

Le Fort de la Colle Noire

De la ruine à la renaissance numérique

Dans quelle mesure la conception d'une modélisation numérique peut-elle être support de médiation au patrimoine fortifié?



Fig 1

S9 - Patrimoine et humanités numériques -2020-2021 ENSA-Marseille

Armand Gadiolet

Encadrants: Isabelle FASSE-CALVET et Antoine GROS

Ce travail fait suite à un autre mémoire réalisé en 2020 sur un bâtiment militaire: la Batterie de Mauvanne. Lors de ce travail, j'ai étudié les archives et fais des relevés afin de valider des hypothèses et proposer la vraie Histoire de cet édifice. Dans ce travail, je réutilise cette méthode d'analyse mais en essayant de pousser plus loin la réflexion. Cette fois, la maquette numérique devient l'objet principal du questionnement qui se pose, à savoir la médiation grâce à la maquette numérique. J'ai choisi, un autre édifice militaire mais cette fois en grande partie démoli et dont le site est interdit au public. En effet, le site du fort de la Colle Noire et terrain militaire en raison de la présence d'explosif lié à sa ruine. Le modèle numérique prend encore plus de sens car il propose une reconstitution hypothétique du fort de la Colle Noire à une époque donnée. Ainsi dans ce mémoire on se pose la question de savoir dans quelle mesure la conception d'une modélisation numérique peut-elle être support de médiation au patrimoine fortifié?

On se rend compte, que la maquette numérique a un grand panel de possibilités d'utilisation au service de la médiation et qu'il est possible de proposer des idées de forme de médiation avec cette maquette numérique. Et que tout le travail d'analyse en amont vient nourrir cette médiation en apportant des informations qui font que l'édifice est unique.

Impossible de se déplacer dans le paysage toulonnais sans voir émerger une fortification. Et pour cause, depuis le règne de Henri IV, Toulon est devenu un port militaire, profitant de sa situation exceptionnelle de rade naturelle. Depuis cette époque, la ville n'a cessé de se fortifier et de renforcer sa ceinture défensive. Pourtant aujourd'hui, peu de gens connaissent l'histoire de ces fortifications, leur rôle stratégique. Mais si la plupart de ces forts sont inaccessibles du fait de leur appartenance au domaine militaire, le numérique nous permet aujourd'hui de pouvoir visiter virtuellement ces édifices. Au-delà de cela, le modèle numérique peut même devenir un support de médiation du grand public à ce patrimoine inaccessible mais incontournable de l'histoire de la ville et de son paysage. Le fort de la Colle Noire est un bon exemple : ayant subi deux explosions au cours de son existence, il n'est aujourd'hui qu'une ruine inaccessible en raison de sa localisation en site militaire. Pour ce cas comme pour d'autres, le numérique permet de faire renaître le fort, et d'expliquer son histoire, son fonctionnement au grand public. Ce travail est une recherche de formes de médiation qui pourraient être proposées pour tout le système fortifié Toulonnais.

Cher lecteur, que ce travail vous plonge dans notre passé et vous éveille à l'importance du numérique dans la transmission d'un patrimoine tombé dans l'oubli.

Table des matières

Résumé.....3

Avant-propos.....5

Introduction.....9

I - Des données d’archives à la maquette numérique.....11

 A - L’analyse des sources primaires.....11

 1 - Brève histoire de l’édifice.....11

 2-Analyse des archives.....19

 3- Visite de site.....21

 B-Hypothèses et parti-pris pour des points particuliers du bâtiment.....21

 1-La porte d’entrée et son système de pont-levis.....21

 2 - Créneaux de fusillade et caponnières.23

 3 - La poudrière.....27

 C- Création de la maquette numérique.....29

 1-Choix de l’époque de restitution.....29

 2-Pourquoi une modélisation plutôt qu’une maquette physique?.....29

II-De la modélisation à la médiation d’un patrimoine fortifié inaccessible.....31

 A- La naissance d’un projet de médiation31

 1- Contexte particulier.....31

 2- Choix du public visé et les attentes.....33

 3- Adapter le type de modélisation au contenu.....33

 B-Comment transmettre un patrimoine fortifié.....35

 1-Une médiation didactique.....37

 2-Une médiation expérientielle.....39

 3 - Une médiation documentaire.....41

Conclusion.....45

Remerciement.....45

Annexes.....46

Bibliographie.....52



Fig 2: Photo prise depuis le fort, vue sur le double tombolo de Hyères, la plage de l’Almanarre et Giens. Au fond on peut voir Porquerolles et Port Cros.

Introduction

Le mémoire rédigé au cours du semestre dernier s’attachait à comprendre comment le numérique nous permettait de valider des hypothèses historiques, ou à les révéler. Ma méthode s’appuyait sur un important travail d’analyse d’archives, de visite sur site, de modélisation qui nourrissait ensuite un travail de photogrammétrie et de modélisation. L’ensemble de ces travaux permettait de valider ou d’infirmer des hypothèses historiques au regard des sources d’archives.

Le présent travail poursuit le précédent en passant à l’étape suivante à savoir la médiation de ces hypothèses. Il est communément admis que la maquette est un bon support de communication auprès des néophytes, puisqu’il est plus aisé de se repérer dans un volume que sur des plans, coupes, façades. De plus, la maquette numérique est facilement appropriable par le public. C’est ce qui en fait l’outil numérique de prédilection pour ce travail.

La méthodologie suivie est assez proche de celle du semestre dernier : études d’archives, visites de sites pour des relevés précis, analyse des relevés et confrontation avec les données documentaires, choix d’un mode de représentation en fonction des résultats des analyses pour chacun des éléments étudiés.

Le site d’expérimentation choisi pour ce mémoire vient dans la suite du travail précédent. S’il ne s’agit plus du même fort, c’est un autre élément du système de fortifications de Toulon que j’ai choisi : le fort de la Colle Noire, tout désigné pour notre objet d’étude. Le site ayant subi deux explosions, il est en grande partie en ruines. Il se prête donc bien à un travail de reconstitution en modélisation numérique, qui s’appuie sur l’étude des archives.

Et ce sont précisément ces investigations dans le passé des forts qui nous ont menés à nous questionner sur les modes de transmission de ce patrimoine.

Dans quelle mesure la conception d’une modélisation numérique peut-elle être support de médiation au patrimoine fortifié?

Si la conception de la maquette numérique nécessite un important travail de recherche documentaire, c’est aussi l’occasion d’en apprendre plus sur l’édifice étudié, d’en comprendre le fonctionnement, et d’émettre des hypothèses quant à l’état initial des parties en ruines. Ce sont toutes ces données qui vont apparaître graphiquement dans la modélisation numérique. De la modélisation à la médiation, il n’y a qu’un pas : la conception d’une modélisation est l’occasion d’engranger des connaissances assez pointues qui pourront être retransmises au grand public. Il faut alors engager un processus de mise en place de la médiation en choisissant un public cible et en y adaptant le contenu. Différents modes de transmission du patrimoine fortifié seront étudiés et nous porterons plus particulièrement notre attention sur l’un d’entre eux.

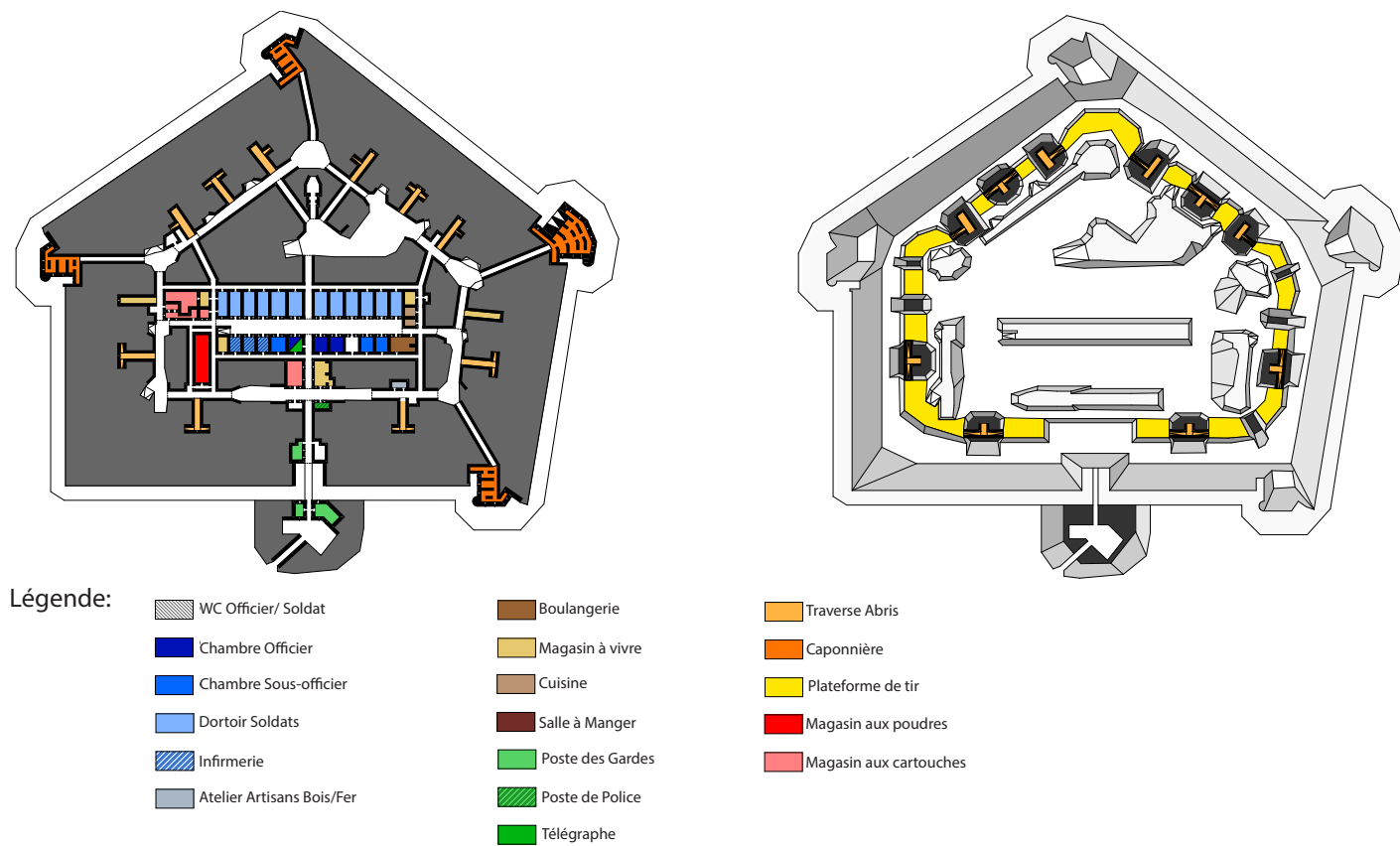


Fig 3: Plan RDC (à gauche) et R+1 (à droite) du fort Longchamp



Fig 4: Bastionnet du fortin de la Gavassesse



Fig 5: Caponnière fort de la Colle Noire

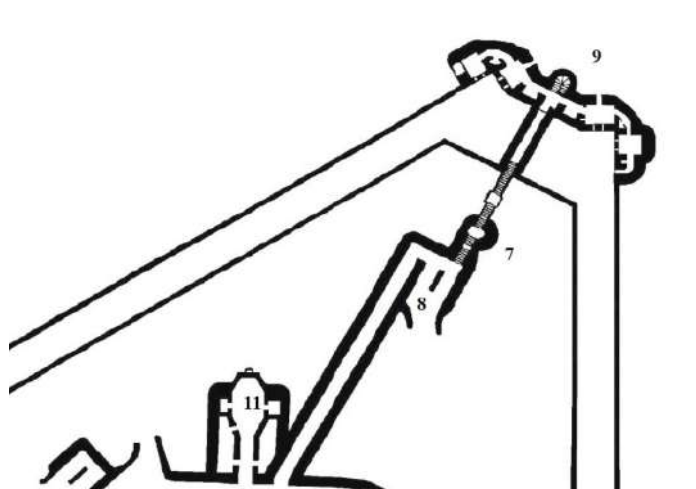


Fig 6: Plan coffre (n°9) de la batterie de l'Eperon



Fig 7: Photo du coffre de la batterie de l'Eperon

I - Des données d'archives à la maquette numérique

Avant de commencer la modélisation de l'édifice, il faut recueillir le plus d'informations possible sur l'édifice. Ces informations peuvent venir de plusieurs horizons : les sources d'archives, les photos, les photos aériennes, les visites sur site, les mesures prises sur site...

C'est ce dont nous allons parler ici.

Une fois ces informations récoltées et analysées, le travail de modélisation peut débuter. C'est un processus lent qui nécessite des allers-retours constants entre l'analyse des sources, les visites sur sites et la modélisation pour être au plus juste.

A - L'analyse des sources primaires

L'analyse des sources commence par la contextualisation historique et la tentative de mise en place d'une typologie. Vient ensuite l'analyse des archives et enfin la visite sur site.

1 - Brève histoire de l'édifice

L'histoire du fort de la Colle Noire débute en 1872, lorsqu'un comité de défense est créé, qui prévoit de renforcer les frontières de la France suite à la défaite contre la Prusse. Ces nouvelles fortifications doivent s'adapter aux nouvelles artilleries. En plus des frontières, les places stratégiques du pays sont renforcées. C'est le cas notamment pour Paris, Lyon et Toulon, premier port militaire Français. Le général Raymond-Adolphe Séré de Rivières dirige à partir de l'année 1873¹ le Comité de Défense en tant que commandant du Génie. Il propose un nouveau système fortifié qui a porté ses fruits pendant la guerre contre la Prusse. Ce sont des forts qui s'adaptent le plus possible au paysage environnant en s'enterrant. Les seules émergences sont les plateformes de tir, situées au-dessus des casernements du fort. Un large fossé empêche les assaillants de pénétrer dans le fort. La forme globale du fort reprend de manière épurée la typologie en étoile de Vauban : une forme polygonale (fig. 3) avec des bastionnets² (fig. 4) dans certains angles, permettant de prendre en enfilade les fossés. Les bastionnets de Vauban sont remplacés par les caponnières³ (fig.5) de Séré et par la suite, par des coffres⁴ (fig. 6 et 7). La pointe du polygone est le front d'attaque, lieu tourné vers les ennemis et censé recevoir le plus de dégâts. Les pièces d'artillerie du fort sont tournées de ce côté. L'accès au fort, quant à lui, se situe à l'opposé de ce front d'attaque. Le fort est censé pouvoir tenir un siège de 6 mois, et tout est dimensionné pour répondre à cette contrainte. Ainsi, la citerne est calculée pour une ration de 5 litres d'eau par jour et par homme. Il est assez aisé de déterminer, uniquement grâce à cette information, le nombre de soldats vivant dans un fort Séré. Les casernements sont organisés autour d'une cour centrale au milieu du fort.

Le comité de la Défense va construire plus de 400 forts⁵ en France sur toute la frontière avec l'Allemagne, la Suisse, l'Italie ainsi que les places importantes du Pays. La ville de Toulon se verra dotée à cette époque d'une dizaine de forts et de batteries sur tous les hauts sommets environnants : le Fort du Coudon (aujourd'hui fort Lieutenant Girardon), le fort de Six-Fours, le fort du Gros Cerveau, le fort de Pipaudon, le Fortin de la Gavassesse, le fortin de la Bayarde, et le fort de la Colle Noire. La carte (fig. 8) en page suivante localise les fortifications autour de Toulon. En rouge sont repérés les forts construits sous Séré. Le fort de la Colle Noire a pour mission de protéger l'entrée de la grande rade de Toulon, d'en interdire le mouillage de navire, mais aussi d'empêcher l'entrée d'une armée ennemie par l'Est de Toulon. Pour cette mission, ses canons font un tir croisé avec le fort du Coudon, empêchant cette intrusion.

1. B. Cros, *Citadelle d'Azur*, 1998

2. Bastionnet : ouvrage de terre, revêtu extérieurement de maçonneries, formant un volume saillant dans les angles d'un fort. Sa fonction est de battre les fossés du fort par des tirs en enfilade soit parallèlement au rempart. Simplification de la définition de G. Le Hallé, *Le système Séré de Rivières*, 2001

3. Caponnière : pièce maçonnée et voûtée, aménagée dans le bastionnet classique. De larges ouvertures permettent de défendre le fossé tout en se protégeant des tirs ennemis ainsi que des bombardements. Ces salles sont souvent équipées de mitrailleuses ou de canons Revolver Hotchkiss. Simplification de la définition de G. Le Hallé, *Le système Séré de Rivières*, 2001

4. Coffre : Contrairement aux caponnières, les coffres sont des salles aménagées non pas dans l'escarpe du fort (le rempart du fort) mais dans la contre-escarpe (le côté du fossé faisant face au fort). Un couloir d'accès souterrain ou par le fossé permet l'accès au coffre. L'avantage de ce type de défense est qu'il permet d'être mieux dissimulé de l'ennemi mais permet aussi de diminuer les angles morts défensifs (espace d'où il est impossible pour un défenseur de voir un attaquant).

5. G. Le Hallé, *Le système Séré de Rivières*, 2001

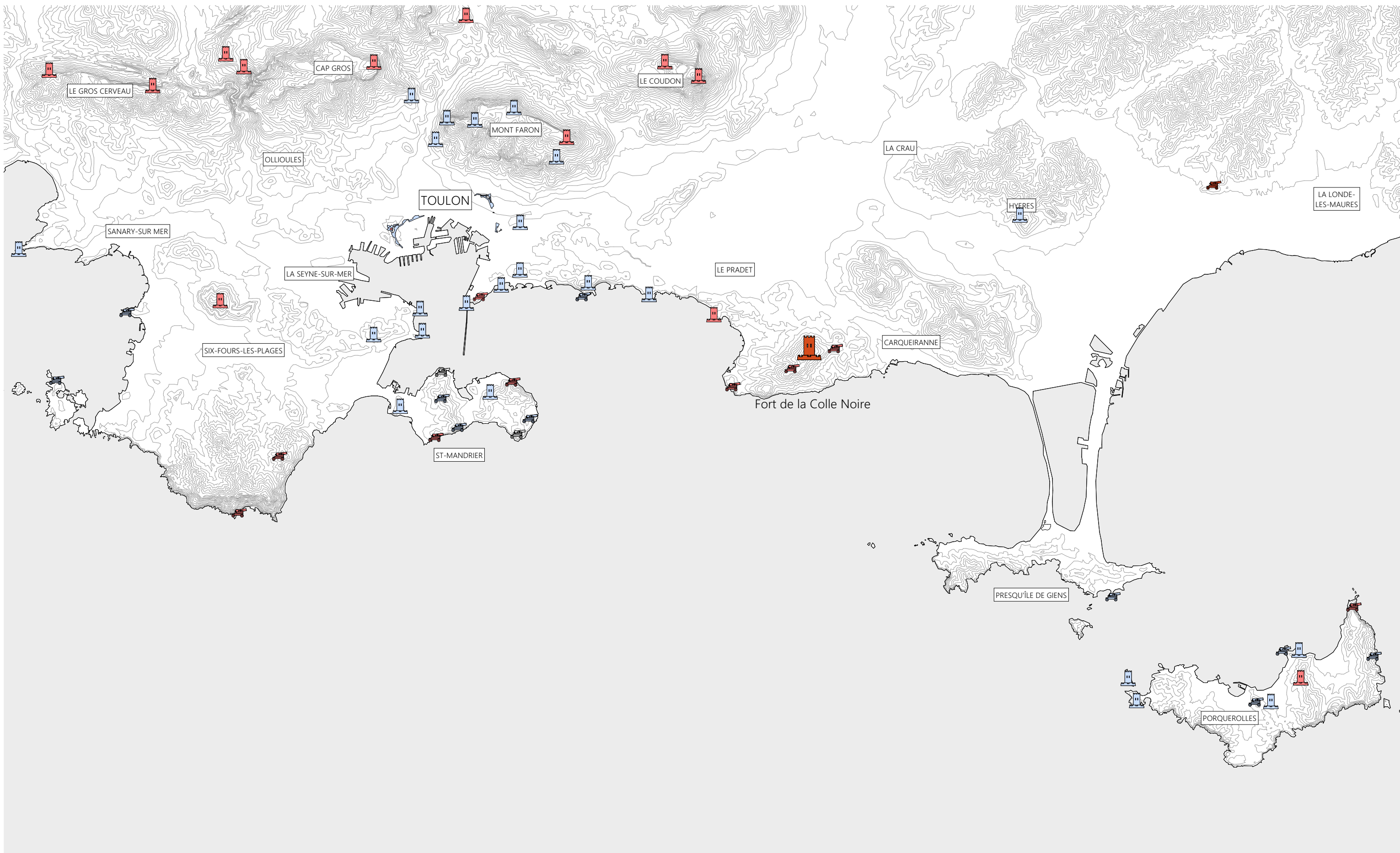


Fig 8: Carte de l'implantation des forts autour de Toulon_ Ech 1/100 000



Fig 9: Aménagement d'assainissement du fort du mont Voudois_Structure en brique rapporté sous la voûte en pierre



Fig 10: Photo abris annexe avec structure en tôle



Fig 11: Photo aérienne du fort avec les installations de 1939.



Fig 12: Axonométrie du fort dans son état initial



Fig 12b: Axonométrie du fort dans son état actuel

La construction du fort nécessite des expropriations sur les terrains concernés, qui débutent en 1877 mais le génie ne disposera de l'ensemble des terrains que 10 ans plus tard. Quoiqu'il en soit, la construction du fort commence dès 1878 et se termine en 1880⁶.

Des travaux complémentaires sont effectués de 1883 à 1885 avec la réorganisation des escarpes dans la partie Nord-Est du fort. Une citerne est également construite en 1888 en contrebas du fossé Nord-Ouest recueillant l'eau de pluie de ce dernier.

Suite à la crise de l'obus torpille⁷ en 1884, les forts subissent des modifications. Le fort de la Colle Noire est doté de nouveaux casernements en caverne : trois travées de 50m de long pour les soldats et deux petites chambrées pour les sous-officiers. Des modifications viennent s'ajouter dans la poudrière⁸ comme on le verra par la suite. Outre ces changements au sein du fort, une poudrière annexe avec citerne est construite en dehors de l'enceinte du fort et en contrebas de celui-ci.

En novembre 1929, le fort est équipé du téléphone remplaçant le télégraphe. Le téléphone relie le fort au fortin de la Gavresse et au fortin de la Bayarde ainsi qu'au commandement de Toulon.

Dix ans plus tard, des travaux d'assainissement sont effectués dans les locaux souterrains creusés en 1889. Il s'agit de structures en tôle, doublant les murs de pierre, probablement de la même forme que ce que l'on peut voir sur les photos ci-contre (fig. 9) ou épousant la voûte (fig.10). Il semble également que des installations en béton (fig.11) datent de cette époque ou de l'occupation allemande. Ces installations ne correspondent à aucun plan de 1880 -1889.

Enfin, le fort est utilisé à partir du 3 décembre 1944 comme lieu de stockage de munitions trouvées en Provence suite à la seconde Guerre Mondiale. Ces munitions, instables avec les années, seraient à l'origine de deux explosions de 1946 et 1949, responsables de la ruine du fort. La quasi totalité des locaux maçonnés ont disparu (fig.12 et 12b). L'aileron⁹ sud ainsi que la caponnière double¹⁰ Nord ont également disparu. Les citernes ont été comblées avec les gravats, une traverse-abri est en grande partie ruinée. Néanmoins, les locaux souterrains de 1889 sont en parfait état, à l'exception des cloisons détruites pour d'obscures raisons. Les caponnières Est et Sud-Est sont en parfait état de conservation.

La colline au Nord-Ouest du fort est encore aujourd'hui en grande partie minée du fait des projections d'explosifs. Cela a pu être constaté, notamment lors de l'incendie de 2005, où des munitions explosaient toutes les minutes par l'action de la chaleur et du feu. Suite à celui-ci, une campagne de déminage superficiel a été menée mais il est encore courant aujourd'hui de trouver des munitions intactes. Pour ces raisons, le site est dangereux et est encore terrain militaire. Or, de nombreux promeneurs sont présents chaque jour sur le massif de la Colle Noire en semaine ou le weekend. Et mis à part les panneaux signalant le terrain militaire et quelques grillages, aucune protection n'empêche les passants de venir voir les vestiges du fort. C'est pour cela qu'il me semble important d'informer le public mais aussi de lui faire découvrir l'histoire de ce monument.

6. Inventaire Général du Patrimoine Culturel de la Région Provence Alpes-Côte d'Azur

7. Crise de l'obus torpille : En 1884, Eugène Turpin découvre la mélinite, substance hautement explosive. Cette poudre chimique va remplacer la poudre noire traditionnelle. Pour comparaison, pour un obus de mêmes dimensions et pour une même quantité de poudre, l'obus à la mélinite est presque 10 fois plus puissant que l'obus à poudre noire. Mais cette crise n'est pas que liée à la poudre. Les obus eux-mêmes passent de la fonte à l'acier, un changement qui permet pour une même taille extérieure, d'avoir des parois plus mince et ainsi de contenir plus de poudre. En comparaison, un obus en fonte de 155mm de diamètre pèse 40kg et renferme 1.4kg de poudre tandis qu'un obus en acier pour le même calibre ou même taille, pèse 43 kg et contient 10.3 kg de poudre. De plus, les canons deviennent rayés. Le tube devient comme un pas de vis géant qui va donner à l'obus une impulsion en rotation sur lui-même. On retrouve ce principe quand on fait une passe avec un ballon de rugby. Le fait de donner une rotation permet à l'obus d'aller plus loin et de rester sur sa trajectoire. Toutes ces avancées font que l'artillerie est plus puissante et a une plus grande portée.

8. Poudrière : salle où est entreposée la poudre utilisée pour la défense du fort (artillerie et fusil).

9. Aileron Sud : Partie du fort en bas qui prend une forme particulière. Ce n'est pas une caponnière double mais une caponnière simple défendant l'entrée du fort et protégée au Sud par une caponnière simple qui la défend.

10. Caponnière double: une caponnière peut être soit simple soit double. Une simple ne défend qu'un côté du fort tandis que la double défend deux côtés du fort. Simplification de la définition de G. Le Hallé, *Le système Séré de Rivières*, 2001

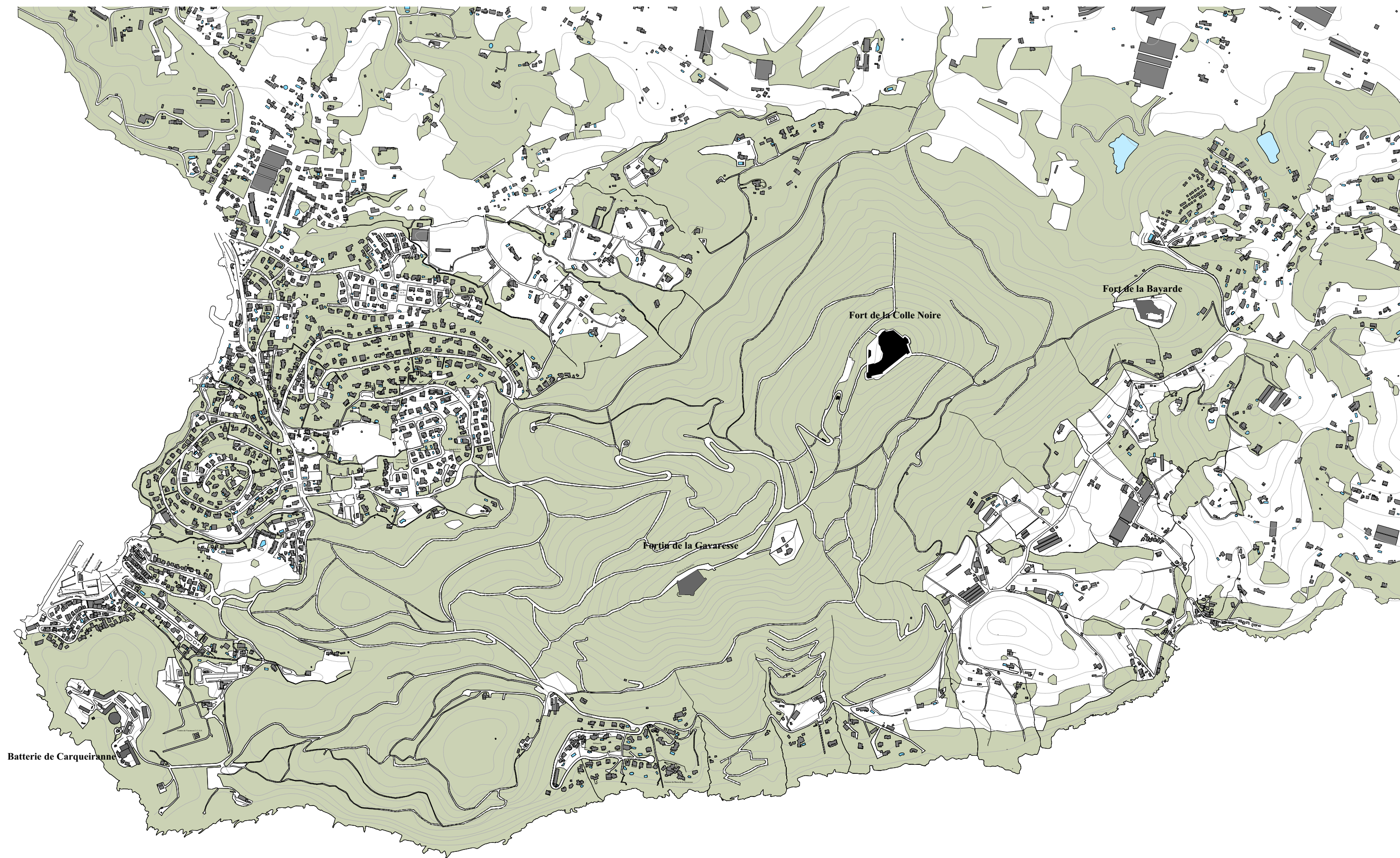


Fig 13: Plan Masse fort



Fig 14: Photo aérienne 1931



Fig 15: Photo aérienne 1959

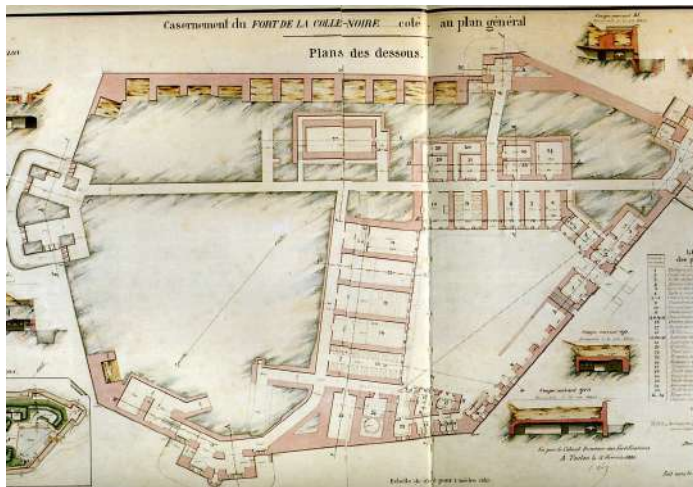


Fig 16: Plan RDC projet 1878

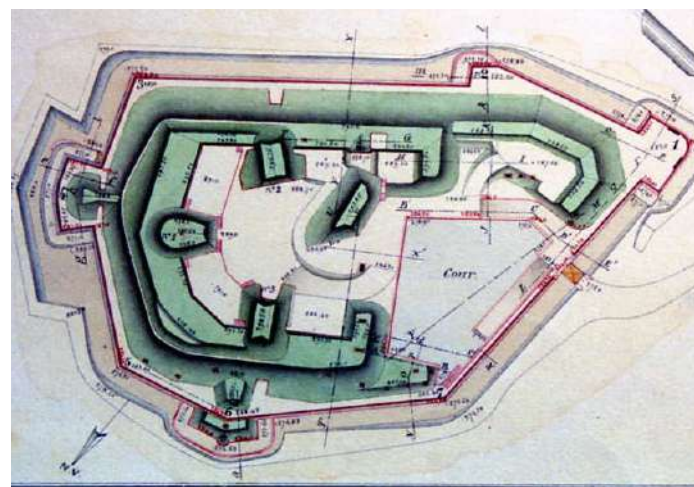


Fig 17: Plan des dessus projet 1878

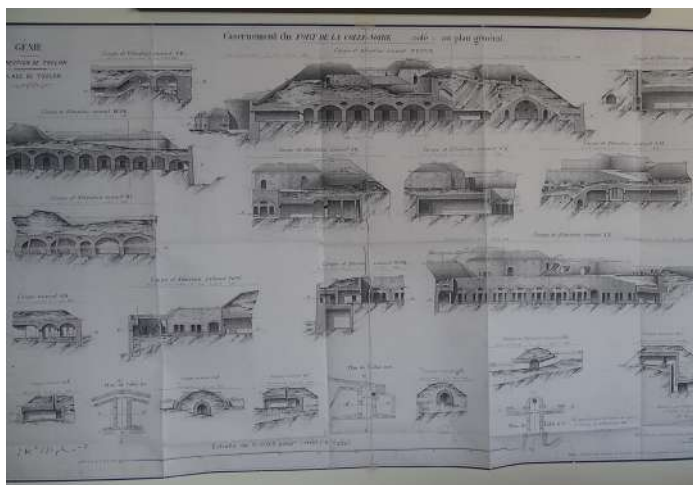


Fig 18: Coupe projet 1878

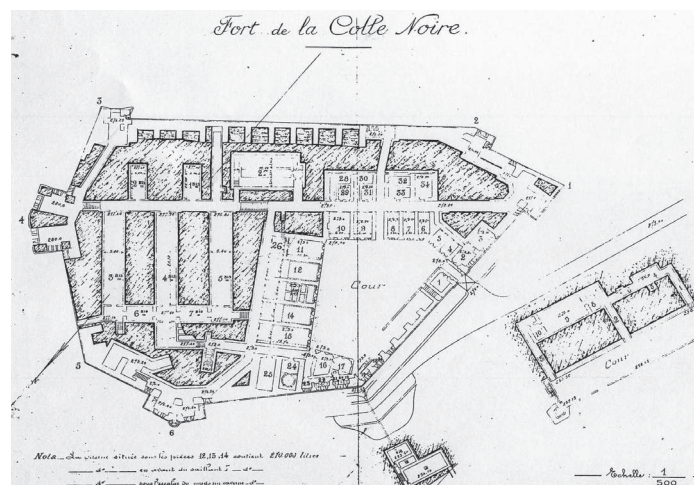


Fig 19: Plan réalisé 1889

2-Analyse des archives

Je n'ai pu recueillir que des archives des années 1880 et 1889. Les documents des modifications de 1939, sont classés secret défense, de même qu'un reportage photographique réalisé à la suite des explosions. Néanmoins, grâce à l'outil «Remonter le temps» d'IGN, on peut avoir de très bonnes photographies aériennes de 1950 à nos jours ainsi qu'une de moins bonne qualité de 1931 (fig.14). Cette dernière est toutefois la seule qui nous donne un aperçu de l'aspect du fort avant les explosions. La photographie aérienne de 1959 montre l'aspect démoli du fort (fig.15).

On a donc deux époques d'archives exploitables. La première période (1878-1880) est très riche en informations en plans et coupes. Cependant, il semblerait qu'il s'agisse là d'un projet non effectué jusqu'au bout (fig. 16, 17, 18). En effet, ce projet prévoyait trois caponnières doubles pour défendre les fossés et non deux comme c'est le cas aujourd'hui. En revanche la caponnière simple Sud-Est actuelle n'était pas prévue sur le plan. Malgré cette différence, le plan semble bien conforme à la réalité et de façon très précise. On peut voir sur le plan les réseaux de récupération des eaux pluviales, de chauffage avec les sorties de cheminées... On voit aussi que les chambrées¹¹ des soldats font bien 6m de large conformément aux règles de la typologie Séré : des lits de 2m de long répartis de part et d'autre d'une allée de 2m. Les dimensions de la poudrière prouvent qu'il s'agit bien d'une poudrière Séré. Les coupes du fort correspondent bien à la réalité en terme de hauteur.

La deuxième source d'archive de 1889 (fig.19) est quant à elle plus précise sur la forme actuelle du fort, à savoir un aileron Sud composé de deux caponnières simples, et une caponnière simple Sud-Est. En revanche la qualité du document ne permet pas d'avoir autant d'informations que pour les plans de 1880. Les cotations ainsi que les ouvertures ne sont pas lisibles, il n'y a pas de coupes. Le document comporte malgré tout le dessin des locaux souterrains. Une visite est ainsi indispensable pour pallier ce manque d'information. En revanche, les documents concernant la poudrière annexe ainsi que la citerne annexe, sont d'une très grande précision, avec cotations, coupes, plans...

Quelle que soit la source d'archive, il n'y a pas de façade dessinée du fort. Il faut donc l'imaginer et émettre des hypothèses comme on le verra par la suite. Sachant qu'il reste deux sources d'archives classées secret défense, on peut imaginer qu'elles possèdent ces informations et ainsi espérer que dans les années à venir, on puisse accéder à ces archives et proposer une reconstitution plus exacte.

Afin de pouvoir concevoir la modélisation, je me suis appuyée à la fois sur les deux sources de plans. Le premier pour la forme des salles, les détails comme le pont, les réseaux, le chauffage et surtout les traverses-abris¹² qui n'existent pas sur le deuxième plan. Le second m'a permis de dessiner les locaux souterrains ainsi que la forme du fort avec les caponnières. Les ouvertures des locaux de vie ainsi que les systèmes défensifs ont été réalisés à partir des sources documentaires de 1880 ces informations y sont plus visible et plus précises.

L'analyse des sources d'archives montre qu'il manque des informations, que la visite de site pourra peut-être combler : la hauteur des locaux souterrains, ce qui nécessite de prendre des mesures; des photos de ces locaux, les façades. Voir les vestiges pourra peut-être permettre d'imaginer les façades possibles. La visite de site pourrait également être l'occasion d'un inventaire des vestiges du fort.

11. Chambrée : pièce de repos des soldats.

12. Traverse-abri : élévation de terre ou mur épais, disposé en travers des plateformes de tir d'artillerie pour garantir les canons et les défenseurs contre le tir d'enfilade ennemi. Cette traverse évite une explosion à la chaîne de chaque pièce d'artillerie. La traverse peut être casematée (composée d'une salle intérieure), on dit alors que c'est une traverse-abris. Dans ce cas, les soldats ainsi que les obus peuvent être mis à l'abri. La traverse-abri peut également posséder un monte-charge ou des escaliers reliant la partie supérieure du fort avec la partie inférieure.



Fig 20: Photo chambre souterraine.



Fig 21: Photo chambre souterraine avec cloison détruite.



Fig 22: Photo Cartouche porte d'entrée fortin de la Gavaresse



Fig 23: Photo porte d'entrée du fort du Coudon



Fig 24: Photo porte d'entrée du fort de la Croix Faron

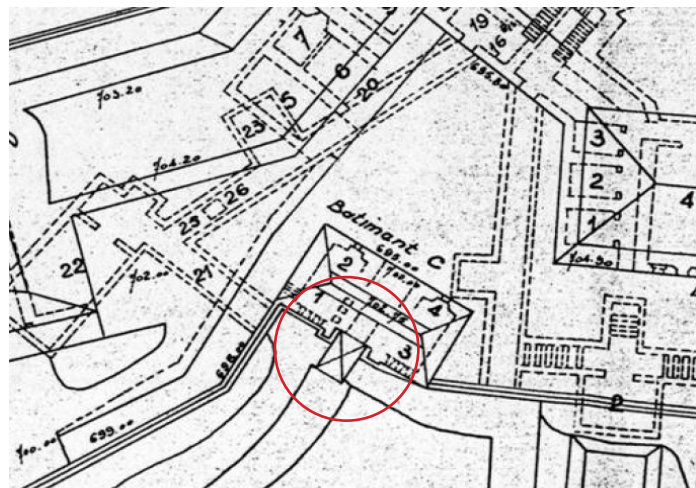


Fig 25: Plan porte d'entrée fort du Coudon

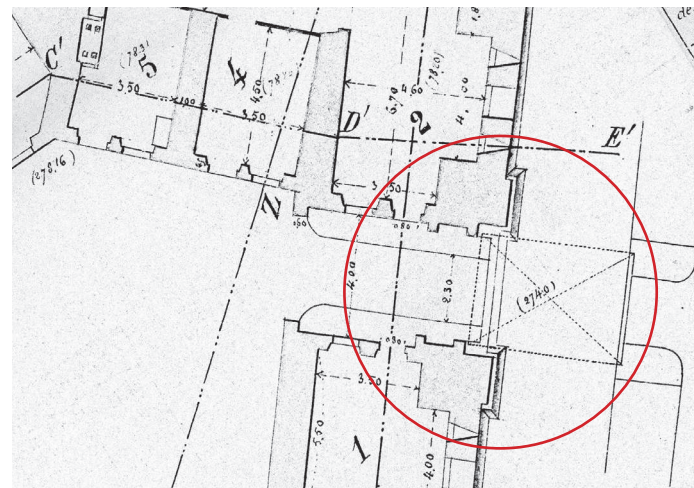


Fig 26: Plan porte d'entrée du fort de la Colle Noire



Fig 27: Photo pierre de la porte d'entrée «18 » pour « 1878 » ou « 1880 »



Fig 28: Photo pierre de la porte d'entrée portant l'inscription « RT DE LA » pour « Fort de la Colle Noire »



Fig 29: Image modélisation porte d'entrée du fort

3- Visite de site

Afin de pouvoir vérifier mon analyse des archives, j'ai effectué, au cours de ce travail, deux visites sur site après lecture des archives. J'avais déjà pu visiter le site par curiosité, bien avant d'avoir étudié les plans du fort. Lors de ma première visite, j'ai eu la chance de trouver un accès aux souterrains du fort. Celui-ci étant caché depuis la cour du fort, il faut connaître les plans du fort pour savoir qu'il est possible de trouver une entrée à cet endroit. J'ai ainsi découvert ces locaux, pris des photos, puisqu'il n'en existe pas en ligne (fig. 20 et 21) et effectué des mesures. Ce relevé m'a permis de modéliser les souterrains. La visite m'a permis aussi de visiter une partie des plateformes de tir ainsi que des traverses-abri. Tout n'est pas accessible car la végétation est très envahissante. Lors de cette visite, j'ai également découvert le reste des voûtes des latrines en partie conservées. En visitant le tout le fort, un élément a retenu mon attention : la poudrière semblait étrangement plus petite que sur les plans.

Ma deuxième visite était orientée à essayer de prendre des photos des souterrains grâce à une lampe plus puissante. Je me suis attardé à chercher les éléments sauvegardés du fort malgré les deux explosions. Je me suis rendu compte que de larges pans de mur du poste de police sont encore debout. On voit encore les fixations des lampes sur les murs, les traces de nombreux canaux de ventilation, d'écoulement de pluie qui m'ont permis de comprendre comment fonctionnait le système de ventilation naturelle du fort. J'ai enfin découvert qu'en dépit de son apparence, la caponnière Sud semble en plutôt en bon état de conservation. Un déblai permettrait sûrement de faire des découvertes intéressantes.

Ces visites m'ont permis de mieux appréhender le site, de vérifier des hypothèses et de découvrir ou visiter des locaux. Ces hypothèses vont être plus développées dans la partie suivante.

B-Hypothèses et parti-pris pour des points particuliers du bâtiment.

Comme on l'a vu précédemment, plusieurs éléments manquent dans les sources d'archives sans que la visite sur site nous permette d'y remédier. Ainsi, on ne connaît pas l'aspect de la façade d'entrée du fort. De même, certains éléments des caponnières sont inconnus. Enfin la poudrière ne semble pas correspondre au plan d'après la visite faite sur les lieux. Ces éléments vont être décortiqués point par point en proposant pour chacun une interprétation la plus plausible.

1-La porte d'entrée et son système de pont-levis

Aucun document d'archive ne représente la façade de la porte d'entrée du fort. Or la porte d'entrée est l'élément le plus ornementé d'un fort. On y trouve toujours un cartouche milésime avec les dates et le nom du fort. Pour exemple, celui du fortin de la Gavaresse (fig. 22).

La porte de la Colle Noire ayant volé en éclats suite aux deux explosions, il n'est plus possible de la redessiner à partir de photos prises sur site. Il ne reste plus qu'à émettre des hypothèses et de choisir celle qui se rapprocherait le plus de la réalité. Pour ce faire, je me suis appuyé sur l'aspect de la façade de deux forts de la même époque et de la même situation géographique : le fort du Coudon (fig. 23) et le fort de la Croix Faron (fig. 24). Tous deux possèdent un pilastre de chaque côté de l'entrée qui sont visibles en plan (fig. 25), ce qui correspond au plan du fort de la Colle Noire (fig. 26). De plus, on a retrouvé deux pierres, l'une portant l'inscription de la date de construction (fig. 27) et l'autre un morceau du nom du fort (fig. 28). Celle portant la date provient visiblement d'un des pilastres au vu de sa forme. L'inscription, elle, provient sans doute plutôt d'un cartouche au-dessus de l'entrée. Or le fort du Coudon porte ses dates sur les pilastres et son cartouche au centre. Etant construit à peu près à la même époque, il est fort possible que l'entrée soit similaire. J'ai donc repris les codes de la porte d'entrée pour proposer une hypothèse de porte pour la Colle Noire (fig. 29).

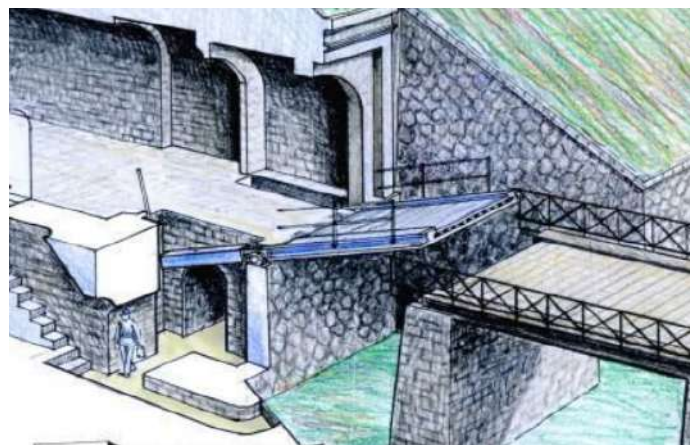


Fig 30: Coupe système Tripier (pont à bascule)



Fig 31: Photo pont à effacement latéral du fort de Parmont



Fig 32 : Photo pont à effacement longitudinal du fort de Feyzin

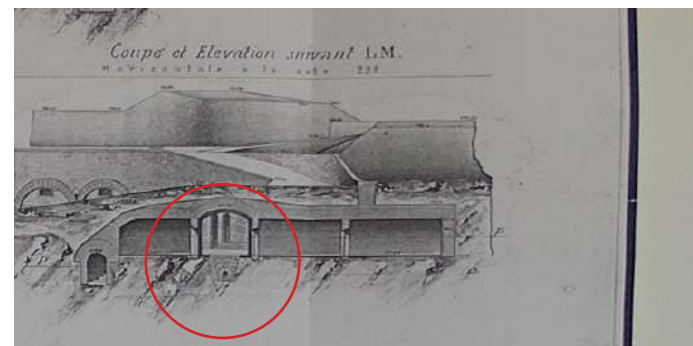


Fig 33 : Coupe porte d'entrée de la Colle Noire



Fig 34: Plan porte d'entrée du fort de la Colle Noire

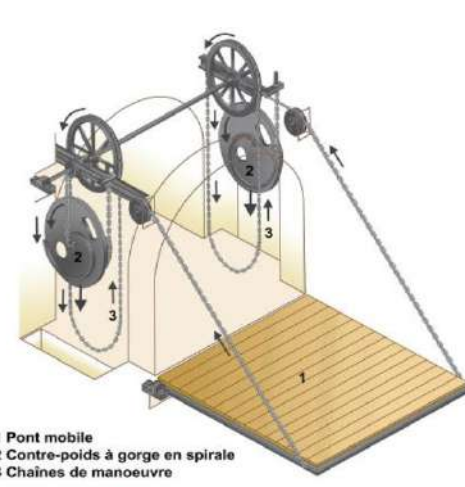


Fig 35: Schémas fonctionnement système Devèze

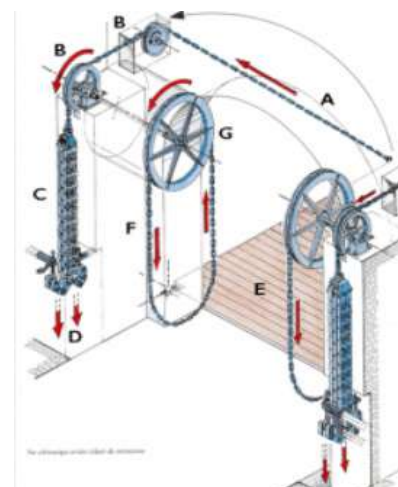


Fig 36: Schémas fonctionnement système Poncelet



Fig 37: Photo système Ardagt : Fort de du Mont Chauve de Tourette



Fig 38: Photo système Ardagt-Pilter : Batterie Nord du fort de Villey le Sec



Fig 39: Image modélisation du système Devèze

Un autre élément a fait l'objet d'hypothèses : le pont-levis. Les forts possèdent en général un pont-levis afin d'empêcher toute intrusion dans le fort. Les batteries¹³ n'en possèdent pas systématiquement, cela dépend si elles sont constituées comme des fortins avec enceinte ou sans enceinte. Par exemple, le fortin de la Gavresse a un pont-levis mais celui de la Bayarde n'en a pas. Le fort de la Colle Noire en possédait un comme le montre clairement les plans¹⁴. En revanche son système de levage n'est pas indiqué. A cette époque, il existe plusieurs types de levage de pont : les ponts à bascule (fig. 30), les ponts à levage avec chaînes, les pont à effacement latéral (fig. 31) et les ponts à effacement longitudinal (fig. 32). Les plans et coupes permettent déjà d'éliminer les deux derniers : l'un parce qu'une petite fosse recevant le pont aurait dû être visible en coupe (fig. 33) et ce n'est pas le cas; l'autre car un tel pont aurait dû coulisser dans le porche d'entrée et le plan ne montre pas ce coulisement (fig. 34). L'hypothèse du levage à bascule peut également être éliminée car si tel était le cas, l'emplacement des fléaux du pont serait visible en plan comme on l'a sur le plan du fortin de la Gavresse. De plus une fosse aurait été visible sur la coupe, ce qui n'est pas le cas. Il ne reste donc qu'une seule hypothèse, à savoir le pont à levage avec chaînes.

L'investigation n'est pas pour autant terminée car il existe de nombreux systèmes différents dans cette typologie de pont-levis : le système Devèze (fig. 35), le système Poncelet (fig. 36), le système d'Ardagt (fig. 37) le système d'Ardagt-Pilter (fig. 38), et enfin le système Desfeux. Ce n'est pas une liste exhaustive mais ce sont les plus répandus. Afin de pouvoir sélectionner le système le plus pertinent, il faut analyser le plan. On y voit un renforcement permettant de loger le mécanisme de la porte. Le système d'Ardagt-Pilter et le système d'Ardagt n'ont pas besoin de ce renforcement donc on peut déjà les retirer des hypothèses plausibles. En effet, ce sont des systèmes utilisés dans les petites fortifications ce qui n'est pas le cas du fort de la Colle Noire.

Pour le système Devèze et le système Poncelet, on aurait du avoir une fosse pour recevoir les contre-poids qui descendent le long de la rainure. Cela ne semble pas être le cas pour le fort de la Colle Noire. La seule solution afin d'en être sûr est d'aller faire des fouilles sur place, mais ce n'est malheureusement pas possible.

Quant au système Desfeux, il ne semble pas nécessiter de fosse. De plus, le fort Faron, dont on parlait plus tôt, possède ce système. On peut donc supposer que c'est celui qui a été mis en place pour le fort de la Colle Noire. Dans mes recherches, je n'ai trouvé aucune illustration de ce système, seulement une description de son fonctionnement¹⁵.

Afin de ne pas proposer un système qui n'existerait pas, j'ai opté pour la représentation en modélisation d'un système Devèze (fig. 39). Ce choix est discutable mais il est une proposition de levage proche du système Desfeux. En effet ce dernier est une variante du système Devèze et du système Poncelet.

2 - Créneaux de fusillade et caponnières.

L'absence de façades pose également question concernant l'aspect des ouvertures des espaces situés de part et d'autre de la porte d'entrée du fort, notamment les espaces dans l'angle Nord-Ouest, au niveau des latrines (fig.40). L'investigation commence avec le plan et la coupe (fig. 40, 41, 42), qui nous donnent des informations importantes sur la forme des ouvertures. Sur le plan, on remarque dans chaque espace deux ouvertures verticales de type créneau de fusillade¹⁶ qui encadrent une ouverture plus horizontale dont on ne connaît pas l'aspect.

Deux hypothèses sont possibles : une configuration dont l'ouverture horizontale serait située au-dessus des ouvertures verticales et servirait à l'évacuation des fumées; ou bien une configuration dont l'ouverture horizontale serait entre les deux ouvertures verticales et servirait de créneau de fusillade horizontale (fig. 43). La première hypothèse vient du fait que les armes à feu dégagent des fumées toxiques qui diminuent le champ de vision. Celles-ci doivent être évacuées par des ouvertures au-dessus des créneaux de fusillade ou par des cheminées d'aération. On voit encore aujourd'hui une trace de ce type d'ouverture en façade sur la poterne Sud du fort ou sur la caponnière Sud-Est (fig.44 et 45). D'ailleurs on s'aperçoit que ces ouvertures ne sont pas représentées en plan. Les latrines sont un des espaces dans l'angle Nord-Ouest qui nous posent

13. Batterie : groupement de pièces d'artillerie dont on veut concentrer le tir contre un but commun. En règle générale, des travaux de terrassement sont faits autour, afin de protéger les pièces. Les batteries peuvent aussi être construites dans des enceintes fortifiées. Simplification de la définition de G. Le Hallé, *Le système Séré de Rivières*, 2001

14. De plus sur le site de l'Inventaire Général du Patrimoine Culturel de la Région Provence Alpes-Côte d'Azur, il est mentionné la présence du pont-levis sans pour autant indiquer le système de levage.

15. Voir en annexe la description du système

16. Créneau de fusillade: adaptation moderne de l'archère. Elle peut être soit horizontale soit verticale.

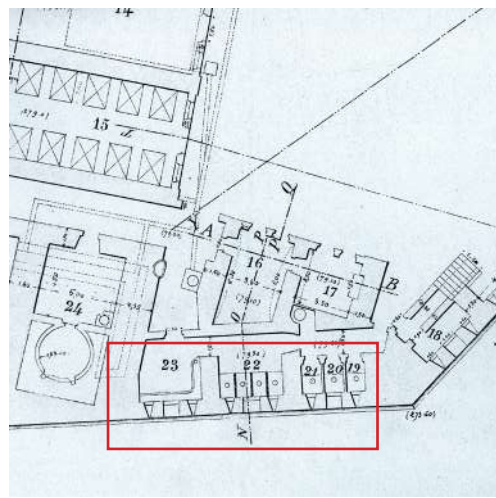


Fig 40: Plan RDC Latrines

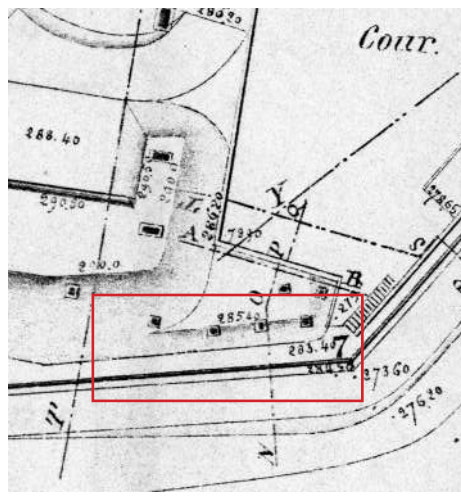


Fig 41: Plan R+1 Latrines avec cheminée d'aération

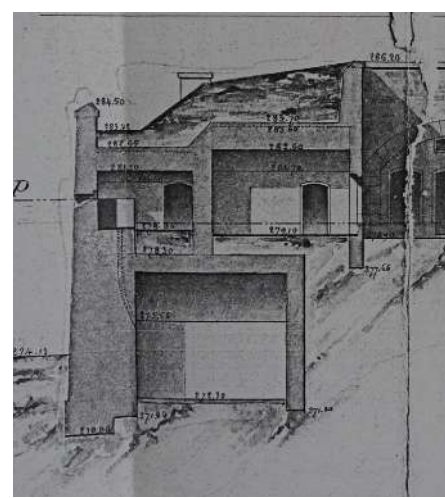


Fig 42: Coupe Latrines



Fig 43: Photo ouverture caponnière double, créneau de fusillade



Fig 44: Photo ouverture caponnière simple Sud-Est, ouverture d'aération



Fig 45: Photo ouverture d'aération caponnière Simple Sud-Est



Fig 46: Image Modélisation des ouvertures latrines de la Colle Noire



Fig 47: Image modélisation de la porte d'entrée de la Colle Noire



Fig 48: Photo porte d'entrée du fort de Feyzin, fenêtres latérales

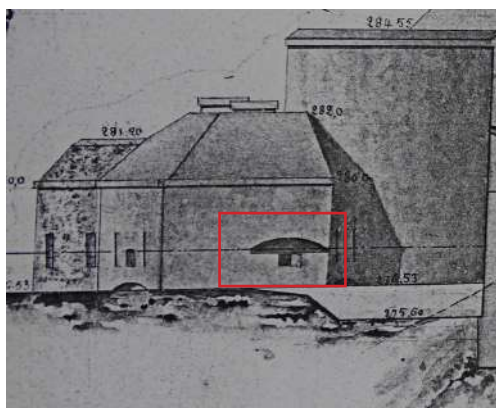


Fig 49: Façade caponnière du fort de la Colle Noire



Fig 50: Photo ouverture caponnière fort de la Croix Faron



Fig 51: Image modélisation caponnière

question. Elles possèdent ces trois ouvertures mais également des cheminées d'aération pour assurer la ventilation de ce lieu. Une ouverture pour l'évacuation des fumées serait donc superflue en présence des cheminées d'aération. On élimine donc l'hypothèse de l'ouverture horizontale servant d'évacuation du fumée, si l'on considère que tous les espaces de l'angle Nord-Ouest ont les mêmes ouvertures.

Par élimination, l'hypothèse la plus plausible semble donc être celle d'ouvertures servant de créneaux de fusillade (fig.46) . La coupe dans ces ouvertures nous permet de confirmer cette hypothèse en montrant que l'ouverture horizontale n'est pas une évacuation de fumée mais bien un créneau de fusillade. De plus, on retrouve ce type d'ouvertures dans les actuelles caponnières doubles au Sud-Est, ce qui confirme l'existence d cette typologie.

Une troisième hypothèse vient se greffer aux deux premières, uniquement pour les espaces à proximité directe de la porte d'entrée. Ces deux emplacements sont positionnés au plus loin du front d'attaque, et sont donc les espaces les plus protégés du fort, de même que l'entrée. Ils correspondent au poste de communication ainsi qu'au poste de police, deux éléments importants du fort et nécessitent donc d'être éclairés naturellement. Puisque ces espaces ne possèdent pas d'ouverture côté cour, il paraît peu probable que l'éclairage naturel se limite à celui engendré par l'ouverture d'un créneau de fusillade. Il y a donc fort à parier pour que l'ouverture centrale représentée en plan soit en fait une fenêtre (fig.47). Cette typologie d'ouverture est également présente sur le fort Faron et sur bien d'autres forts Séré (fig. 48). Bien sûr cela reste des hypothèses et interprétations, et il est possible qu'à l'avenir des documents ou des fouilles prouvent le contraire.

On retrouve le même questionnement dans les caponnières Nord et Sud-Ouest, actuellement en ruines, au sujet des ouvertures de tir dont on ne connaît pas l'aspect exact. La façade sur les caponnières (fig. 49) représente une ouverture avec un aspect spécifique, mais elle date de l'époque du projet du fort et l'on peut douter de son adéquation à la réalité. D'autant plus que la caponnière simple sud, seul vestige d'une caponnière en maçonnerie, ne possède pas d'ouverture de ce type. La réponse se trouve-t-elle dans les plans ? Non-plus ! Le plan de 1889 est effacé au niveau de ces ouvertures pour la caponnière double Sud-Ouest. En revanche, on remarque que la caponnière double Nord semble posséder les mêmes ouvertures que celles dessinées sur le plan projet, malgré le faible niveau de visibilité. Enfin, on retrouve sur le fort de la Croix Faron une ouverture de ce type à côté d'une caponnière (fig. 50). Donc ce type d'ouverture existe bel et bien, qui plus est dans un fort de la même époque et situé géographiquement à proximité. J'ai donc pris le parti de les représenter comme elles apparaissent sur la façade (fig.51).

Un autre élément pose question : celui du revêtement intérieur. En effet, dans la caponnière simple Sud, sur la plus grande partie de la pièce, un plafond en voûte de brique permet de limiter les infiltrations (fig 52). Les autres caponnières étaient-elles semblables ? On peut imaginer que oui, car il semble logique que les caponnières suivent un modèle. Lors de ma deuxième visite, je me suis aventuré dans les décombres de la caponnière simple Sud-Ouest (fig. 53). Et à ma grande surprise, j'ai découvert qu'il reste une bonne partie de cette dernière. Comme en témoigne la photo, on retrouve bien ce revêtement en brique (fig. 54) ! Ainsi, il semblerait que les caponnières aient eu un revêtement en brique dans les voûtes.



Fig 52: Photo intérieur de la caponnière simple Sud-Est



Fig 53: Photo extérieur caponnière simple Sud-Ouest



Fig 54: Photo intérieur de la caponnière simple Sud-Ouest



Fig 55: Axonométrie d'une poudrière type Séré

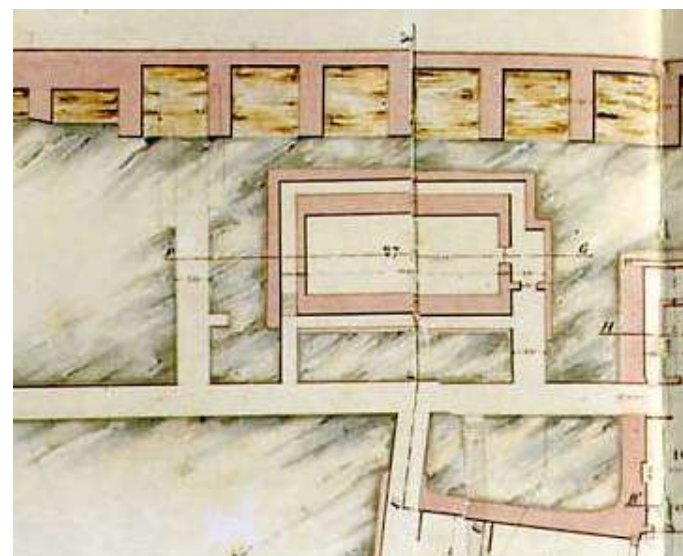


Fig 56: Plan poudrière du fort

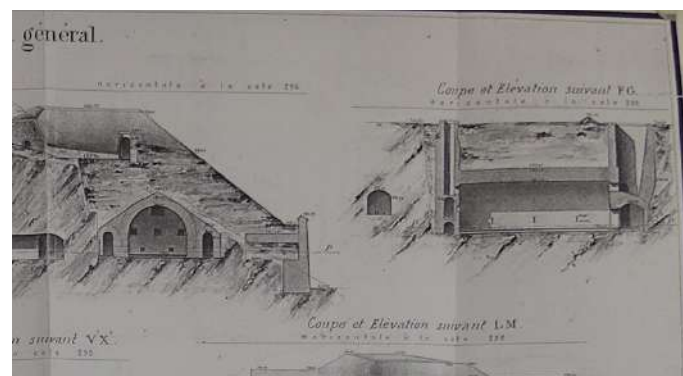


Fig 57: Coupe poudrière 1878

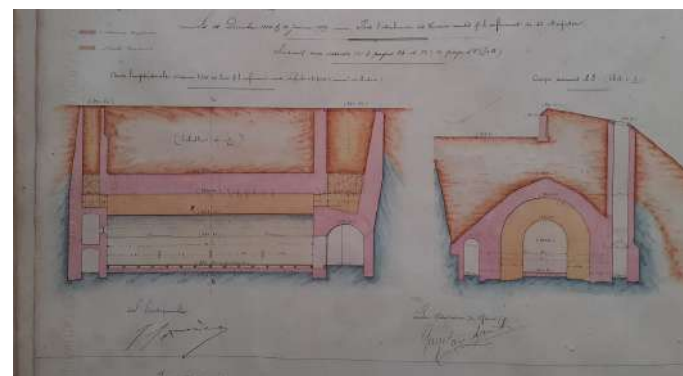


Fig 58: Coupe poudrière 1889

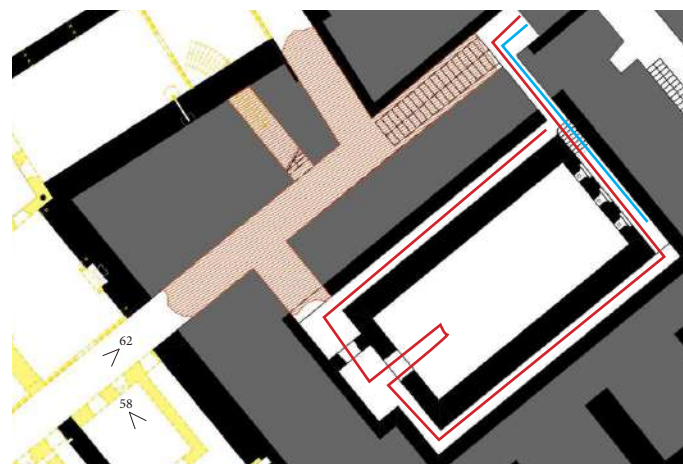


Fig 59: Plan trajet des visites (bleu 1er visite, rouge 2ème visite)



Fig 60: Photo ouverture chambre des lampes comblés

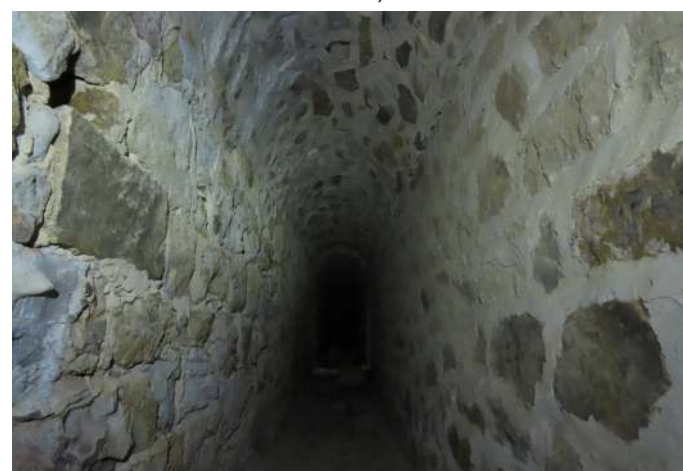


Fig 61: Photo couloir de ventilation puits de lumière

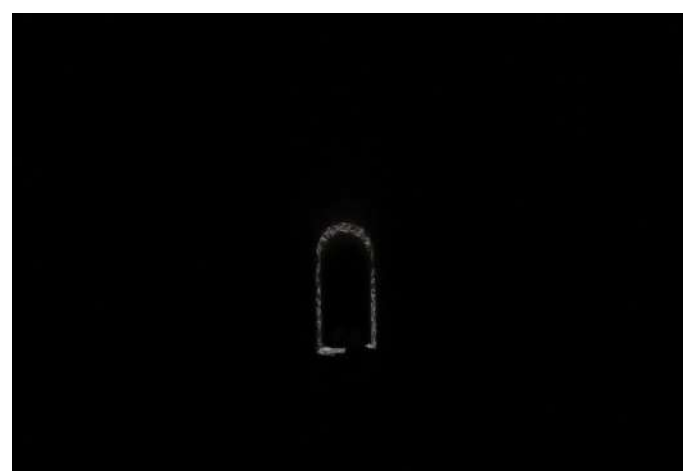


Fig 62: Photo couloir de ventilation puits de lumière sans flash

3 - La poudrière.

Lors de ma première visite, et comme j'ai pu le mentionner plus tôt, j'ai été surpris de découvrir que la poudrière paraissait plus petite que sur les plans d'origine. Deux des ouvertures de la chambre des lampes étaient comblées. Des puits de lumière auraient du éclairer la poudrière mais ce n'était pas le cas quand je l'ai visitée. Cela m'a paru très étrange car les poudrières de cette époque suivent un modèle-type qui était appliqué sur le plan de la Colle Noire mais qui ne correspond pas à l'état actuel de la poudrière. Le modèle-type est le suivant (fig.55): la poudrière est entourée de chaque côté d'un couloir de ventilation. On y entre par un sas et on trouve à l'opposé une chambre des lampes composée de trois ouvertures (fig.56 et 57). Ces trois ouvertures s'expliquent par le fait que les caisses de poudre sont empilées en quatre rangs séparés par trois allées. Les ouvertures correspondent donc à l'éclairage des allées. Un puits de lumière apporte de la lumière naturelle en plus.

Or la poudrière du fort paraît plus petite, ne possède pas de puits de lumière, ne compte qu'une seule ouverture au centre, les deux autres étant comblées. Lors de ma première visite, je ne m'étais pas risqué à aller plus loin que la chambre des lampes (fig. 59)

Entre temps, j'ai eu de nouvelles archives du SHD et notamment le document (fig.58) qui montre des travaux dans la poudrière. Tout s'éclaire alors dans mon enquête : une voûte a été construite dans la poudrière bouchant ainsi les deux puits de lumière et deux des trois ouvertures de la chambre des lampes. Un puits de lumière a été construit dans un des couloirs de ventilation. La date du document d'archive permet de comprendre pourquoi la poudrière a été réduite. Nous sommes en 1889 et la crise de l'obus torpille vient d'avoir lieu. On n'utilise donc plus la poudre noire dans les obus mais de la mélinite, une poudre chimique. Le résultat est que l'obus est 10 fois plus puissant pour un même volume de poudre. Les forts, à peine achevés, sont déjà obsolètes : les poudrières deviennent vulnérables, on commence à renforcer les forts avec du béton, c'est les prémisses des tourelles blindés et des blockhaus. On prévoit donc des poudrières sous roc, ce qui signifie qu'elles sont enterrées sous 10m de terre ou 6m de roche¹⁷. Sur le fortin de la Gavresse ainsi que le fortin de la Bayarde on retrouve ces modifications avec la création de la poudrière sous roc (voir sur la coupe ci-contre).

Au fort de la Colle Noire, la poudrière est déjà située sous 7m de terre. Cependant, les deux larges puits de lumière la rendent vulnérable. Afin de la protéger, on les rebouche et on en ouvre un autre dans le couloir latéral, de plus petite dimension mais permettant la ventilation de l'ensemble. Reste le mystère de la voûte. La réponse se situe dans l'épaisseur de terre ou de roche nécessaire au-dessus de la poudrière. Comme on l'a précisé plus haut, la poudrière de la Colle Noire est 7m sous terre, ou plus exactement de 6m sous terre et 1m sous maçonnerie. En ajoutant une voûte d'un mètre, on parvient à 6m sous terre et 2m sous maçonnerie, soit 8m au total. Ce n'est pas suffisant pour arriver aux 10m règlementaires, mais le fait qu'il y ait 2m de maçonnerie semble avoir permis d'abaisser la norme de 10 à 8m de profondeur.

Il ne restait donc plus qu'à m'assurer que ce sont bien ces travaux qui sont à l'origine de mon étonnement quant à la taille de la poudrière. Ainsi je suis retourné une deuxième fois sur le site afin de recueillir des éléments de réponse. Je me suis aventuré dans le couloir Sud de ventilation afin de pouvoir rentrer dans la poudrière (fig. 59) ce que je n'avais pas fait à la précédente visite. Puis une fois dans la poudrière, j'ai pu confirmer qu'une voûte a été ajoutée : on ne voit plus les deux fenêtres latérales de la chambre des lampes, puisqu'elles sont noyées dans la maçonnerie (fig.60). De même, les puits de lumière n'existent plus. Enfin, la dimension de la salle correspond bien aux archives des travaux. La poudrière a donc bien été réduite. En repartant par le couloir, j'ai pu confirmer la présence du puits de lumière. On voit d'ailleurs sur les deux photos ci-contre avec ou sans flash, l'impact du puits de lumière (fig. 61 et 62).

Tout ce travail d'hypothèses qui s'attachent aux moindres détails est indispensable pour la conception de la modélisation, puisqu'au cours de celle-ci, on s'interroge inévitablement sur la manière de représenter pour coller au mieux à la réalité.

17. B. Cros *Citadelle d'Azur*, 1998.



Fig 63: Photo attache de la tôle des souterrains



Fig 64 : modélisation globale du fort



Fig 65 : modélisation de l'intérieur de la cour



Fig 66 : modélisation de l'intérieur de la cour

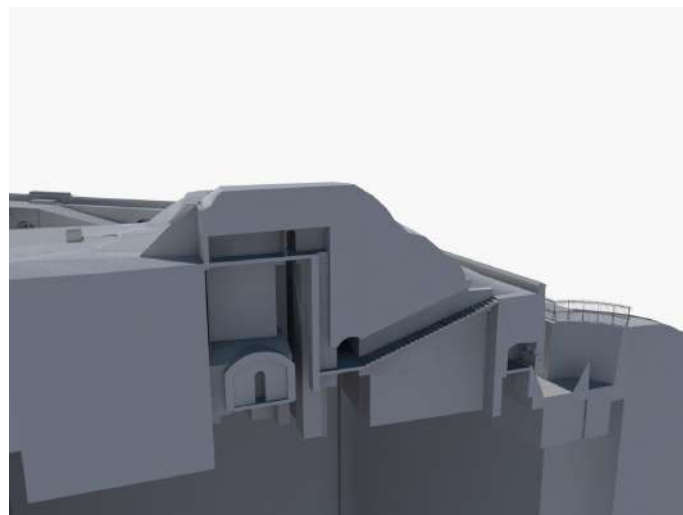


Fig 67: Coupe de modélisation dans la traverse-abris et son monte-charge.



Fig 68: Image «photo-réaliste» de l'entrée du fort de la Colle Noire

C- Création de la maquette numérique

Maintenant que les archives ont été analysées, que des hypothèses ont été posées et que l'on a choisi des parti-pris, il s'agit de construire la maquette numérique. Pour cela, se pose la question de la date de modélisation. Quelle époque va-t-on représenter? La construction du fort en 1880 ? L'extension de 1889 ? Les travaux d'assainissement en 1939 ? L'occupation allemande en 1943 ? Ou bien la première explosion en 1946 ou la seconde en 1949?

1-Choix de l'époque de restitution

Voyons ce que comportent chacune des époques de construction afin de choisir la plus pertinente représenter. On distingue trois voire quatre périodes principales : la première est celle de la construction, de 1878 à 1880, puis vient celle des grandes modifications et ajouts de locaux en 1889, celle de 1939 et peut-être celle de l'occupation allemande en 1943-1944.

Comme on a pu le voir dans la partie analyse des archives, l'époque où l'on a le plus d'informations et qui représente la grosse majorité de la construction du fort est la période 1880-1889. Les informations des archives ont été complétées avec les photos et mesures prises sur site ainsi qu'avec les photos aériennes.

La période de 1939 est celle où l'on a le moins d'informations car le dossier d'archive est encore classé. Les seuls vestiges que l'on trouve de cette période ne sont que des attaches de tôles dans les voûtes des locaux souterrains (fig. 63). Des vestiges en béton situés sur les plateformes de tir semblent dater aussi de cette époque voire peut-être de l'occupation. On peut émettre des hypothèses quant à leur fonction mais sans archives, il est quasiment impossible d'être certain de ce que l'on avance. Il s'agissait sûrement d'abris pour le dépôt de munitions, ou de postes de direction de tir. S'ils datent de l'occupation allemande on peut supposer que ce sont des plateformes de canons anti-aériens ou de projecteurs. En effet une demi-section allemande rattaché à la DCA¹⁸ était installée au fort.

La première période est donc précise mais la forme actuelle du fort ne correspond pas, ce qui laisse supposer que le projet initial n'a pas été accompli sur sa totalité. La dernière période est celle où l'on a le moins d'informations aujourd'hui et c'est aussi celle où il y a le moins de traces visibles actuellement. Enfin la deuxième époque (1889) est la plus riche en archives et en vestiges actuels. La modélisation se portera ainsi sur cette période qui peut être considérée comme l'apogée du fort (fig. 64, 65 et 66). Celui-ci a été progressivement abandonné après la première Guerre Mondiale. En effet, les pièces d'artillerie ont toutes été amenées sur le front, et une fois la guerre terminée, la plupart ont été fondues pour la plupart. A l'issue de la Grande Guerre, une grande partie des forts ont donc été dépourvus d'artillerie. Le fort de la Colle Noire en fait partie.

2-Pourquoi une modélisation plutôt qu'une maquette physique?

Maquette physique ou numérique, toutes deux montrent en volume un édifice. Dans les deux cas, on saisit rapidement l'envergure du bâtiment, sa disposition spatiale, et on visualise l'ensemble, bien mieux que si on devait nous l'expliquer à l'oral. Mais alors quelle est la différence entre une maquette physique ou numérique?

Une maquette physique est construite dans le but de représenter une idée précise. Par exemple les maquettes structurales ne représentent pas les aménagements intérieurs. A contrario, une maquette d'ambiance s'attache à représenter le plus fidèlement la texture des matériaux et la lumière dans l'édifice afin de pouvoir se projeter dans l'espace représenté. Une maquette numérique peut être conçue de la même façon mais elle a l'avantage de pouvoir être modifiée rapidement pour exprimer une autre idée. Il est beaucoup plus facile de réaliser des tranches (fig.67) , des éclatés de l'édifice en 3D avec une modélisation qu'avec une maquette physique. De plus, le modèle 3D permet de faire des rendus photo-réalistes (fig. 68), et animations, ce qui est plus complexe à réaliser avec une maquette physique. Dans l'émission Arte Architectures, on peut trouver une sorte d'animation réalisée à l'aide de maquettes physiques pour expliquer la structure d'un édifice, mais il s'agit davantage d'un stop-motion que d'une animation à proprement parler.

18. DCA: Défense Contre l'Aviation



Fig 69: Photo maquette interactive d'Elbeuf

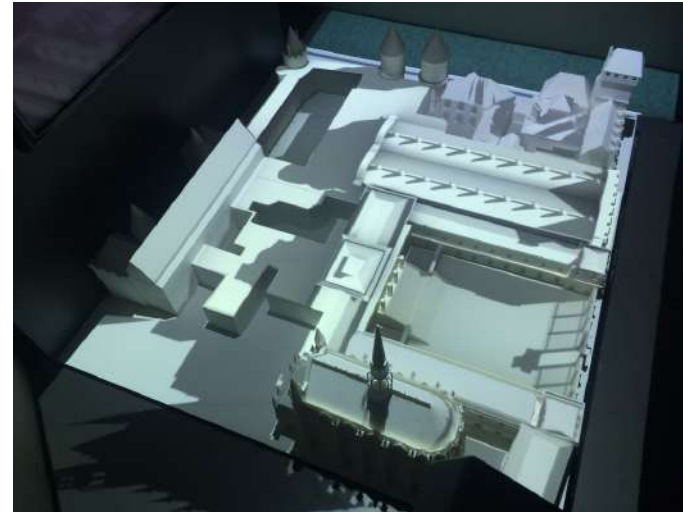


Fig 70: Photo maquette interactive musée de la conciergerie de Paris



Fig 71: Photo panneau sur le site



Fig 72: Photo clôture et barbelé sur le site

Enfin, la maquette numérique peut être manipulée par un utilisateur dans tous les sens, être zoomée ou dézoomée pour accéder à des niveaux de détails spécifiques, ce qui est impossible pour une maquette physique. Chaque niveau de détail en maquette physique nécessite une maquette différente. Il existe des maquettes physiques «interactives» composées d'un bac à sable servant de support à une projection où l'utilisateur peut interagir sur la projection par le biais de l'action sur le bac à sable. Ce type de représentation permet une implication active de l'utilisateur comme pour la maquette numérique. Néanmoins il n'est pas aisé d'appliquer ce type de proposition dans le cas d'un édifice.

Il existe également des maquettes physiques blanches, représentant un édifice, sur laquelle une projection indique les emplacements des espaces, le fonctionnement de certaines choses, ou encore les époques (fig. 69 et 70). Bien qu'intéressante, cette proposition limite les possibilités d'actions contrairement à ce que l'on peut faire avec une modélisation numérique. Celle-ci permet même une impression 3D si l'on a besoin. C'est en raison de ces multiples possibilités que j'ai choisi de travailler avec une maquette numérique.

II-De la modélisation à la médiation d'un patrimoine fortifié inaccessible

Dans la précédente partie nous avons effectué un travail important de recueil et d'analyse de documents, qui ont servi à la création de la modélisation numérique. Au cours de ce travail documentaire, de nombreuses connaissances et informations ont été engrangées et correspondent à l'histoire du fort, sa construction, son fonctionnement. Elles constituent des ressources considérables qu'il serait dommage de garder pour soi. La modélisation devient donc un support de médiation puisque dans sa conception même, c'est tout le contenu à transmettre qui se révèle.

A- La naissance d'un projet de médiation

Avant de s'intéresser aux moyens de mise en oeuvre de cette médiation, il faut comprendre le contexte et connaître les éléments de réflexion qui entrent en jeu dans la conception d'une médiation culturelle et patrimoniale.

1- Contexte particulier

Suite aux deux explosions de 1946 et 1949, des munitions non-explosées ont se sont réparties sur la colline. Comme nous l'avons vu plus tôt, ces munitions deviennent de plus en plus instables avec les années et resurgissent en surface de temps à autre. En 2005, un incendie de forêt a ravagé la partie minée du fort. Sur une vidéo de l'incendie, on entend des munitions exploser toutes les minutes. Suite à cet incendie, une campagne de déminage en surface a été menée mais il reste toujours un risque potentiel de trouver des munitions intactes sur le site. C'est pour ces raisons que le site appartient toujours à la Défense et que le Conservatoire du Littoral¹⁹ a refusé de l'acheter. Le bruit court qu'il resterait également des munitions enfouies dans les fossés, recouvertes par les décombres du fort. Le reportage photographique de 1949 aurait pu nous en apprendre davantage sur toutes ces informations. Malheureusement, ces archives sont classées, ce qui suggère que c'est un sujet sensible encore aujourd'hui. Pourquoi le fort n'a pas été déminé entièrement ? Reste-t-il des munitions enterrées sous des couches de pierres ? Après avoir eu des échanges avec l'ESID²⁰ de Toulon en charge de ce site militaire, celui-ci est interdit au public uniquement pour les risques d'explosion. En revanche, une fois sur site, ce danger, somme toute assez important pour fermer le site au public, n'est pas explicité. La seule dissuasion existante est la présence de quelques panneaux (fig. 71) indiquant l'appartenance du site à un terrain militaire. Mais selon le chemin emprunté pour accéder au fort, il est tout à fait possible de ne jamais croiser un panneau. Quant aux barbelés (fig.72), ils ne sont présents sur site qu'autour de la partie Sud du fort, où se situent les vestiges des casemates voûtées. Ces barrières empêchent les visiteurs de s'aventurer sous les voûtes menaçant de s'effondrer.

Dès lors, une ambiguïté naît : le fort est dangereux car potentiellement miné aux dires de l'armée, mais

19: D'après un mail échangé avec eux.

20. Etablissement du Service d'Infrastructures de la Défense de Toulon



Fig 73: Photo vue du fort sur l'Almanarre



Fig 74: Photo vue du fort sur Saint-Mandrier et Toulon

rien n'est fait pour empêcher ou dissuader de se rendre sur site ! Pas de gardien, pas de panneau mentionnant le danger d'explosion, peu de clôtures barbelées... De ce fait, énormément de randonneurs ignorant le danger montent régulièrement aux abords du fort, positionné au sommet de la colline, qui constitue donc le but ultime de leur course, ou promenade. Il faut dire que la vue y est particulièrement spectaculaire (fig. 73 et 74).

Il me semble alors indispensable d'aborder la médiation par une sensibilisation du public à ce danger, tout en leur expliquant le fort, son histoire et son fonctionnement. Cela peut en effet dissuader de visiter le fort, tout en révélant l'état actuel et l'état initial d'un fort inaccessible.

Une médiation sans prise en compte du danger pourrait avoir l'effet inverse, éveiller la curiosité de visiteurs, renforcer la fréquentation du site par des visiteurs inconscients du danger et donc augmenter le risque d'accidents mortels.

Puisque le site est interdit d'accès, il est important de noter que toutes les formes de médiations ne peuvent pas être appliquées, mais nous en reparlerons plus tard.

2- Choix du public visé et les attentes

Avant de débiter tout projet de médiation, il est indispensable de savoir à quel public on souhaite s'adresser, car c'est en fonction de ce public que va se construire la médiation, son niveau de détail. Il peut exister plusieurs publics cibles dans notre contexte : les passionnés d'histoire, les militaires, les néophytes (familles qui se promènent, sportifs...), ou encore le jeune public. Chacun de ces publics nécessite un niveau de médiation différent puisque le vocabulaire employé ne sera pas le même selon les connaissances qu'il possède déjà.

Notre souhait, pour sensibiliser au danger explosif puis à l'édifice, est de toucher le plus grand nombre de personnes susceptibles de se rendre sur le site. Lors de mes visites, j'ai observé des promeneurs et sportifs de tous âges, allant d'environ 10 ans jusqu'à environ 70 ans, donc un public dynamique, curieux, appréciant les panoramas offerts depuis le sommet de la colline. Ceux-là seront donc notre public cible principal. En revanche le public porteur de handicap moteur et visuel est moins présent sur site : le massif ne permet pas de se promener en fauteuil roulant, et n'est pas praticable pour un handicap visuel. Sans pour autant l'exclure de la cible du support de médiation, ce public ne constituera pas notre public cible principal, mais pourra être atteint par un support de médiation utilisable à distance.

Au vu de notre choix de toucher le public néophyte large, il faut que le contenu de la médiation soit adapté : un discours qui ne soit pas pointu mais compréhensible, un support interactif et dynamique pour les plus jeunes tout en restant facilement manipulable pour les plus âgés, et captivant pour tous. Le discours devra donc être vulgarisé, sans pour autant le simplifier à l'extrême, puisque la médiation patrimoniale passe notamment par la transmission de connaissances et de vocabulaire.

La médiation que nous souhaitons réaliser a pour objectif principal d'éveiller les visiteurs à ce patrimoine fortifié, ses prouesses, tout en leur montrant qu'il n'est pas sans danger de se rendre sur les lieux.

3- Adapter le type de modélisation au contenu.

Une maquette peut avoir de multiples formes pour parler d'un même édifice. On peut interargir sur deux facteurs d'informations sur une maquette numérique: le L.O.D et le L.O.I. Mais dans notre cas j'en rajouterai une troisième catégorie: la décomposition de la modélisation.

Le L.O.D²¹ est très intéressant dans notre cas, car il permet d'avoir tout une gamme de modélisations en partant du type maquette blanche jusqu'à une maquette photo-réaliste. Selon ce que l'on veut montrer, le L.O.D de la maquette ne sera pas le même. Le L.O.I.²² concentre les informations de chaque élément d'une maquette. Par exemple un mur peut n'avoir qu'un bas L.O.D donc être représenté par un rectangle simple mais avoir un L.O.I très élevé : caractéristiques physique du matériau, mise en œuvre, coût, dimension du volume.

21. Level of Details : niveau de détail

22. Level of Information : niveau d'informations



Fig 75: Image «photo-réaliste» d'une chambrée

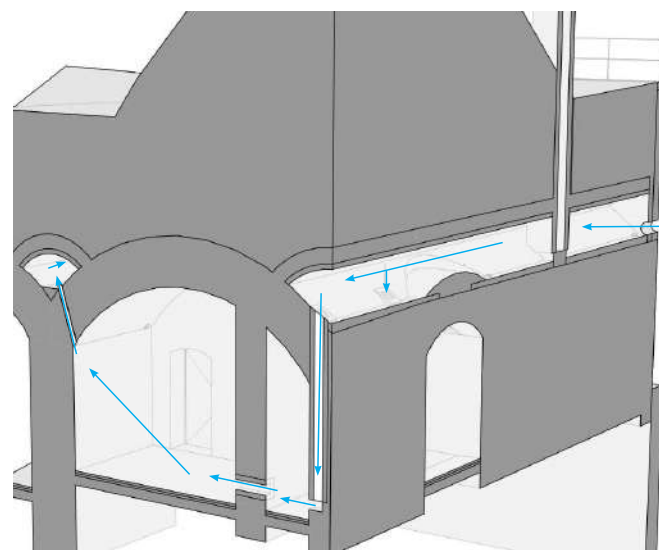


Fig 76: Axonométrie de la maquette sur le système de ventilation

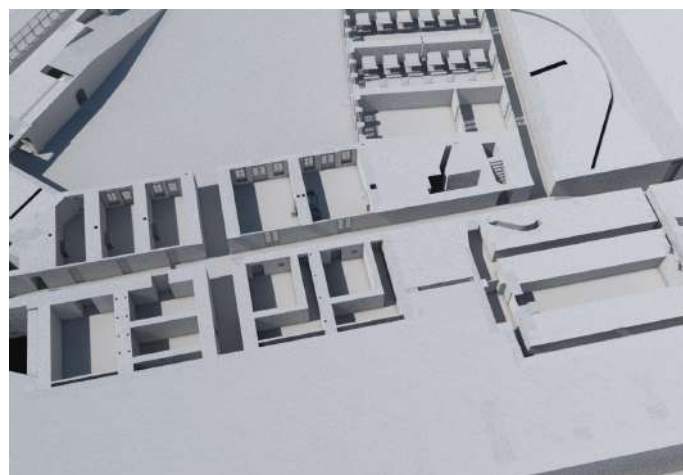


Fig 77: Maquette blanche coupé sur les locaux pour mettre en valeur le cheminement de personnes/objets.

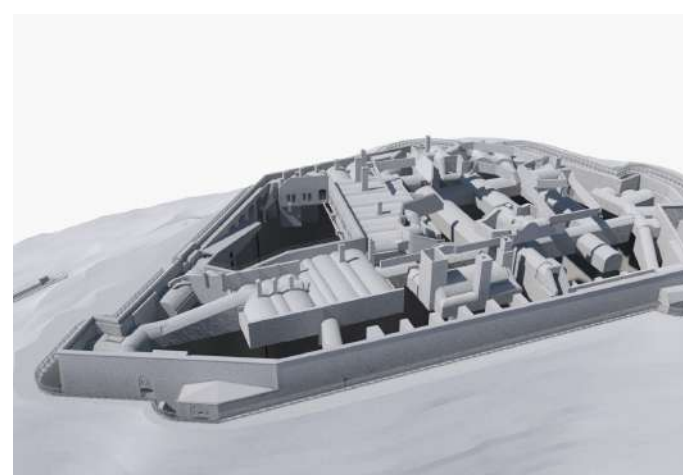


Fig 78: Maquette blanche du vide du fort



Fig 79: Axonométrie du fort dans son état initial



Fig 80: Axonométrie du fort dans son état actuel

Le L.O.I peut donc être utilisé dans la médiation, par exemple pour un public averti qui souhaite des informations pointues sur les armements, les équipements mobiliers...

Dans le cas de ce que nous avons nommé la décomposition de la modélisation, c'est une caractéristique qui peut être très utile en médiation. Il s'agit de réaliser des éclatés de l'édifice pour montrer quelque chose que l'on ne pourrait pas voir en vrai. Par exemple la structure d'un bâtiment, sa coupe, le rapport au terrain...

Ces trois variables doivent être bien choisies pour supporter un discours précis. On va maintenant tenter de proposer plusieurs catégories de maquettes qui peuvent nous aider dans le contexte du fort de la Colle Noire.

- La maquette photo-réaliste (fig.75): ce type de maquette est très intéressant pour montrer une reconstitution hypothétique du bâtiment à une date donnée. Le spectateur se trouve plongé dans le bâtiment, il le vit. Grâce à ce type de rendu, il est possible de faire sentir au spectateur l'ambiance du fort à une époque : lumière, texture des matériaux, bruits environnants... Ce support peut également servir si l'on souhaite construire le récit d'un soldat vivant dans le fort, que le public pourrait suivre comme une caméra embarquée. On a alors une immersion du spectateur dans l'édifice.

- La maquette blanche : l'utilisation de ce type de maquette est pertinente pour expliquer le bâtiment dans son ensemble, ou montrer des dispositifs particuliers du bâtiment. L'aspect volumétrique blanc réduit le niveau d'information et permet de concentrer l'attention de l'utilisateur sur une partie en couleur par exemple. Elle permet aussi de donner une bonne appréciation des volumes. Ce type de rendu semble être un bon support pour expliquer la forme générale du fort, son appartenance à une typologie de forts, ou encore mettre en évidence les différents espaces et leur fonctionnement.

- La maquette décomposée : elle permet de montrer des choses que l'on ne pourrait pas voir (fig. 76) ou de mettre en évidence des volumes dans le bâtiment (fig. 77). Dans notre cas, le volume plein du fort est très important par rapport au vide (fig. 78), ce qu'une maquette éclatée pourra montrer aisément. On peut également proposer des animations en caméra non subjective pour montrer notamment un élément de vie du fort: le trajet d'un soldat dans le fort pendant une journée, le fonctionnement du système défensif...

-La maquette existant/démoli (fig. 79 et 80): l'avantage des logiciels de modélisation architecturale c'est que l'on peut facilement passer d'un modèle à l'autre. Pour le fort de la Colle Noire, ce dispositif pourrait être mis en place pour exposer les contrastes entre les différentes époques de construction du fort, le fort actuel, ou pourquoi pas une représentation d'un projet de réhabilitation possible du fort. Ces différents niveaux pourraient être rendus visibles par des jeux de couleurs, ou bien en modélisation par ajout ou suppression des éléments construits ou détruits.

Cette diversité de représentation montre bien comment la modélisation peut s'adapter au contenu que l'on souhaite transmettre. Dans ce cas, la modélisation numérique vient au service du discours, de la transmission, de la médiation.

B-Comment transmettre un patrimoine fortifié

Il existe différents types de médiations que l'on peut mettre en œuvre pour notre cas. Pour expliquer ces différents moyens, j'ai choisi de m'appuyer sur les travaux de Marie Cambone²³ et notamment son article «La médiation patrimoniale à l'épreuve du numérique»²⁴ qui fait émerger trois formes de médiation numériques : la médiation didactique, expérientielle et documentaire. Ainsi on note qu'un support numérique n'est pas cantonné à un seul type de médiation mais peut être utilisé dans les trois formes de médiations qu'elles présente. Une table tactile dans un musée peut très bien mettre en œuvre une médiation didactique, expérientielle ou documentaire. Nous allons donc nous intéresser à chacune de ces formes de médiations, appliquées au fort de la Colle Noire.

23. Marie Cambone est maîtresse de conférences en Sciences de l'Information et de la Communication à l'Université de Grenoble Alpes

24. M. Cambone, « La médiation patrimoniale à l'épreuve du « numérique » : médiation patrimoniale, médiation documentaire et médiation expérientielle », *Revue française des sciences de l'information et de la communication* [En ligne], 16 | 2019, mis en ligne le 01 mai 2019, consulté le 10 décembre 2020.

1- Une médiation didactique

Selon Marie Cambone, la médiation didactique correspond à une médiation pro-active permettant d'impliquer le visiteur dans une découverte de connaissances précises qui lui sont proposées à travers des lectures et interprétations de ce qu'il voit. La médiation didactique est repérable avant tout par un texte expliquant le fonctionnement et les objectifs du dispositif. C'est un dispositif numérique qui repose sur le modèle du guide multimédia.

Ce type de médiation a été utilisé avec un dispositif numérique au prieuré de Saint-Cosme²⁵, près de Tours. Lors des fouilles en 2009-2010, les archéologues ont créé une maquette numérique de l'édifice en l'étayant au fur et à mesure de l'avancée des fouilles. A l'origine, elle servait exclusivement de support de travail pour les archéologues. Une fois le travail terminé, ils ont utilisé la maquette numérique comme support de médiation de cet édifice. Elle est ainsi devenue une maquette interactive sur une table tactile (fig 81), permettant au visiteur de remonter le temps (fig. 82) grâce à des curseurs et de voir la maquette se modifier selon les époques. L'utilisateur peut cliquer sur des points d'intérêts (fig.83), où des informations textuelles et/ou iconographiques sont données. Cette maquette interactive permet également la rotation du modèle, pour voir le bâtiment sous différents angles. De plus, il est possible d'ouvrir des vues immersives (fig. 84).

Ce type de médiation touche la grande majorité de la population selon l'enquête qu'ils ont menée pour l'article.

Dans le cas du fort de la Colle Noire, la médiation didactique pourrait passer par la mise en place d'une maquette avec un L.O.D moyen, c'est-à-dire avec un rendu texturé mais de basse qualité où apparaîtraient des points d'intérêts sur les espaces, les dispositifs techniques... Chacun des points d'intérêt renverraient vers des images photo-réalistes en caméra non subjectives issues de la modélisation, vers un détail de plan expliqué, ou encore vers des images d'archives permettant de mieux comprendre le lieu. Le visiteur pourrait ainsi découvrir le fort à sa guise. Des «parcours» prédéfinis peuvent être accessibles pour découvrir les différents espaces dans un ordre spécifique s'il y a lieu, mais le visiteur reste actif dans le processus de médiation. C'est lui qui choisit s'il souhaite poursuivre la «visite» en appelant de nouvelles informations. Le contenu est scénarisé et expliqué à l'aide de textes, d'audios, ou de vidéos que l'utilisateur peut choisir de déclencher ou non. La modélisation permettrait également, comme pour le prieuré de Saint-Cosme, de repérer les différentes époques de construction, pour comprendre à quoi correspondent les vestiges actuels du fort, et voir les transformations au fil de ses époques de construction.

On imaginerait même qu'un des points d'intérêt comme un panorama du paysage, pourrait renvoyer vers une carte interactive à l'échelle du territoire permettant de visualiser le fort dans le contexte de la ceinture de forts, et de comprendre le rôle que chaque fort possédait, non à lui seul, mais en complément, en réseau avec les autres forts.

De plus, le fort étant interdit d'accès, il ne peut faire l'objet d'une médiation traditionnelle de type visite guidée. La médiation didactique permet donc de combler les manques dans la médiation traditionnelle en partageant un savoir.

La médiation didactique n'implique pas nécessairement la présence d'un médiateur pour l'utilisation du dispositif numérique. En revanche, il faut prêter attention à ce que ce type de dispositif numérique soit accompagné de lectures et interprétations afin que l'utilisateur ne soit pas laissé seul dans sa découverte de l'édifice. Les connaissances acquises au cours de la conception de la modélisation doivent pouvoir être remobilisées. Cela rend donc indispensable le travail du médiateur en amont, dans la rédaction des textes, la description des parcours prédéfinis, ou encore le choix des iconographies, et des vidéos.

Deux entités travaillent alors ensemble : le médiateur pour les contenus et la personne chargée du développement numérique du dispositif.

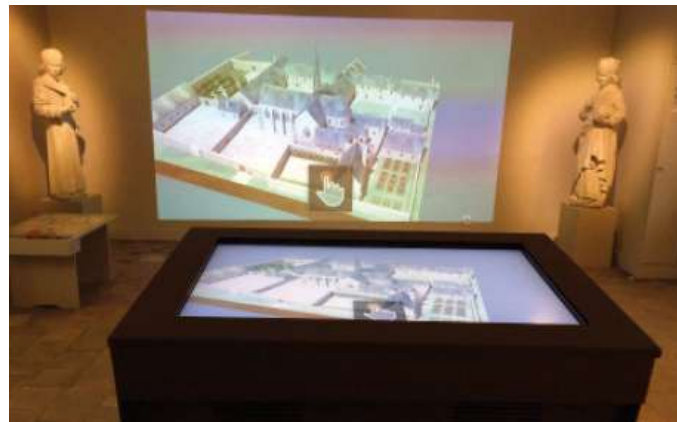


Fig 81: Table tactile du musée du prieuré de Saint Cosme

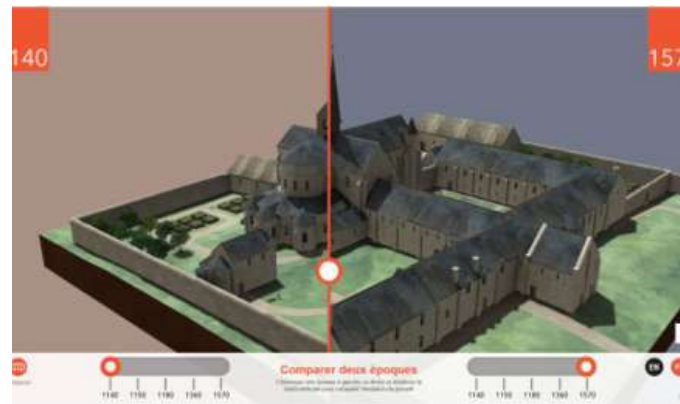


Fig 82: Image du support de médiation_ Remonter le temps

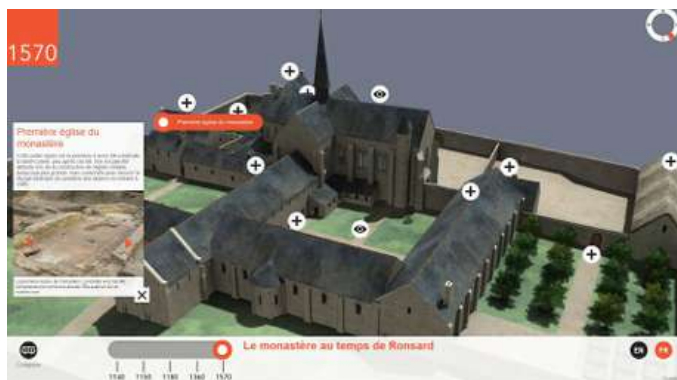


Fig 83: Image du support de médiation_ Points d'intérêts



Fig84: Image du support de médiation_ Vue immersive

25. F. Caillet-Baraniak, « Médiation numérique un site archéologique : à la rencontre entre réalité et virtualité », *La Lettre de l'OCIM*, 172 | 2017, 12-16.



Fig 85 : Aspect de l'interface d' «Archistoire»

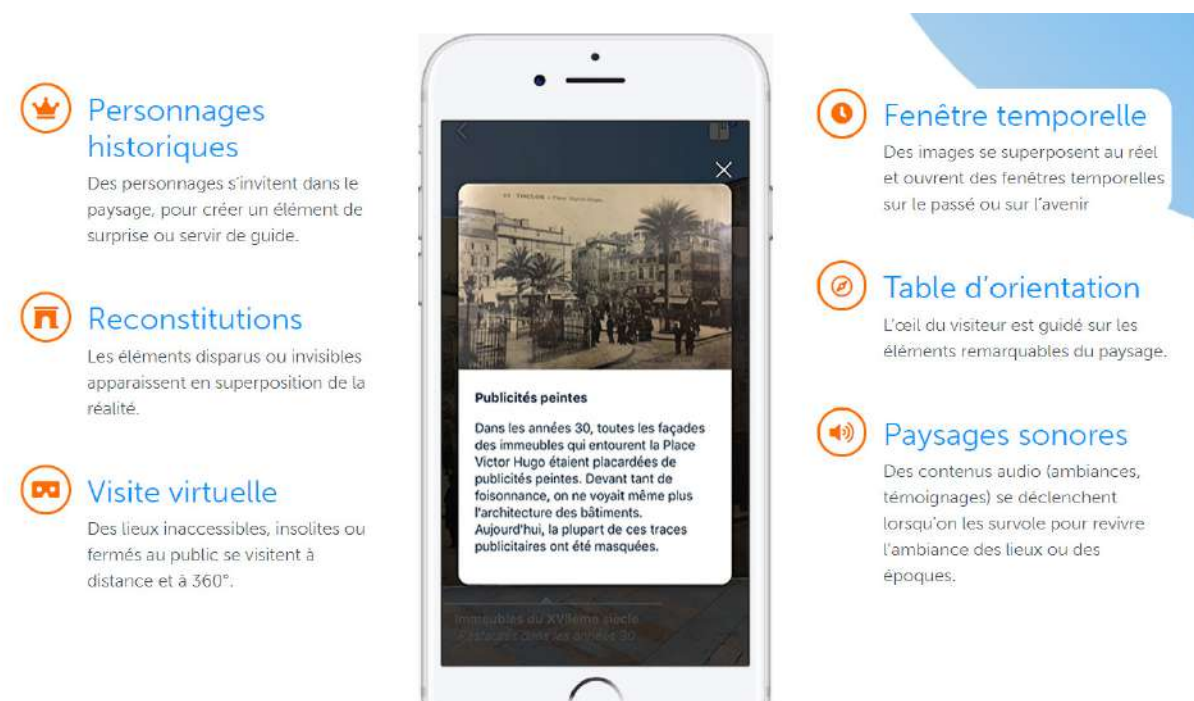


Fig 86: Les différentes propositions sur l'application «Archistoire»



Fig 87: Serious game «Le roi et la Salamandre»



Fig 88: Serious game «Pagaille à Versailles»

2- Une médiation expérientielle

La médiation expérientielle est la forme de médiation la plus libre de toutes. Comme son nom l'indique, elle propose une expérience. Dans notre cas l'expérience proposée sera de l'ordre du numérique mais il peut en exister de multiples formes.

Nous avons choisi de nous appuyer sur un exemple numérique intéressant : Archistoire²⁶, une application mobile en réalité hybride, qui permet d'explorer des lieux remarquables à 360 degrés, pour découvrir leur patrimoine et leur histoire de façon immersive et intuitive (fig. 85 et 86).

L'application a un double intérêt :

- Elle est un outil d'accompagnement à la visite in situ de Toulon grâce à un parcours jalonné de points d'intérêts. On peut donc suivre le trajet à pied et s'arrêter à chaque point d'intérêt, où une borne géolocalisée permet de déclencher une vue à 360° sur laquelle des éléments apparaissent, au fur et à mesure du balayage panoramique. Au programme sont prévus des informations, des éléments en réalité augmentée, des cartes postales historiques, des sons d'ambiance qui se déclenchent automatiquement, mais aussi une possibilité d'entrer virtuellement dans des édifices inaccessibles et d'en savoir plus sur leur histoire.

- Elle est également utilisable à distance, pour ceux qui ne peuvent se rendre sur place mais qui souhaitent malgré tout découvrir la ville. L'utilisateur peut alors charger un parcours prédéfini, sélectionner les points d'intérêts qu'il souhaite et effectuer le balayage à 360° manuellement. Ainsi, même sans être sur place, il est possible de vivre l'expérience.

Dans le cas de cette application, le visiteur est actif dans la médiation, mais d'une manière différente de la médiation didactique. En effet, dans la médiation didactique, le visiteur choisissait les informations qu'il souhaitait découvrir et pouvait lui-même décider des espaces du lieu qu'il souhaitait approfondir.

Ici, on lui propose de s'immerger dans la ville par le mode panoramique, et de se laisser surprendre par les sons qui se jouent automatiquement, les images qui apparaissent spontanément. Il est également libre d'ouvrir à chaque point d'intérêt les textes explicatifs concernant les édifice ou l'histoire du lieu.

Un autre exemple de support de médiation numérique qui entre dans cette catégorie est le « serious game » (fig. 87 et 88). C'est un jeu vidéo développé dans le but d'expliquer l'histoire d'un bâtiment, ou de conter l'histoire de quelqu'un de façon ludique. Il permet de se mettre dans la peau d'un personnage qui vit à l'époque de l'édifice et qui pratique celui-ci. On découvre ainsi les fonctions des espaces par le jeu.

Concernant le fort de la Colle Noire, qui nous intéresse ici, le site étant interdit d'accès, cela écarte la possibilité d'une balade virtuelle en réalité augmentée comme peut le proposer Archistoire dans la version in situ. C'est-à-dire que nous ne pourrions pas proposer une balade sur site où des bornes géolocalisées déclenchent des vues ou des explications. En revanche une version d'Archistoire dédiée aux forts et utilisable uniquement à distance pourrait tout à fait être envisageable, pour visiter virtuellement le site à partir de représentations photo-réalistes en caméra subjective et de photos à 360° des différents espaces du fort. Des panneaux signalétiques aux abords non-dangereux du site pourraient signaler la présence d'un fort à proximité, les risques qu'il comporte, et informer de l'existence d'un outil numérique pour découvrir l'histoire et le patrimoine de cet édifice.

Le fort peut aussi faire l'objet d'un serious game pour lequel la modélisation numérique servirait de décor. Les informations sont distillées au fur et à mesure de l'avancée dans le jeu. On découvre ainsi l'histoire du fort en incarnant un soldat qui vit le fort au quotidien, et par qui on découvre les fonctions de chaque espace, les conditions de vie d'un soldat de l'époque, ...

26. Cette application a été développée conjointement par le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme, et de l'Environnement du Var (CAUE) et l'agence créative toulonnaise 9b+ qui se définit comme créateurs d'expériences au service des projets culturels. Initialement dédiée à Toulon, l'application s'est enrichie pour proposer la découverte d'autres villes, et même de départements (Archistoire Destination Var est sorti récemment).

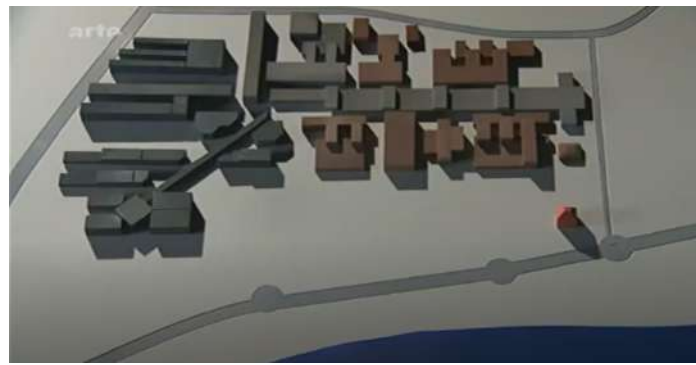


Fig 89: Image issue d'un reportage Arte_ Maquette de site

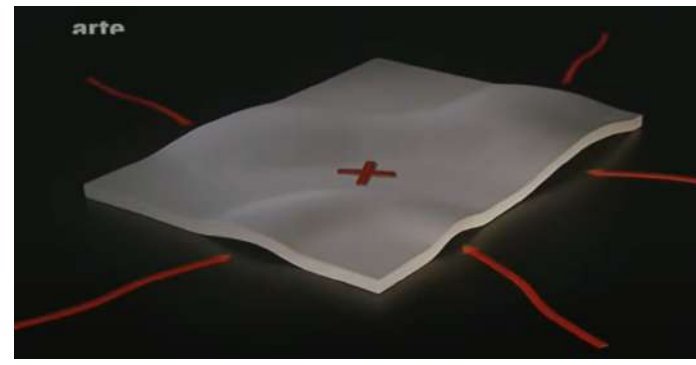


Fig 90: Image issue d'un reportage Arte_ Maquette des cheminements



Fig 91: Image issue d'un reportage Arte_ Maquette de répartition des fonctions

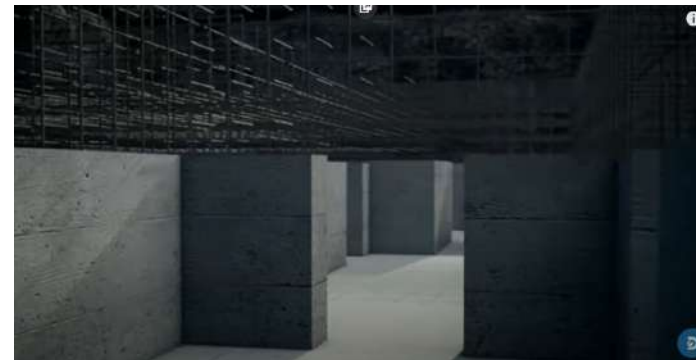


Fig 92: Image issue d'un reportage Discovery UK_ Maquette structure du bunker de Hitler

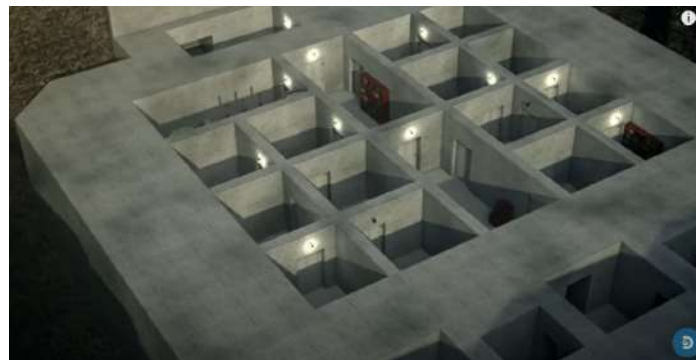


Fig 93: Image issue d'un reportage Discovery UK_ Maquette coupe de l'intérieur du bunker de Hitler



Fig 94: Image issue d'un reportage Discovery UK_ Maquette éclaté de l'intérieur du bunker de Hitler

3 - Une médiation documentaire

Toujours selon Marie Cambonne, la médiation documentaire repose sur le modèle archétypal de la banque de données. C'est-à-dire que le visiteur a accès à une arborescence de contenus, qu'il peut ouvrir grâce à des mots clés ou des thématiques, des collections... Une information pourra le renvoyer sur une autre information de la même thématique. Ce que l'auteur retire de cette forme de médiation c'est qu'il n'y a pas d'explication du fonctionnement du dispositif. Les banques de données peuvent perdre l'utilisateur qui se désintéresse alors du support. Finalement la médiation documentaire place l'utilisateur face à des contenus sans interactivité, sans qu'il puisse être réellement être acteur de la médiation. En revanche la mise en place de ce type de médiation découle d'un travail scientifique et documentaire considérable pour proposer des contenus fiables.

Nous avons choisi de nous approprier cette notion de médiation documentaire en la rapprochant d'une médiation traditionnelle de type visite guidée ou encore vidéo documentaire comme proposé dans l'émission Arte Architectures. La vidéo documentaire propose de présenter un édifice sous de nombreux aspects (historique, structurel, ambiance...), comme pourrait le faire un guide lors d'une visite sur site. Dans notre cas, puisqu'une visite n'est pas possible, la vidéo peut avoir un rôle important. Elle propose un contenu qui a été étudié, choisi et montré de façon pertinente pour que le spectateur soit intéressé : archives, anecdotes, détails, construction, histoire... Par exemple, les documentaires Arte offrent une vidéo explicative du bâtiment à l'aide de maquettes (fig. 89 à 91) ce qui rend la vidéo ludique. Dans notre cas, la maquette physique est remplacée par la maquette numérique (comme dans les fig. 92 à 94 pour le bunker d'Hitler), ce qui permet d'avoir une reconstitution numérique du fort.

La structure de la vidéo doit pouvoir balayer rapidement les points importants du forts de façon à ne pas ennuyer le spectateur. Pour cela la maquette joue un grand rôle, en utilisant la bonne représentation pour soutenir le discours.

Pour le fort de la Colle Noire, je propose un plan de vidéo qui peut être considéré comme un plan pilote pour la confection d'une vidéo sur chaque fort de Toulon.

Intro:

- Présentation de la rade de Toulon avec ses fortifications
- contexte historique des forts Séré
- Zoom sur le fort

Titre

Partie militaire du fort :

- Explication du choix de l'implantation du fort dans le site
- Explication de l'évolution de l'artillerie et l'adaptation des forts aux progrès de l'armement
- Explication en maquette de la forme adapté pour répondre à cette artillerie.
- Processus de construction : plus de plein que de vide
- Maquette explicative du système de défense éloignée :
 - interaction en réseau de défense
 - cheminement de l'obus et de la poudre jusqu'à la plateforme de tir
- Zoom sur la poudrière :
 - forme
 - éclairage
 - ventilation
 - travaux de rénovation
- Maquette explicative du système de défense rapprochée :
 - grille défensive
 - fossé
 - caponnière (avec fossé diamant)
- Zoom sur le pont-levis :
 - le pont
 - le système de levage
 - les poternes

Partie civile du fort :

- Explication de l'implantation des locaux avec la maquette
- Zoom sur le casernement normé :
 - dimension
 - ventilation
 - chauffage
 - éclairage
- Zoom sur la citerne :
 - récupération
 - acheminement
 - filtrage
 - stockage

Conclusion avec la destruction du fort

Conclusion

Le numérique nous permet aujourd’hui de faire énormément de choses qu’il n’était pas possible auparavant. Comme nous avons pu le voir la maquette est un outil important et efficace pour la médiation d’un bâtiment. Elle permet de restituer un édifice dans son état originel, de le manipuler, le décomposer pour faire comprendre ce qui fait l’unicité du bâtiment.

On peut également remarquer que la médiation était la suite logique du travail de modélisation numérique comme dans le cas du prieuré Saint-Cosme. Toutes les informations acquises au cours de la modélisation du fort de la Colle Noire ne peuvent être gardées pour soi alors que nombre d’habitants de Toulon connaissent si peu le patrimoine fortifié qui les entoure.

Ce travail est pour moi une ébauche de ce qui peut être fait à une plus grande échelle sur le territoire Toulonnais. Le CAUE du Var travaille depuis plusieurs années sur la médiation du patrimoine architectural de Toulon et du Var et a commencé à produire des documents de médiation sur les fortifications. Si l’on peut imaginer une application semblable à Archistoire et dédiée aux fortifications, il semble indispensable d’y ajouter la possibilité de manipuler l’édifice en volume, fonctionnalité qui n’est pas disponible sur l’application.

Pour aller plus loin, un modèle 3D pourrait être réalisé pour chaque élément de la ceinture fortifiée toulonnaise, surtout pour ceux qui ne sont pas accessibles du fait de leur exploitation militaire toujours actuelle. Cela permettrait de les rendre accessibles virtuellement au public.

En complément, la création d’un musée dédié à l’histoire des fortifications permettrait la promotion de la culture patrimoniale fortifiée, dans lequel on pourrait retrouver différents types de médiations numériques telles que nous les avons présentées. De plus, la constitution d’une association, en lien avec la Défense, permettrait de gérer ces importants édifices à l’abandon, de les faire revivre, et de les rendre accessibles au public en toute sécurité.

Remerciement

Je souhaite tout particulièrement remercier Mr Bernard Cros pour sa disponibilités, pour les échanges obtenus avec lui au sujet des hypothèses de reconstitution, pour ses réponses à toutes mes questions, pour tous les documents et informations qu’il m’a transmises.

Merci à mes encadrants de mémoire Mme Isabelle Fasse Calvet et Mr Antoine Gros pour leur accompagnement.

Merci à mon épouse pour ses encouragements, ses conseils, sa relecture attentive.

Nombre d'heures passé pour faire les gros points du mémoire:
 -3h de relevé à la main
 -2 mois de modélisation du fort
 -3 demis journée de visite sur site

(18)

SUR UN
NOUVEAU SYSTÈME
 DE
PONT-LEVIS A CONTRE-POIDS VARIABLES;

Par M. DESFEUX, capitaine du génie.

(Pl. I, Fig. 4, 5 et 6.)

Parmi les différents systèmes de pont-levis actuellement en usage, ceux de MM. Derché et Poncelet paraissent avoir une juste préférence, et l'on n'a point ici la prétention d'offrir un nouveau système capable de lutter avec les leurs sous le point de vue de l'exactitude mathématique. On soumet, pour la seconde fois, au jugement du Comité, une idée qui, déjà, lui fut présentée en 1823 (projet pour la place de Bellegarde), et qui ne peut se recommander que par sa grande simplicité, et comme exempte de quelques-uns des inconvénients que l'on a cru reconnaître aux ponts-levis actuels.

Ainsi, on reproche au pont Derché l'aspect menaçant du contre-poids, qui, suspendu au-dessus des hommes qui le manoeuvrent, peut causer, un jour, d'affreux accidents; on regarde aussi comme un inconvénient la difficulté d'exécution des modèles pour la fonte des spirales. A l'égard du pont-levis de M. Poncelet, on dira que l'extrême précision qu'il exige dans l'ajustement des masselottes, est une grande difficulté à son application dans les petites places, fort pauvres en habiles mécaniciens. On ajoutera que, par une longue interruption de service, l'oxydation des boulons et des masselottes peut être telle, que la chaîne perde sa flexibilité, et qu'on soit obligé de la démonter,

pièce par pièce, pour rendre le mouvement à ses articulations. Enfin, il est malheureux de ne pouvoir se servir de poulies et de chaînes quelconques, et d'être obligé d'en faire confectionner d'un modèle particulier (*).

Ces reproches, on le voit, ne sont pas bien graves, et surtout n'attaquent en rien l'exactitude rigoureuse avec laquelle, dans l'un et l'autre système, s'opère la compensation du poids variable du tablier. Au contraire, dans le système ici proposé, cette compensation n'a lieu que par intervalles; mais peut être, dans la pratique, est-il superflu d'en exiger davantage.

Le contre-poids de ce nouveau pont est suspendu (*fig. 4, 5 et 6*), comme pour les précédents, à l'extrémité d'une chaîne passant sur une poulie de renvoi. Il se compose de différents disques en fonte, de dimensions variables, et telles, qu'au moment où l'on relève le pont, le disque supérieur, d'un plus grand diamètre que les autres, demeure suspendu sur un anneau en fer, laissant passage au reste du contre-poids. Sur un 2^me anneau reste le 2^me disque, et ainsi de suite, jusqu'à la fin du mouvement, où la

(*) Cette observation se rapporte à un passage du *Mémoire sur le pont-levis*, à contre-poids variable, décrit au n° V du *Mémorial de l'officier du génie* (page 59), passage où l'on indique un mode particulier d'exécution des poulies et des chaînes, sur lequel on a présenté quelques réflexions aux pages 377 et 378 du précédent numéro de ce Recueil. On rappellera, à ce sujet, que l'auteur du premier pont-levis à contre-poids variable ayant été chargé, en 1825, de diriger l'application qui en a été faite à la porte d'Allemagne à Metz, par le capitaine du génie Bugnot, il a saisi cette occasion pour fixer entièrement le système de construction des diverses parties de l'appareil, en fer, en fonte, ou en bois. Le détail, à grande échelle, de cet appareil, a été relevé avec beaucoup de soin et d'intelligence, en 1831, par M. G. Rolland, capitaine du génie, alors élève à l'École d'application de Metz; il fait l'objet d'une grande planche lithographiée, par M. Pierron, dans les ateliers de cette École, et qui se trouve annexée à la lithographie des leçons sur les ponts-levis de la même année. Cette feuille étant entre les mains de tous les officiers du génie, on se contente d'y renvoyer les lecteurs du *Mémorial*. J.-V. P.

chaîne n'est plus tendue que par la portion du contre-poids qui fait équilibre au pont appuyé au tableau de la porte. Dans le mouvement inverse, c'est-à-dire en abattant le pont, cette portion du contre-poids, demeurée au bout de la chaîne, se charge, en traversant le dernier anneau, du disque qui y était demeuré suspendu. Celui-ci, à son tour, en passant dans l'anneau immédiatement supérieur, s'y charge d'un nouveau disque, et le contre-poids, à la fin du mouvement, se trouve derechef complété et fait équilibre au tablier revenu à la position du repos.

On remarquera cependant que, par le défaut de continuité de la compensation dans tout le cours de la descente du contre-poids, celui-ci est réellement un peu plus pesant que le tablier, excepté aux moments précis de la traversée des anneaux; et que, dans son mouvement ascensionnel, c'est-à-dire quand le pont-levis s'abaisse, cette même différence existe encore, et dans le même sens. Le mouvement du pont-levis est donc un peu facilité quand on le relève, un peu entravé quand on l'abaisse; mais le désavantage, dans ce dernier cas, est plus que compensé par la facilité qu'ont les hommes, non employés à la manœuvre, de se porter vers la tête du pont et d'en augmenter ainsi le poids.

Du reste, on voit que ce contre-poids, même en supposant que la chaîne qui le soutient vienne à rompre, ne peut, par sa chute, causer aucun accident. Chaque disque se trouvera arrêté par son anneau, et les hommes, tenus à l'écart, par ces mêmes anneaux, de la verticale parcourue, ne pourront recevoir aucune atteinte. On observera, dans les *fig. 4, 5 et 6* de la *Pl. I*, que, pour rétrécir le moins possible le passage de la porte, on a supposé que la descente s'effectuait, en partie, dans un évidement creusé dans la maçonnerie du pied-droit. Cette disposition a un autre avantage, c'est qu'en ne refouillant les diverses portions de cet évidement que de la quantité rigoureusement

Archives

-Fort de la Colle Noire et fortin de la Gavaresse (1855-1957), SHD Vincennes, boîte GR 9 NN4/92

-Registres d’Attachement, SHD Vincennes, boîte GR 4 V R .

-Fort de la colle Noire –Batterie de Gavaresse (1876-1881), SHD Vincennes, boîte GR 4 V R 427

-Fort de la Colle Noire et fortin de la Gavaresse, SHD Vincennes, boîte GR 4 V R 428

-SHD Vincennes, boîte GR 4 V R 427: trop mauvais état pour être communicable

-SHD Vincennes, boîte GR 6 V 4130 -GR 4 V T 267-3: classifiés, en attente de la déclassification

-SHD Vincennes, boîte GR 6 V 4130 -GR 4 V T 267-3: classifiés, en attente de la déclassification

Livre

-B.Cros. *Cyadelle d’Azur: quatre siècle d’architecture militaire varoise*, Aix-en-Provence, Edisud, 1998.

-G. Le Hallé. *Le système Séré de Rivières ou le témoignage des pierres: La France et Verdun*, Louviers Cedex, Ysec éditions, 2001. 224 pages

-N. Meynen, E. Orgeix, (dir). *Battre le littoral: histoire, reconversion et nouvelles perspectives de mise en valeur du petit patrimoine militaire maritime*, Toulouse, Presses Universitaires du Midi, 2014. 210 pages

-P. Truttmann, *Les derniers châteaux forts*, Thionville, Klopp éditions, 1993.

-P. Truttmann, *Canons et murailles*, La Seyne-sur-Mer, catalogue d’exposition, 1989. 79 pages

-P. Truttmann, *La barrière de fer: l’architecture des forts du général Séré de Rivières (1872-1914)*, Thionville, Gérard Klopp éditeur, 2000. 542pages.

-L. Malchair, M. Frijns, J-J Moulin, *L’index de la fortification française*, Jean Puelinckx auto édition.

-Ministre de la Guerre, *Mémorial de l’officier du Génie*, Paris Imprimerie et librairie de Bachelier, 1844. 261 pages.

Revue / Article

-M. Ortiz, «Valorisation numérique des patrimoines», dans Sites et cités Remarquables France. 58 pages, mars 2017.

-R. Bornecque, «L’évolution des ponts-levis du XVIe au XIXe siècle», dans Bulletin Monumental, n°140-3. 225pages, 1982.

-F. Caillet-Baraniak, «Médiation numérique un site archéologique: à la rencontre entre réalité et virtualité» La lettre de l’OCIM, juillet-août 2017, [en ligne], consulté le 14 décembre 2020, Disponible sur: < <https://journals.openedition.org/ocim/1811>>

-C. Bouko, «Quand le numérique s’invite au château: les serious games comme outil de médiation du patrimoine.» OpenEdition Journals, 2015, [en ligne], consulté le 14 décembre 2020, Disponible sur: < <https://50>

journals.openedition.org/edc/6465?fbclid=IwAR0ntYQpY1j6xGk_OT7XNnCLH1V__JuudydtQcCWS7G1T7_Ko18itC1Oq8#xd_co_f=Yzl0YzRkNzEtODg1MC00Y2UxLWJjZTItYTQ2NTc0MzQzYmQz~ >

-Atelier Forma Urbis, «Restitutions architecturales comparées (3D/ maquette) Villa 1 de Plassac «le numérique: apports et limites dans la médiation scientifique en archéologie» » Echo Sciences Nouvelle Aquitaine, 2 septembre 2019, [en ligne], consulté le 14 décembre 2020, Disponible sur: < <https://echosciences.nouvelle-aquitaine.science/communautés/la-mediation-en-archeologie/articles/restitutions-architecturales-comparees-3d-maquette-villa-i-de-plassac> >

Site Internet

-B. Mehamedi, Définir le niveau de détail (LOD) de sa maquette BIM, [en ligne]. My Digital Buildings [réf. du 3 mars 2020]. Disponible sur : < <https://mydigitalbuildings.com/blog/tech/2020/comment-definir-le-niveau-de-detail-de-sa-maquette-numerique.html> > Consulté le 14 décembre 2019

-Wikipedia, Pont-levis, [en ligne]. Wikipedia. Disponible sur : < http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/pont-levis/fr-fr/#Pont_mobile_simple_.C3.A0_bascule > Consulté le 25 novembre 2019

-C. Corvisier, Fort de la Colle Noire, [en ligne] Inventaire général du Patrimoine culturel Région Provence-Alpes-Côte d’Azur. Disponible sur: < <https://dossiersinventaire.maregionsud.fr/gertrude-diffusion/dossier/fort-de-la-colle-noire/0674cfe9-dd3e-4805-9ae6-8a7da2b5d864>> Dossier n°IA83002046, 2007. Consulté le 05 avril 2019

-L. Malchair, M. Frijns J-J Moulins, J. Puelinckx, Colle Noire (Fort de la), [en ligne] L’index de la Fortification Française de 1874 à 1914. Disponible sur: <<https://web.archive.org/web/20160315232339/http://fortiff.be/iff/index.php?page=c191>> Consulté le 20 octobre 2020

-C. et J. Vaubourg, Le site web de la fortification Séré de Rivières, [en ligne] Fortiffserie. Disponible sur: <http://www.fortiffserie.fr/forts/index_fichiers/Page955.htm> Consulter le 26 novembre 2019

-L. Pracht, La Fortification Séré de Rivières, [en ligne] Petit Atlas de le Fortification. Disponible sur: <<http://lpracht.free.fr/sdr/fortif.htm>> Consulté le 26 septembre 2019.

-? , Les Forts de Séré de Rivières 1874-1886, [en ligne] De la Fortification. Disponible sur: <<http://sabreteam.free.fr/fortif61.htm>> Consulté le 26 septembre 2019.

-? , Qu’est-ce qu’un fort de type Séré de Rivières?, [en ligne] Mémoire et fortification. Disponible sur: <<http://memoire-et-fortifications.fr/fortifications/les-fortifications-sere-de-rivieres/>> Consulté le 26 septembre 2019.

Vidéo

-Arte architecture, 9 mai 2016 «ARTE Architectures Le Rolex Learning Center EPFL YouTube 360p», [Vidéo] , En ligne Sur Youtube < <https://www.youtube.com/watch?v=eDu5vFaYYBE> >, 26min14. Consulté le 10 décembre 2020

-Arte architecture, 29 décembre 2012 «La maison de verre (documentaire Arte)», Youtube, , 26min14. [Vidéo] En ligne Sur Youtube <<https://www.youtube.com/watch?v=eDu5vFaYYBE>>, 24min44 Consulté le 10 décembre 2020.

Discovery UK, 9 septembre 2020 «Hitler’s Berlin Bunker’s Hidden Secrets | Blowing Up History», [Vidéo] , En ligne Sur Youtube < <https://www.youtube.com/watch?v=kYSPVuCxNdY> >, 9min46. Consulté le 10 décembre 2020

Iconographies

Toutes les photos et documents sauf ceux ci-dessous : © A. Gadiolet « Fort de la Colle Noire», [Photo-Plans-Coupes-Façades-Modélisation] , 2020

Fig. 11-16-17-18-19-26-33-34-40-41-42-49-56-57: © B.Cros « Plans et coupes Fort de la Colle Noire», [Plans et coupes] ,2019-2020

Fig. 25: © CAUE VAR, janvier 2014 «CAUE VAR Actions milieu scolaire: Le patrimoine fortifié de Toulon Provence Méditerranée Présentation des fortifications de Toulon», [Photo]

Photos Inventaire général:

Fig 23: B. Cros, «Porte du fort.», © Région Provence-Alpes-Côte d’Azur- Inventaire général. [Photo] IVR93_20168300765NUC1A. 2016

Fig 24: F. Pauvarel, «Enceinte: front de gorge ouest, façade de la porte du fort, flanc droit crénelé du bastion sud-ouest (2)», © Région Provence-Alpes-Côte d’Azur- Inventaire général. [Photo] IVR93_20118300075NUC2A. 2010

Fig 37: G. Roucaute, «Galerie centrale du casernement», © Région Provence-Alpes-Côte d’Azur- Inventaire général. [Photo] IVR93_19950600508X. 1995

Fig 43: F. Pauvarel, «Détail des deux faces de la double caponnière du front d’attaque», © Région Provence-Alpes-Côte d’Azur- Inventaire général. [Photo] IVR93_20078300203NUC2A. 2007

Fig 50: F. Pauvarel, «Enceinte: front sud, détail extérieur d’un jour d’une des casemates sous la rampe ouest de la cour.», © Région Provence-Alpes-Côte d’Azur- Inventaire général. [Photo] IVR93_20118300149NUC2A. 2010

Photos Remonter le temps:

Fig 14: «*Vue aérienne du fort*», © Remonter le temps. [Photo] C3346-0561_1931_NP7_3211. 14/01/1931

Fig 15: «*Vue aérienne du fort*», © Remonter le temps. [Photo] C3346-0431_1959_CDP1468_3434. 04/05/1959

Autres:

Fig 6: © Association ASPFF « Les fossés: Le coffre double», [Photo] , En ligne Sur Batterie de Leperon < <https://batteriedeleperon.fr/historique/galerie-photos/> >, consulté le 12 décembre 2020

Fig 7: © Association ASPFF « Les plans de la batterie: La batterie après modernisation vers 1913 : », [Photo] , En ligne Sur Batterie de Leperon < <https://batteriedeleperon.fr/historique/plans/> >, consulté le 12 décembre 2020

Fig 9 © J-P. Prevost, J-P Zedet, R. Tron, E. Siblot, L. Pracht, A. Pourchot, P. Leclere, Vermeulen « Galerie: Abri caverne», [Photo] , En ligne Sur Fort Mont Vaudois < <https://www.fort-montvaudois.com/galerie> >, consulté

le 05 décembre 2020

Fig 27-28: David, 19 janvier 2011 « Fort de la Colle Noire», [Photo] , En ligne Sur © Forum Südwall < <https://sudwall.superforum.fr/t5609-promenade-au-fort-de-la-colle-noire>>, consulté le 12 décembre 2019

Fig 30: © Association 1846 « L’entrée et le pont-levis «à bascule en-dessous», un des systèmes de ponts rétractables les plus simples, d’usage très répandu dans les fortifications «Séré de Rivières»», [Photo] , En ligne Sur Association 1846 < <http://association-1846.over-blog.com/2016/05/reduit-de-landaoudec.html> >, consulté le 10 décembre 2020

Fig 31: © J-P. Andreux « Galerie: Pont roulant à effacement latéral», [Photo] , En ligne Sur Le Fort du Parmont < <http://le-fort-du-parmont.com/pont-effacement-lateral.htm> >, consulté le 12 décembre 2020

Fig 32-48: © M. Laurent « Pavillon d’entrée», [Photo] , En ligne Sur Le fort de Feyzin < <https://www.lefortdefeyzin.fr/fort-de-feyzin/preparer-votre-visite/explorer-le-fort-de-feyzin/443-2-pavillon-d-entree> >, consulté le 14 décembre 2020

Fig 35: D’après un plan de P. Truttmann © C.Vaubourg «L’entrée des forts: Plan en coupe du mécanisme du pont-levis système Devèze du fort de Bourlémont», [Photo] , En ligne Sur FortiffSéré < http://www.fortiffsere.fr/forts/index_fichiers/Page955.htm>, consulté le 15 octobre 2019

Fig 36: ©Fortification et mémoire, 4 octobre 2012 « Il était une fois Poncelet ou l’âge d’or des ponts-levis (2/2): Le pont-levis à « la Poncelet » », [Photo] , En ligne Sur Fortification et mémoire < <http://fortificationetmemoire.fr/il-etait-une-fois-poncelet-ou-lage-dor-des-ponts-levis-part-1-2/>>, consulté le 12 novembre 2020

Fig 38: © J.Vaubourg, «La batterie Nord du fort de Villey-le-sec: Détail du Pont Levis système Ardagt-Pilter de la batterie.», [Photo] , En ligne Sur FortiffSéré < http://fortiffsere.fr/toul/index_fichiers/Page6502.htm>, consulté le 15 octobre 2019

Fig 55: © C.Vaubourg, 2011 «Les magasins à poudre modèle 1874», [Photo] , En ligne Sur FortiffSéré < http://www.fortiffsere.fr/forts/index_fichiers/Page719.htm>, consulté le 14 octobre 2019

Fig 67: © Sites et Cités Remarquables France «Valorisation numérique des patrimoines: 13. Maquette et plan interactif», [Photo] , En ligne Sur Sites et Cités Remarquables France< <https://www.sites-cites.fr/wp-content/uploads/2017/02/GuideNume%CC%81riqueweb2.pdf>>, consulté le 15 décembre 2020

Fig 70: ©Devocite, 14 décembre 2016« 13 Dec. 2016 : NOUVELLE SCENOGRAPHIE MULTIMEDIA AU MUSEE DE LA CONCIERGERIE DE PARIS», [Photo] , En ligne Sur Devocite < <https://devocite.com/?p=3569>>, consulté le 14 décembre 2020

Fig 81: © F. Caillet-Baraniak «La table tactile dans la salle 2 du bâtiment d’accueil, avec sa projection au mur», [Photo] , En ligne Sur Journals Open Edition< <http://journals.openedition.org/ocim/docannexe/image/1811/img-2.png> >, consulté le 14 décembre 2020

Fig 82: © Cent Millions de Pixel/Mg Design «La comparaison entre deux époques permet de mieux comprendre l’évolution et les modifications des bâtiments», [Photo] , En ligne Sur Journals Open Edition< <http://journals.openedition.org/ocim/docannexe/image/1811/img-2.png> >, consulté le 14 décembre 2020

Fig 83: © Cent Millions de Pixel/Mg Design «Le visiteur a la possibilité d’accéder à un contenu plus riche, grâce aux pastilles + sur l’écran.», [Photo] , En ligne Sur Journals Open Edition< <http://journals.openedition.org/ocim/docannexe/image/1811/img-2.png> >, consulté le 14 décembre 2020

Fig 84: © Cent Millions de Pixel/Mg Design «Une immersion virtuelle dans le cloître en 1360, à l’apogée du prieuré», [Photo] , En ligne Sur Journals Open Edition< <http://journals.openedition.org/ocim/docannexe/>

image/1811/img-2.png >, consulté le 14 décembre 2020

Fig 85-86: ©9b+ « Archistoire: Destination Var», [Photo] , En ligne Sur Archistoire < <https://www.archistoire.com/> >, consulté le 05 décembre 2020

Fig 87: © Sites et Cités Remarquables France «Valorisation numérique des patrimoines: 24. Serious game», [Photo] , En ligne Sur Sites et Cités Remarquables France< <https://www.sites-cites.fr/wp-content/uploads/2017/02/GuideNume%CC%81riqueweb2.pdf>>, consulté le 15 décembre 2020

Fig 88: © Y. Kasbi, 17mars 2014 «Pagaille à Versailles ou le ludique au service de l'éducation en histoire», [Photo] , En ligne Sur Le blog Serious game.be < <http://blog.seriousgame.be/pagaille-versailles-ou-le-ludique-au-service-de-lducation-en-histoire>>, consulté le 14 décembre 2020

Fig 89-90-91: © Arte architecture, 9 mai 2016 «ARTE Architectures Le Rolex Learning Center EPFL YouTube 360p», [Photo] , En ligne Sur Youtube < <https://www.youtube.com/watch?v=eDu5vFaYYBE> >, consulté le 10 décembre 2020

Fig 92-93-94: © Discovery UK, 9 septembre 2020 «Hitler's Berlin Bunker's Hidden Secrets | Blowing Up History», [Photo] , En ligne Sur Youtube < <https://www.youtube.com/watch?v=kYSPVuCxNdY> >, consulté le 10 décembre 2020