de lecture

2015, "L'émergence de l'architecture indo-musulmane (VIII-XVIème siècles)" In : *La nouvelle revue de l'Inde*, L'Harmattan, 10, p. 19-24.

2015, *brochure et plan de l'église de Saint-Vaast sur Seulles*, Office de tourisme de Tilly sur Seulles, Val de Seulles (sous la direction de Stéphane Jacquet).

2012, "Famagouste et la cathédrale Saint-Nicolas". In : *Histoire et images médiévales*, 43, Avril-Mai, p. 12-17.

(open archives of ICOMOS: <http://openarchive.icomos.org/1233/>)

2009, "Le château de Kantara à Chypre". In: *Histoire et Images médiévales*, HS n°20, p. 68-74.

2009, "A la redécouverte du château de Saint-Vaast". In: *Renaissance du Bessin Magazine*, Bayeux, 3/07.

Bande dessinée

2002-2003, "Histoire médiévale de Saint-Vaast", In : *journal communal*, Saint-Vaast sur Seulles, 4 p.

RAPPORTS PROFESSIONNELS ET UNIVERSITAIRES

2016

Photogrammétrie et étude du bâti du bastion de la brèche, citadelle de Port-Louis (ss. la dir. du Musée de la Marine), 100 p.

2015

Etude de la fortification de Firozabad (Karnataka, India), mission de Décembre 2014 (LA3M, Malik Sandal Institute), Aix-en-Provence, 130 p.

2014

MORELLE N. (dir.), FAUCHERRE N., BAAT S., SIDDIQUI G., LAFFAY C., *Architecture studies of Tergal fort (Karnataka, India) survey (Janvier 2014)*, Aix-en-Provence, 200 p.

Rapport d'activité EFEO (résumé à venir dans le bulletin BEFEO 2015), Paris, 10 p.

Rapport d'expertise scientifique sur le dossier de demande de classement UNESCO de «Diyarbakir Fortress, Turkey», ICOMOS, Paris, 15 p.

exposition des plans de fortification des archives "Dépôt des fortifications des colonies, Inde" CAOM (avec Jean Deloche et Nicolas Faucherre), 21 Juin 2014, MMSH, Aix-en-Provence.

2013

MORELLE N. (dir.), YASIR M., HAIDAR S., *Archaeological report of Naldurg (India) survey* (March), Aix-en-Provence, 194 p.

2012

Rapport d'expertise scientifique sur le dossier de demande de classement UNESCO des «Hills Forts of Rajasthan, India», ICOMOS, Paris, 15 p.

2011

Etude sociologique de VelTech University, CSH, New Delhi, 20 p.

Production of promotional posters for French language, French Alliance of Madras & Veltech University.

Poster, *Saint-Vaast sur Seulles au XIIème siècle*, salon du livre de Saint-Vaast sur Seulles.

2010

scénario du documentaire Opera dei Puppi, in: Maison de l'Image, Hérouville Saint-Clair, 19 p.

DAO dans MAHE J.-P. (dir.), AUGE I., PROUTEAU N., *rapport d'Archéologie de la mission Ani Pemza*, MAEE (August 2010).

2009, *Rapport d'activité IFEA (dans le cadre du Master et bourse IFEA), Fortifications de Cilicie*, Istanbul, Turquie, 15 p.

2008, *Transcription of Mas Latrie Manuscript on his Greek traduction to French from Kyprianos* (unpublished), Nicosia, University of Cyprus, 378 p.

TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES PUBLIES

2016

Topographie dans BAUD A. (dir.), *rapport de la campagne 2016 du château de Bevoir*, Lyon 2, CNRS (Mai-Juin 2016).

Topographie, cartographie et photogrammétrie dans GRALL M. (dir.), *rapport des fouilles programmées de Chassenon*, SRA Poitou-Charentes (Juil. 2016).

Topographie, cartographie et photogrammétrie dans DOULAN C. (dir.), *rapport des fouilles programmées de Chassenon*, SRA Poitou-Charentes (August 2016).

2015

Topographie, cartographie et photogrammétrie dans GRALL M. (dir.), *rapport des fouilles programmées de Chassenon*, SRA Poitou-Charentes (Juil. 2015).

Topographie, cartographie et photogrammétrie dans DOULAN C. (dir.), *rapport des fouilles programmées de Chassenon*, SRA Poitou-Charentes (August 2015).

2014

Topographie dans SICARD S. (dir.), *rapport de fouille préventive des thermes de Longeas, Chassenon*, SRA Poitou-Charentes (August 2014).

2013

Topographie et photogrammétrie dans LADIRE D., *rapport des fouilles préventives de la Socellière et de Brion-près-Thouet, Louzy, Archeodunum* (Oct. - Nov.).

Topographie dans VERRIER G., *rapport de fouille préventive du Plessis, Loroux-Bottereau, Archeodunum* (Sept.- Nov.).

Topographie (implantation) dans LEFELS M., *rapport de fouille préventive de Saintes, Archeodunum* (Novembre)

Topographie dans COLLIOU C., *rapport de fouille préventive de la Ferrière en Parthenay, Arkemine* (Mai).

2012

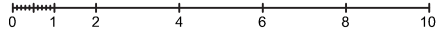
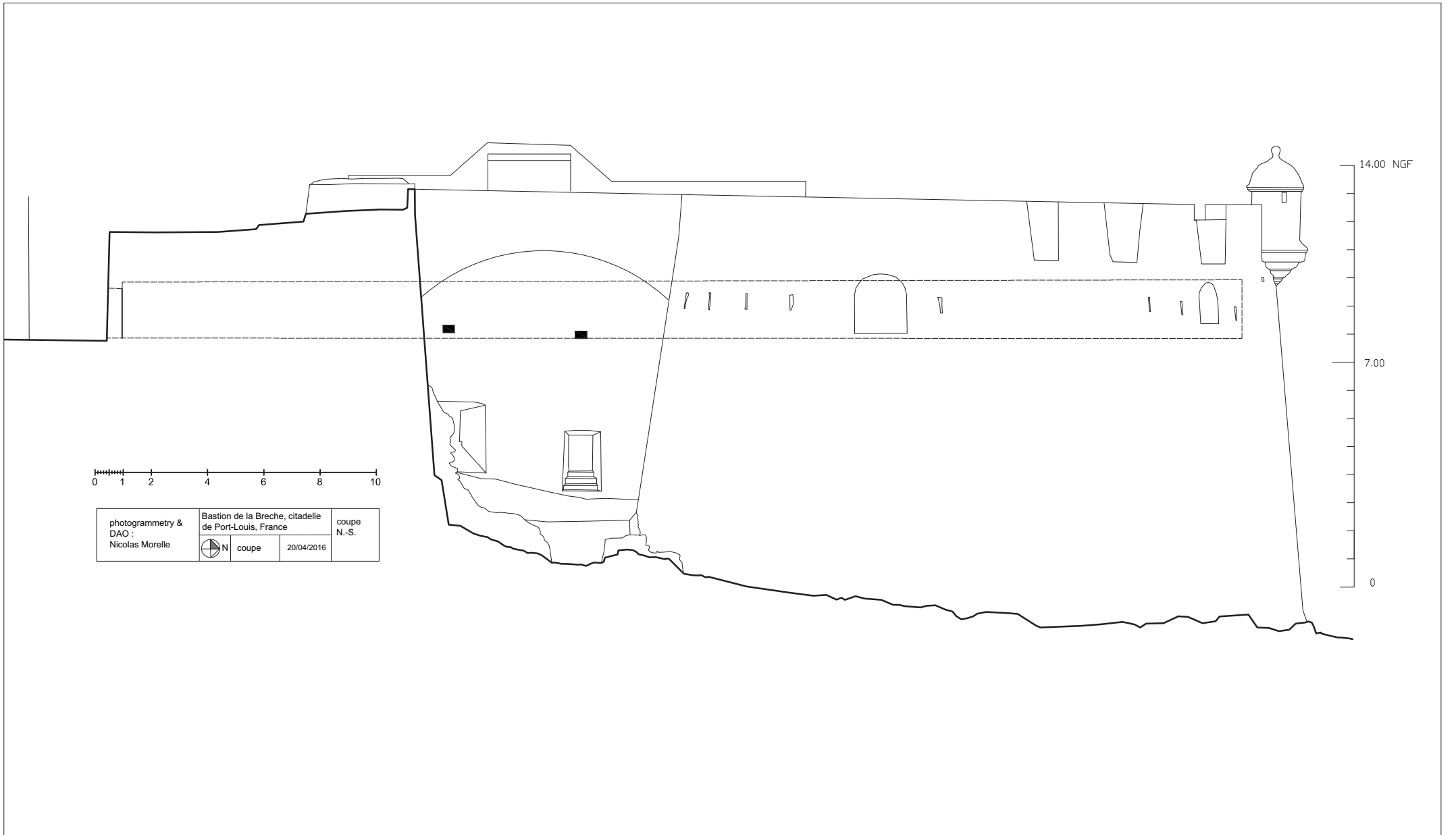
KERVAN M., WORMSER P. (dir.), LEBOMIN J., MORELLE N., *rapport archéologique de la mission Banbhore (Pakistan)* (Nov. -Déc. 2012).


Topographie, cartographie et DAO dans HOURCADE D. (dir.), *rapport intermédiaire des fouilles programmées des thermes de Longeas, Chassenon, SRA Poitou-Charentes* (August-Oct. 2012).

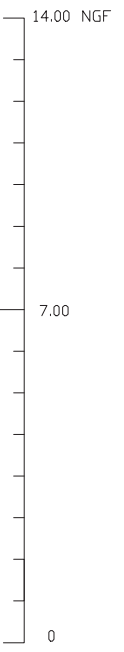
Topographie, cartographie dans GARDEL M.-E. (dir.), *rapport des fouilles préventives du bassin de Cazaban, Palaja, ALC* (June-September 2012).

2010

Topographie dans GUERIN T. (dir.), *rapport des fouilles préventives de la place du château à Vitré, EVEHA* (Nov.-March 2009-2010).



photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		coupe N.-S.
	 N	coupe	






14.00 NGF

7.00

0

photogrammetry & DAO Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France	coupe N.-S.
	 N	coupe 20/04/2016

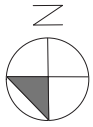




0 1 2 3 4 5 6 8 10

7187530,00

7187565,00



-1223075,00

7187530.00

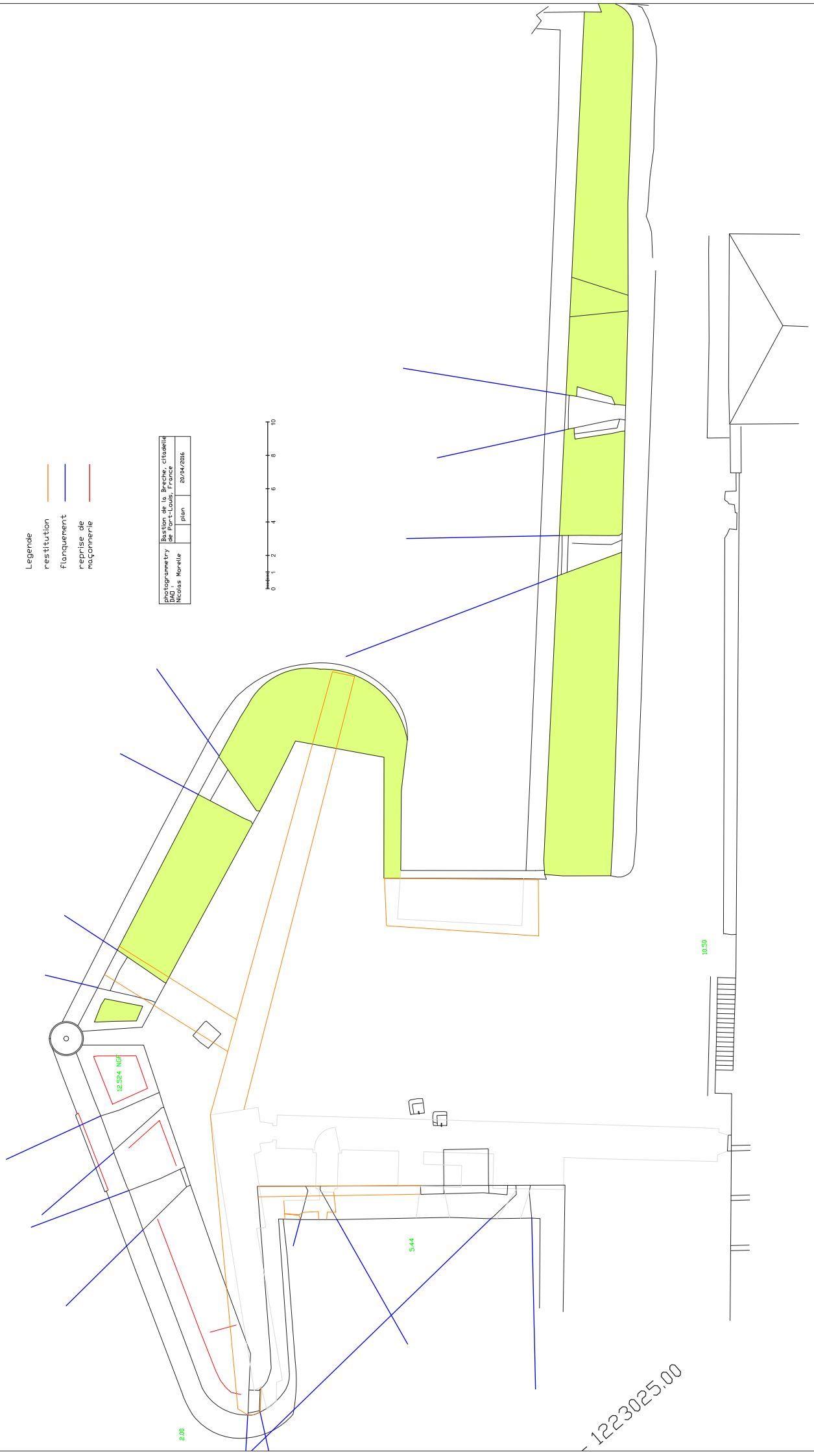


- Legende
- restitution
 - flanquement
 - reprise de maçonnerie

photogrammetry	Basin de la Breche, citadelle de Fort Louis, France	28/04/2016
Nicolas Morelle	plan	

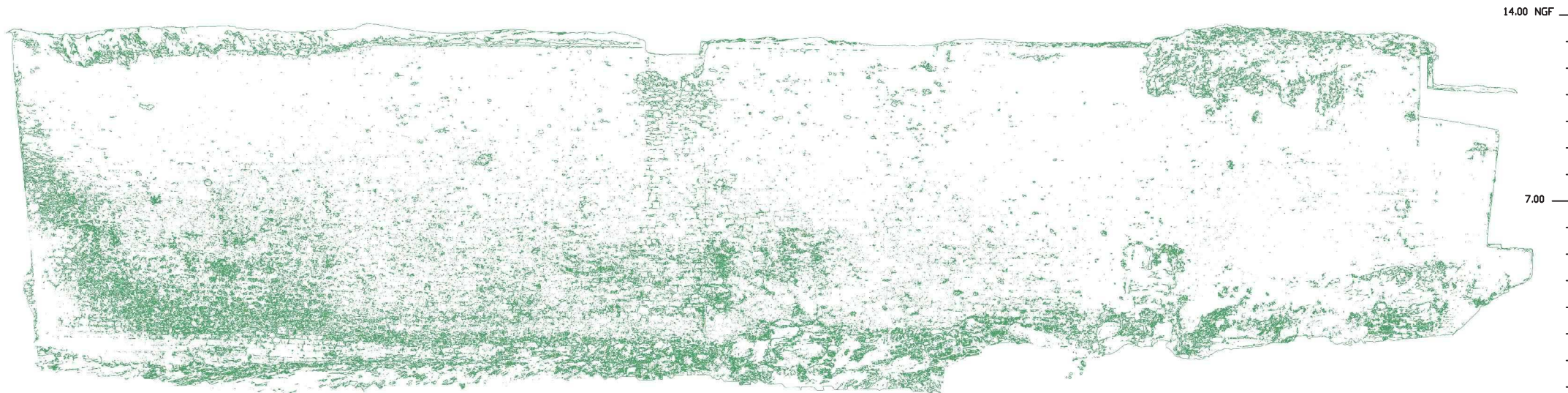


7187565.00 1223075.00



10.50

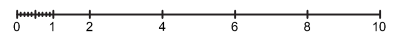
1223025.00



14.00 NGF

7.00

0




analyse 3D & photogrammetry : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		courtine exterieure N.-E.
	 elevation	20/04/2016	

14.00 NGF

7.00

0



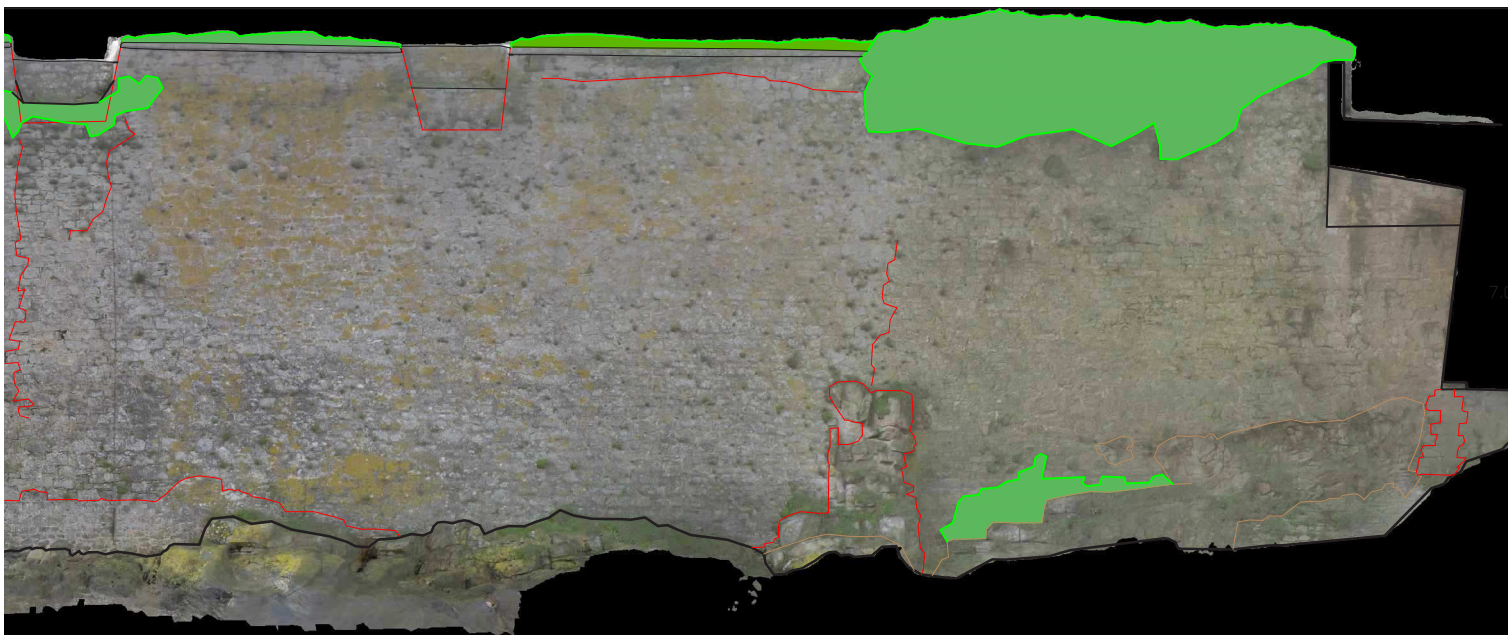
photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France	courtine exterieure N.-E.
	elevation	20/04/2016

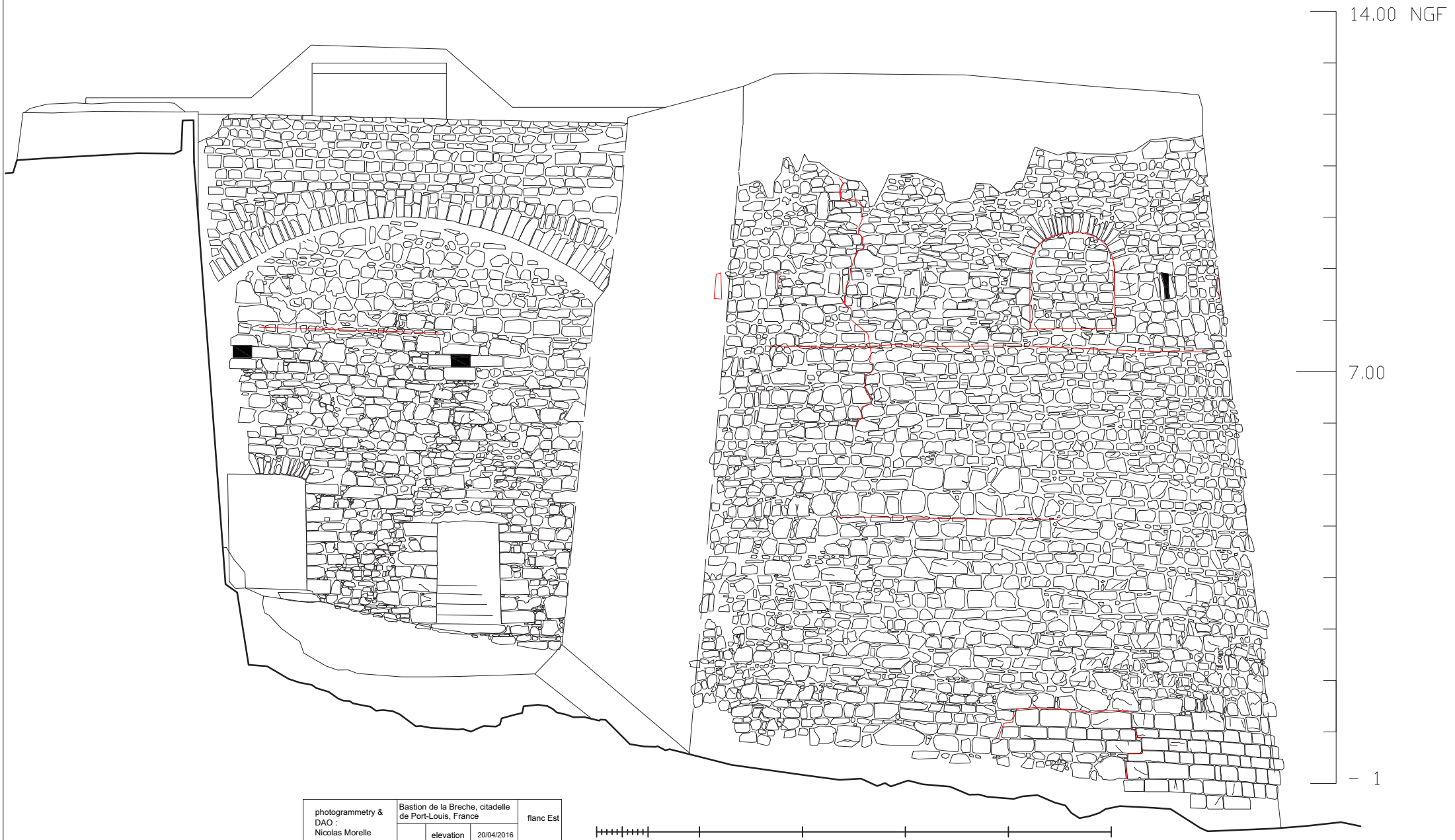


14.00 NGF

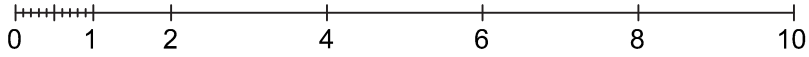
7.00

0





photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		flanc Est
	elevation	20/04/2016	



14.00 NGF

7.00

- 1



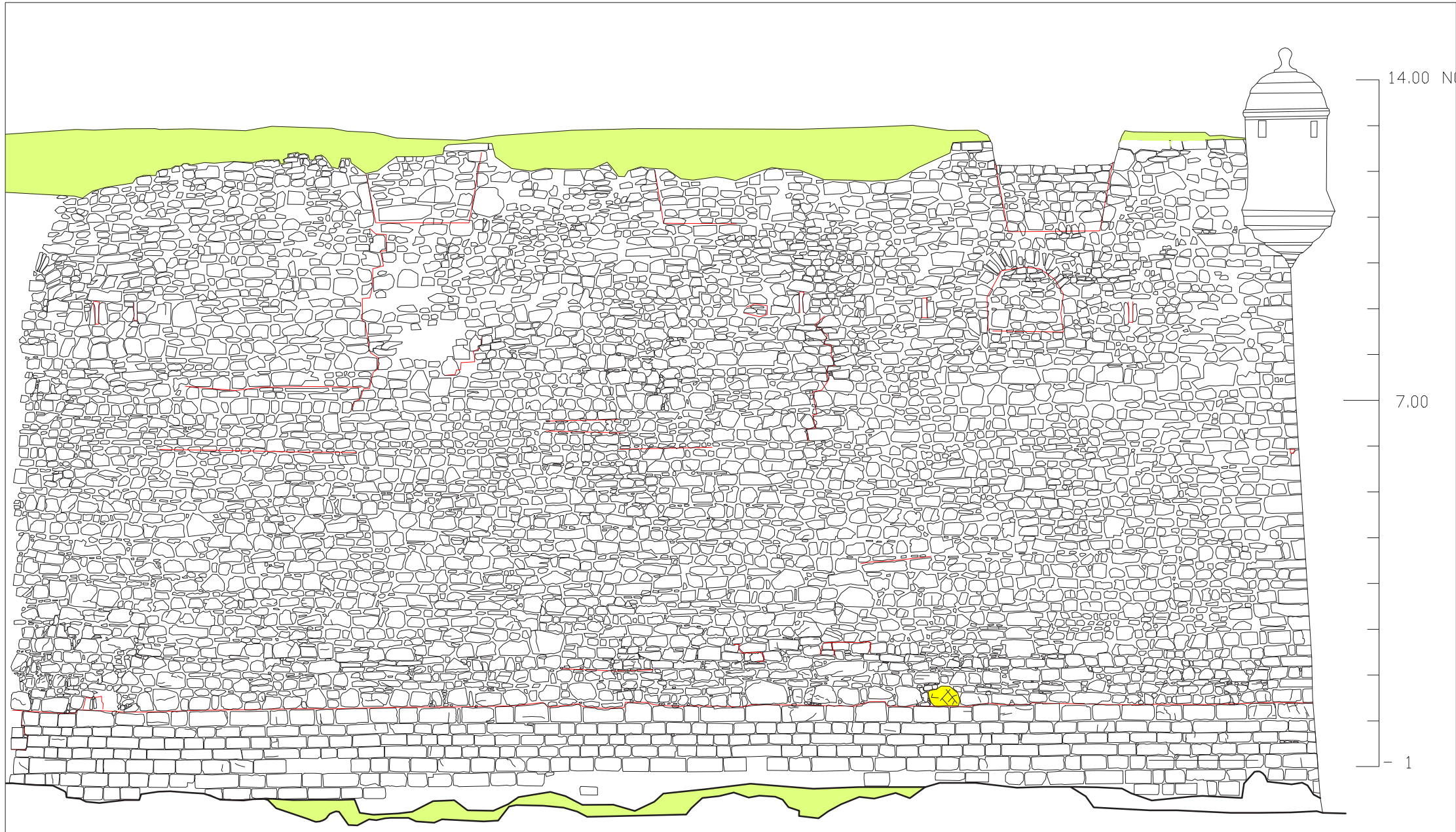
photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		flanc Ouest
	elevation	20/04/2016	



1.00

9.00

13.00 NGF



14.00 N

7.00

1

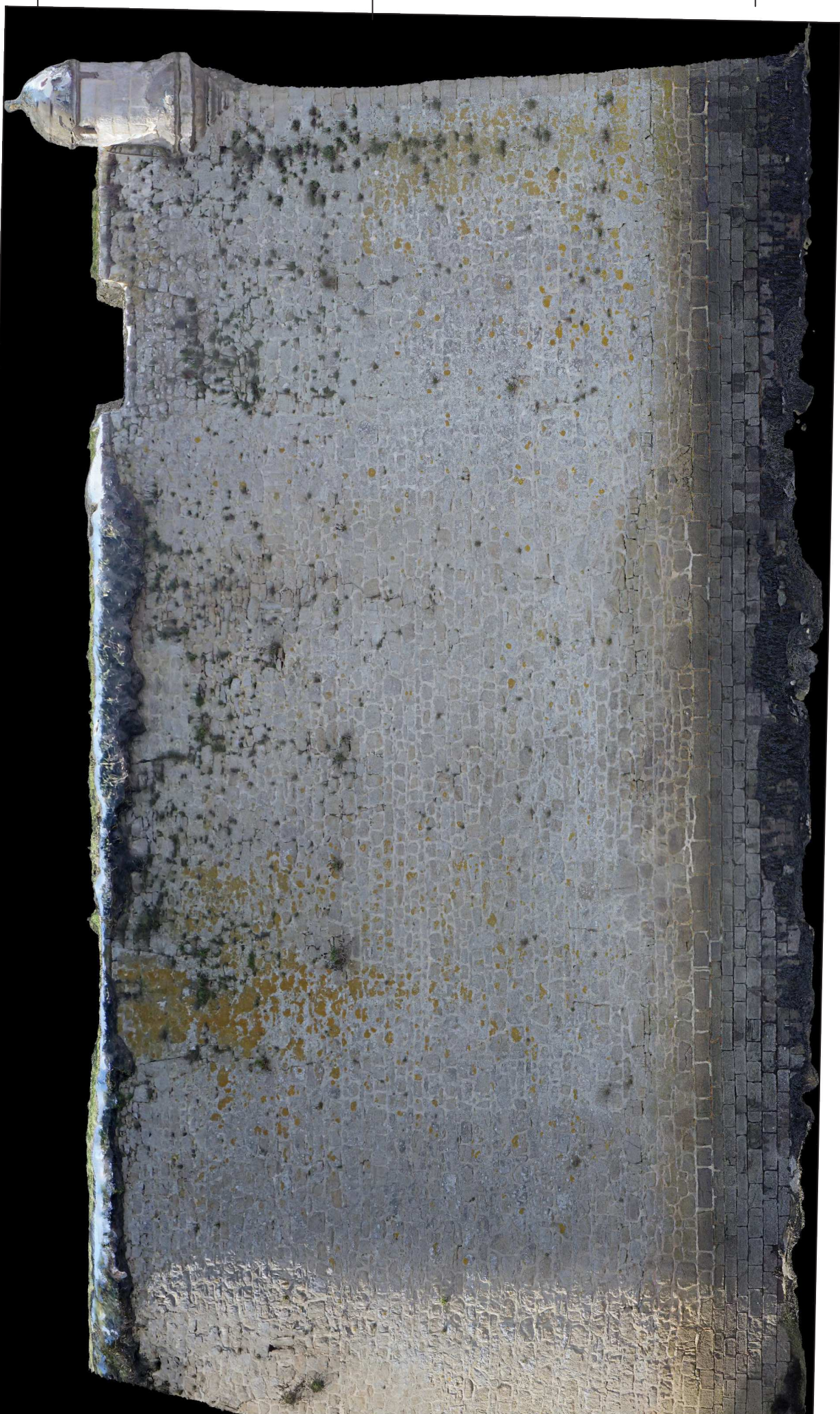
photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		front Est
	elevation	20/04/2016	



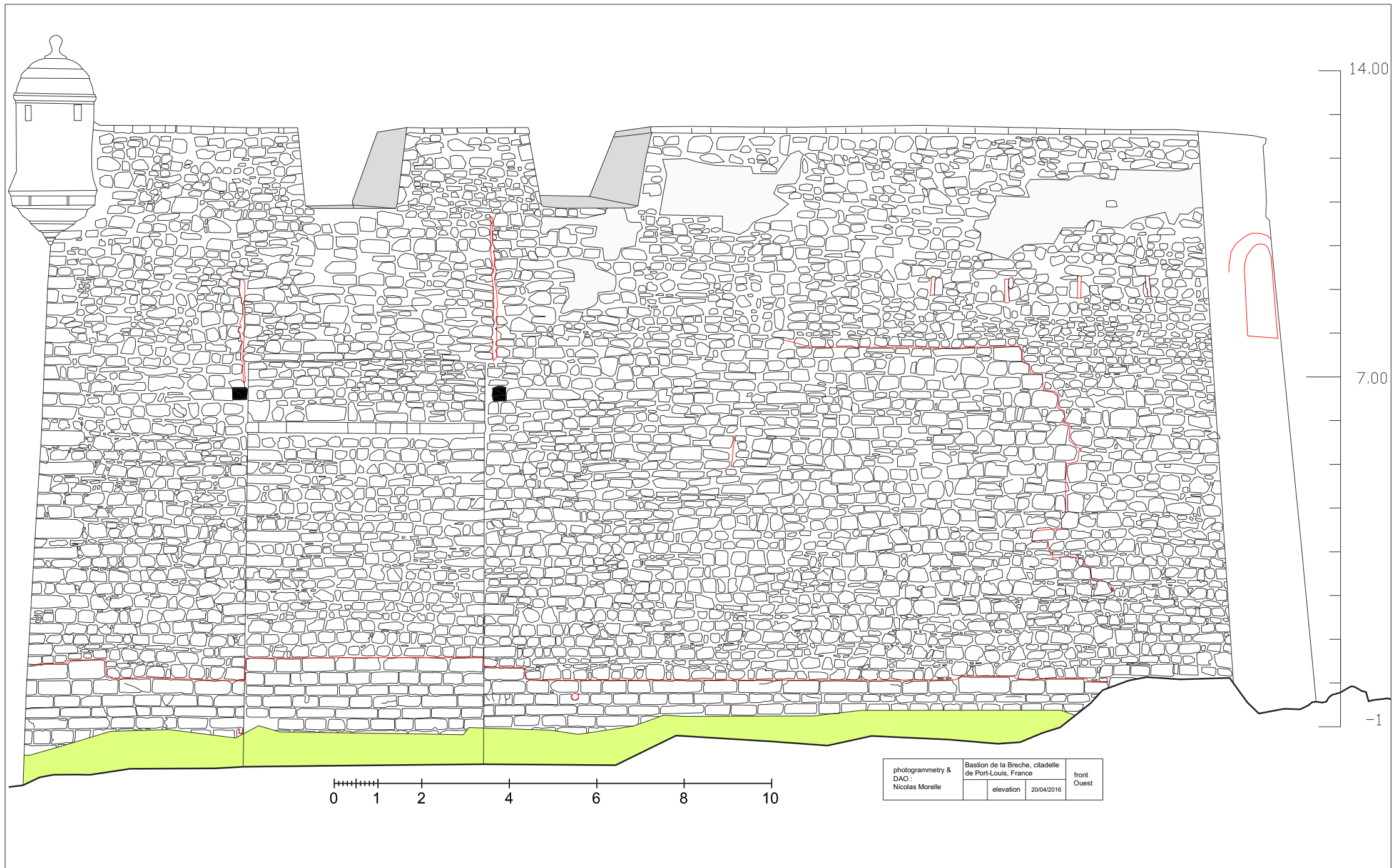
14.00 N1

7.00

1



0 1 2 4 6 8 10



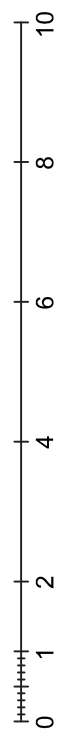
photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		front Ouest
	elevation	20/04/2016	



14.00 N

7.00

-1



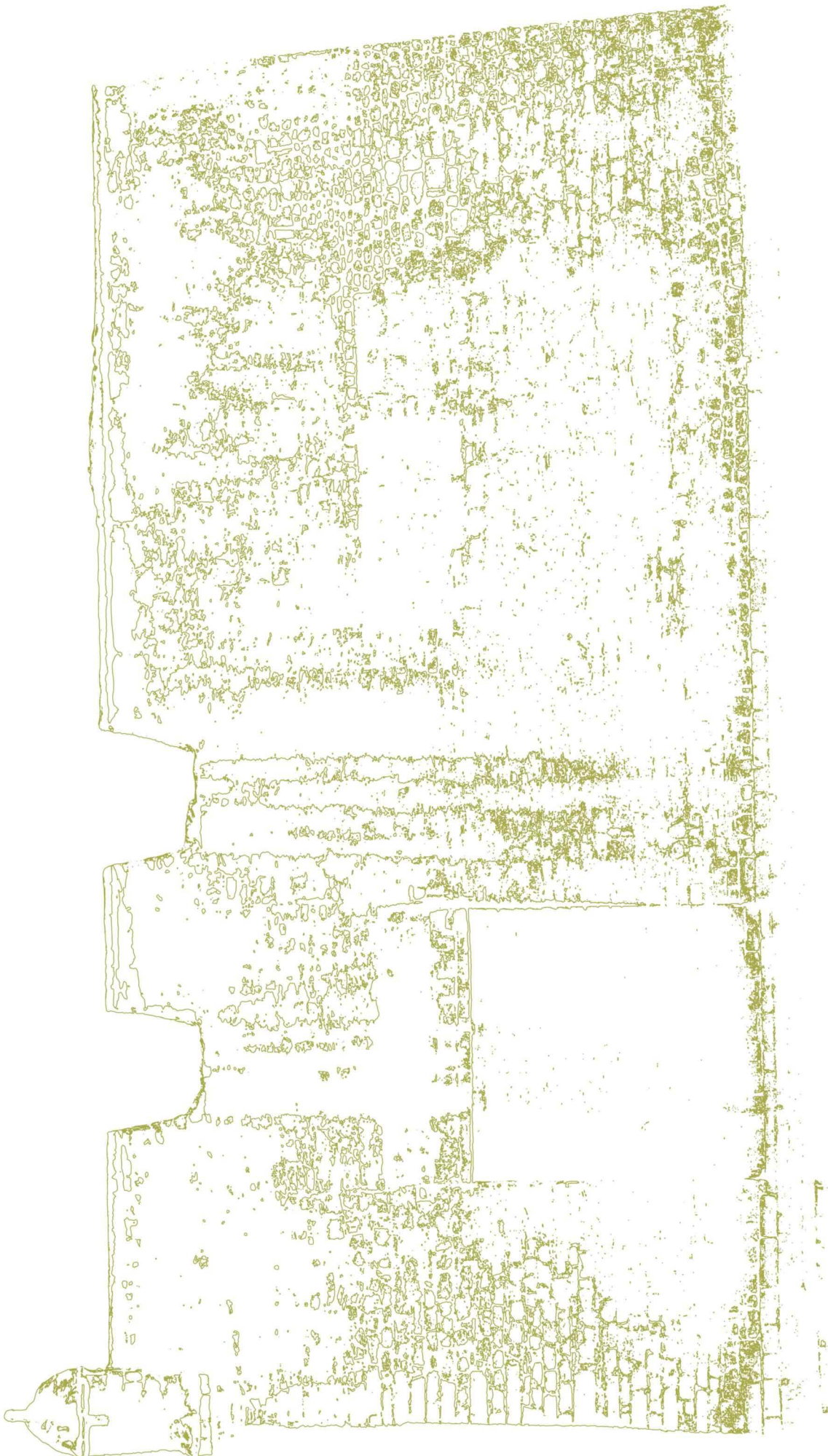


14.00 NGF

7.00

- 1



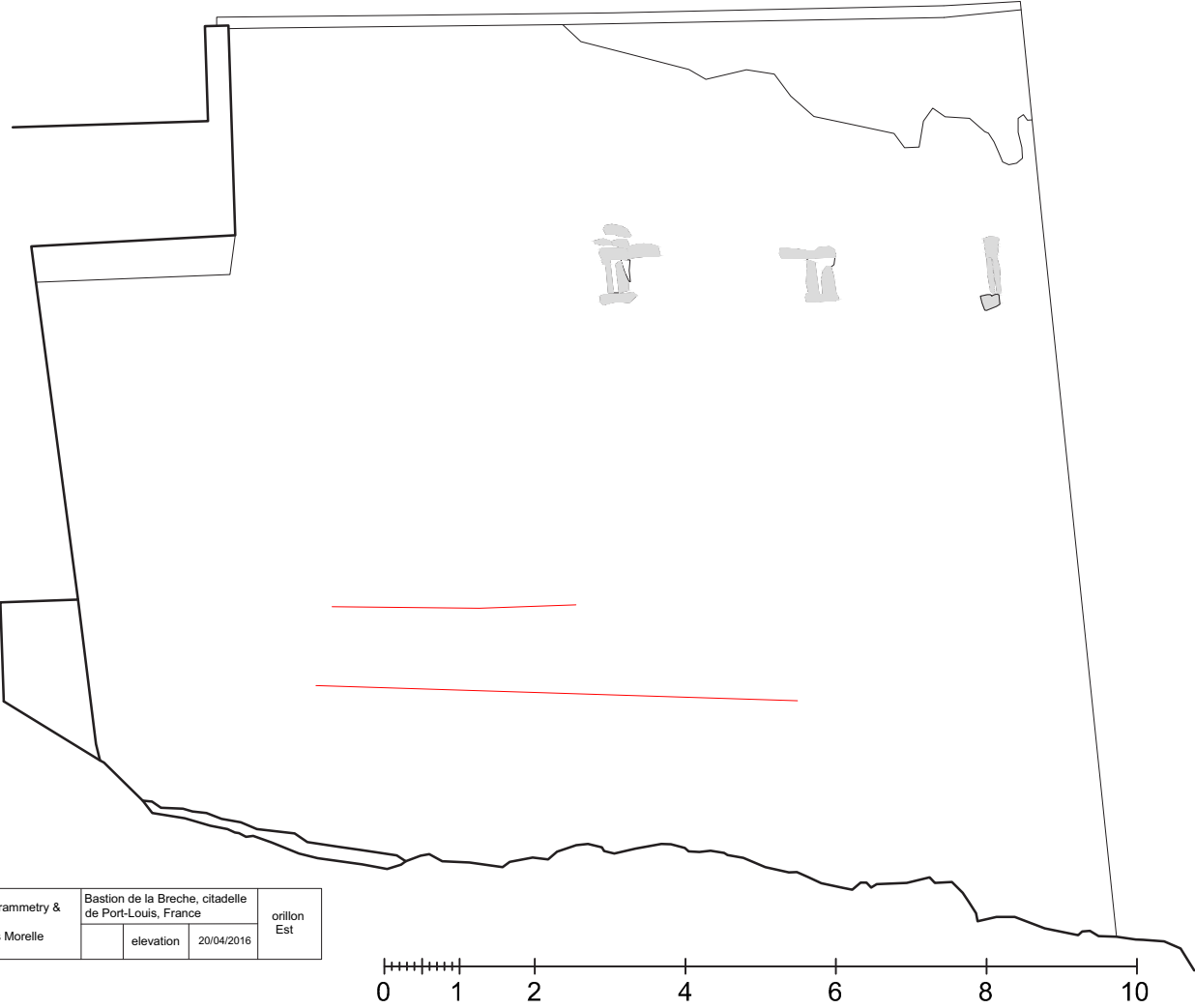


14.00 N

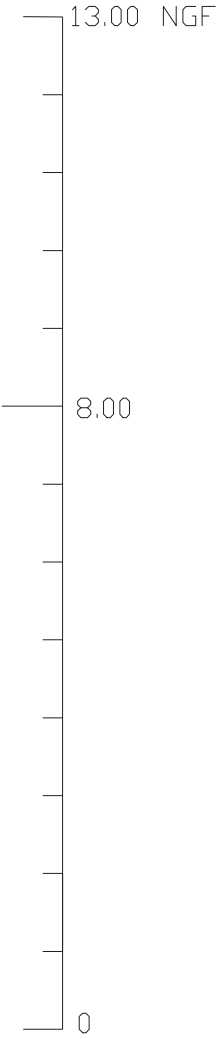
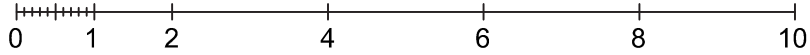
7.00

- 1

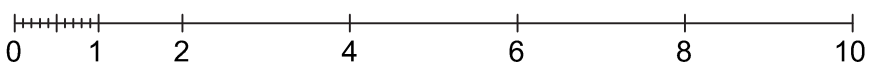
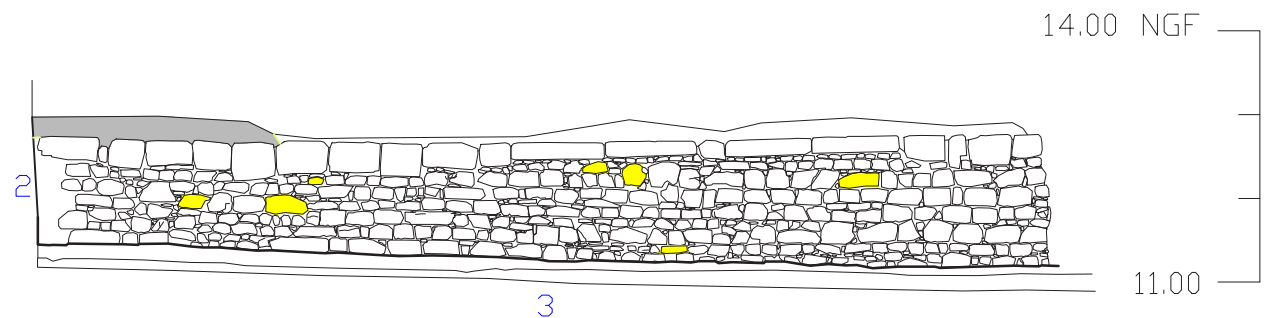
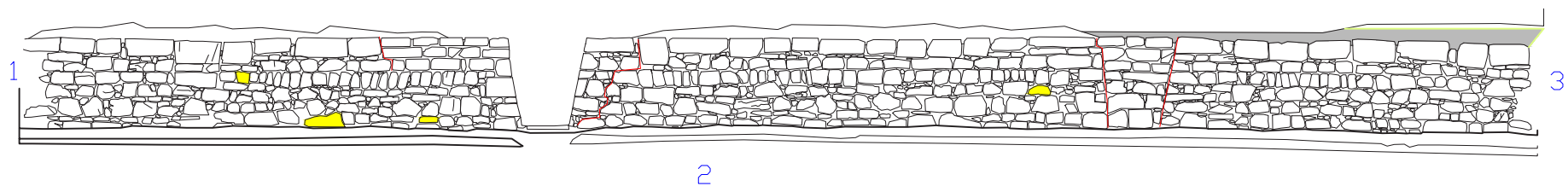
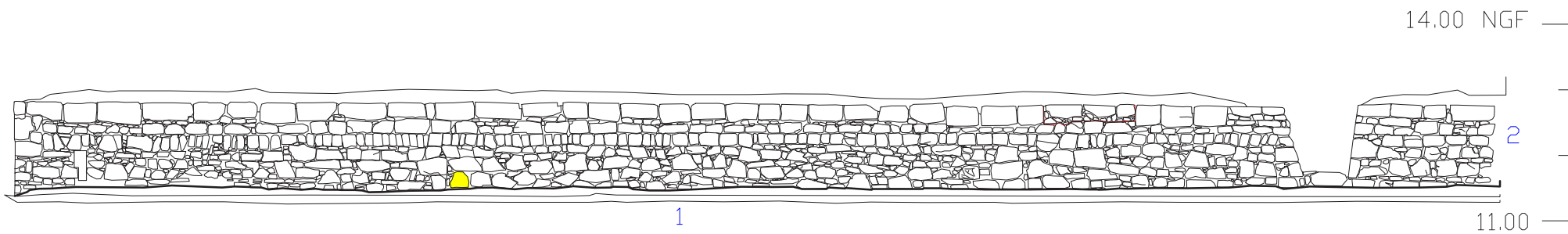
0 1 2 4 6 8 10



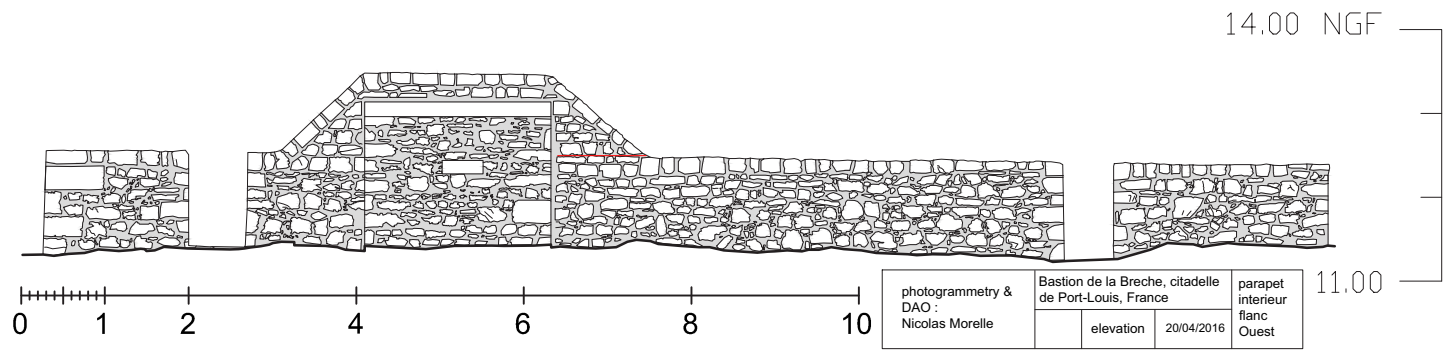
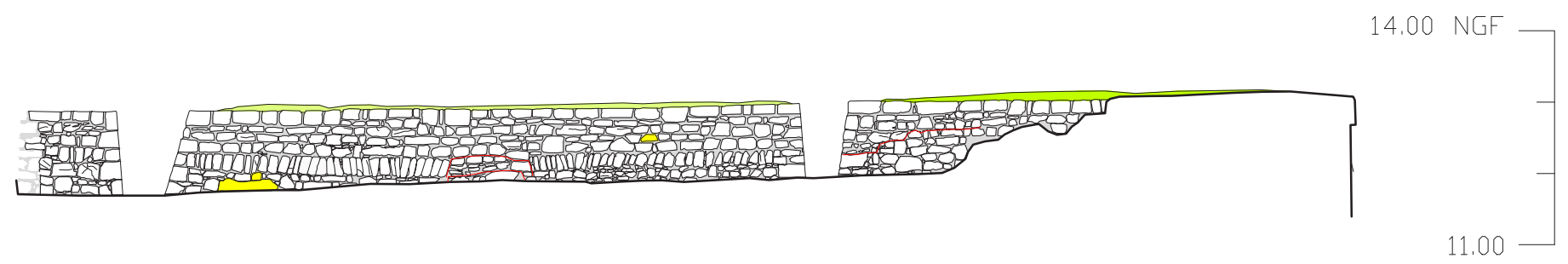
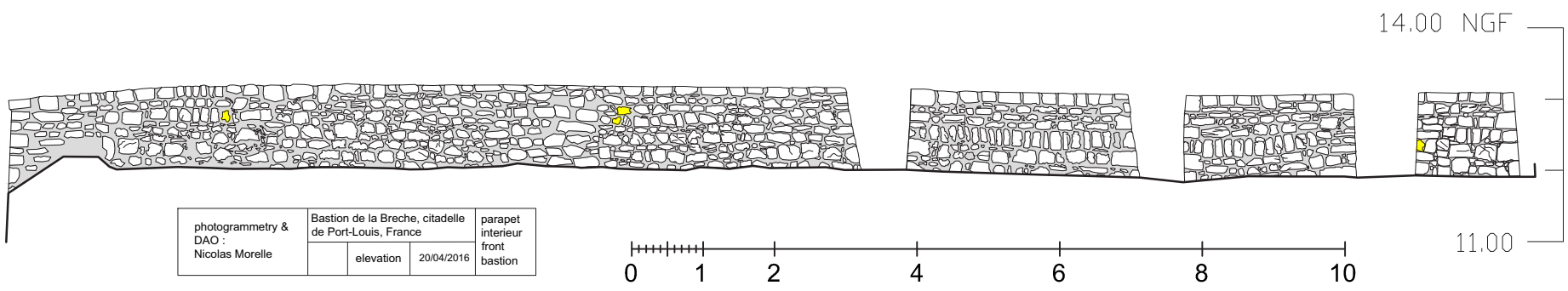
photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		orillon Est
	elevation	20/04/2016	

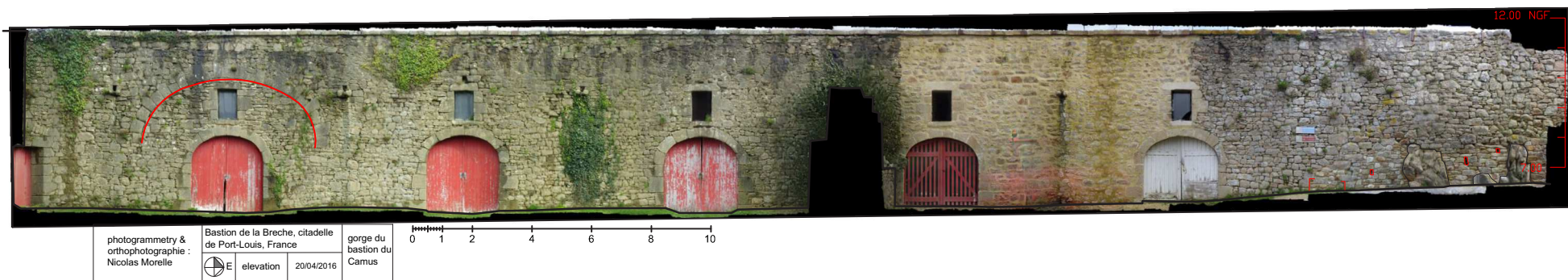
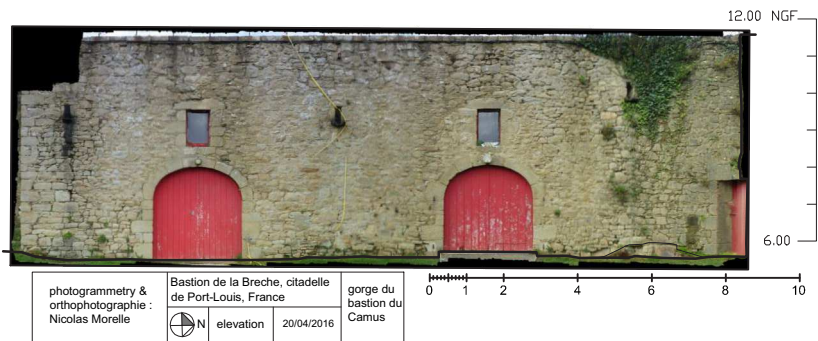






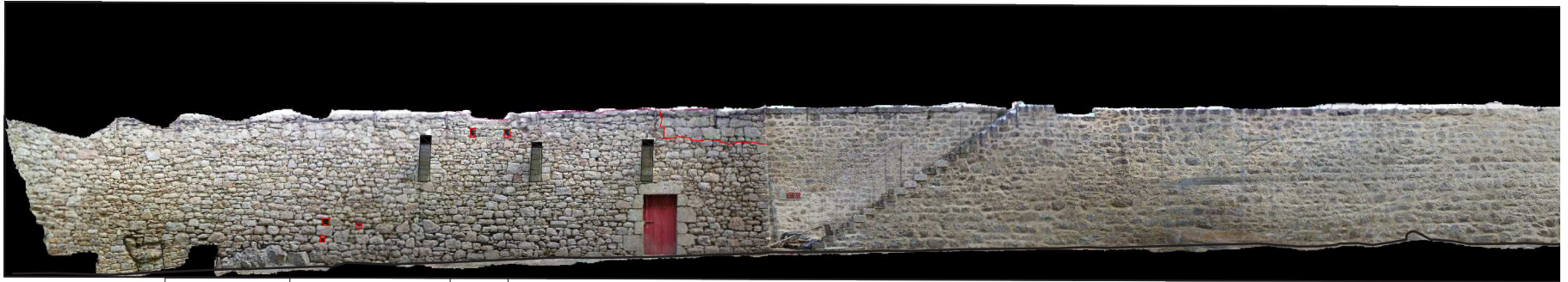
photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		parapet interieur courtine N.-E.
	elevation	20/04/2016	




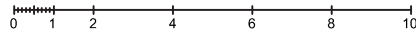


13.00 NGF

7.00



photogrammetry & DAO : Nicolas Morelle	Bastion de la Breche, citadelle de Port-Louis, France		gorge du bastion
	 E	elevation	



13.00 NGF

7.00