



Phénoménologie au Palais de l'Intendant de Québec, l'archéologie numérique comme nouvelle méthode de recherche

Mémoire

Marie-Anne Paradis

Maîtrise en archéologie - avec mémoire
Maître ès arts (M.A.)

Québec, Canada

Phénoménologie au Palais de l'Intendant de Québec
L'archéologie numérique comme nouvelle méthode de recherche

Mémoire

Marie-Anne Paradis

Sous la direction de :

Réginald Auger, directeur de recherche
Valérie Gouranton, codirectrice de recherche

Résumé

Ce projet de mémoire s'intéresse à une toute nouvelle approche d'analyse du site archéologique de l'Îlot des Palais en basse-ville de Québec : la phénoménologie en contexte numérique. À la suite de l'élaboration de l'environnement virtuel qui représente une première hypothèse du site en 1719, l'environnement est adapté à un système de réalité virtuelle. Ce contexte d'immersion et d'interaction permet une analyse de phénoménologie dépouillée des obstacles sensoriels du contexte urbain contemporain. Ce mémoire présente un article sur la méthodologie d'acquisition des informations brutes, leurs traitements en données archéologiques 3D et la production de l'environnement virtuel. Les résultats de l'analyse sont ensuite abordés en comparaison avec l'analyse de phénoménologie du site *in situ*. Enfin, nous terminons avec une discussion critique sur la démarche d'archéologie numérique qui pourrait être appliquée à d'autres cas d'études, les perspectives pour l'intégration en milieu professionnel et une réflexion sur l'utilisation comme outil de médiation grand public.

Abstract

This dissertation project is interested in a new approach to analyze the archaeological site of the Îlot des Palais in the City of Quebec: phenomenology in a digital context. Following the development of the virtual environment which represents a first hypothesis of the site in 1719, the environment is adapted to a virtual reality system. This context of immersion and interaction allows an analysis of phenomenology stripped of the sensory obstacles of the contemporary urban context. This document presents an article on the methodology of raw information acquisition, their processing in 3D archaeological data and the production of the virtual environment. The results of the analysis are then discussed in comparison with the analysis of phenomenology of the site *in situ*. Finally, we end with a critical examination of the digital archaeology approach for scientific research that could be applied to other case studies, the prospect for integration in the private sector and a reflection on public mediation through this medium.

Table des matières

Résumé	ii
Abstract.....	iii
Table des matières	iv
Liste des figures.....	vii
Liste des sigles	ix
Liste des abréviations	x
Remerciements.....	xi
Avant-propos	xii
Introduction	1
Chapitre 1 - Cadre de recherche	15
1.1 Cadre théorique.....	15
1.1.1 Phénoménologie en archéologie.....	15
1.1.2 La théorie de Gibson.....	17
1.1.3 Concepts de Merleau-Ponty.....	17
1.2 Cadre terminologique	19
1.3 Corpus des données	22
1.3.1 Sources <i>in situ</i>	22
1.3.2 Sources historiques.....	23
1.3.3 Sources archéologiques.....	29
1.3.4 Sources numériques	31
Chapitre 2 - Méthodologie.....	35
2.1 Résumé	36
2.2 Abstract	37
I. Introduction.....	38
II. Four components	39
III. Case Study.....	41
IV. Virtual Reality.....	46
V. Conclusion.....	52
VI. Acknowledgements.....	53
VII. References.....	53
Chapitre 3 – Analyses et Résultats	56
3.1 Analyse de phénoménologie en contexte numérique	57

3.1.1 Métadonnées	58
3.2 Résultat en contexte numérique : texte narratif	59
3.3 Résultat <i>in situ</i> : texte narratif	68
3.4 Retour sur les résultats et analyse comparative	70
Chapitre 4 – Discussion	73
4.1 Critiques de la démarche	73
4.1.1 La méthodologie de l'archéologie numérique	73
4.1.2 Analyse de phénoménologie en contexte numérique	77
4.2 Avantages de la réalité virtuelle	78
4.2.1 Avantages méthodologiques	78
4.2.2 Avantages pour l'analyse de phénoménologie	83
4.3 Pertinence pour le domaine professionnel	84
4.4 Médiation	86
Conclusion	89
Bibliographie	93
Annexe A – Liste du corpus de données	107
Sources historiques	107
Sources archéologiques	109
Analyses archéologiques environnementales	112
Sources numériques	113
Annexe B : Grille d'analyse visuelle	114
Annexe C : Photos des points de vue A-B-C	121
Point de vue A : environnement numérique	121
Nord	121
Est	121
Ouest	121
Point de vue B : environnement numérique	122
Nord	122
Est	122
Sud	122
Ouest	123
Point de vue C : environnement numérique	123
Sud-Ouest	123
Ouest	123

Nord-Ouest.....	124
Point de vue B : <i>in situ</i>	124
Nord	124
Est.....	125
Sud.....	125
Ouest	126
Annexe D : Présentation publique	127
Annexe E : Traitement LiDAR.....	137
Annexe F : Métadonnées.....	140

Liste des figures

Figure 1. Publicité pour le Sensorama en 1969 (Fleury, 2016).....	2
Figure 2. Classification des termes réalité mixte, réalité augmentée et virtualité augmentée (Milgram et Colquhoun, 1999).....	3
Figure 3. Boucle de perception, cognition et d'action passant par le monde virtuel de Arnaldi, Fuchs et Tisseau (2003 : 9).....	5
Figure 4. Photographie d'une section de la reconstitution virtuelle de la tombe de la reine Nefertari présentée au public en 1994 (Karlsson, 2013)	7
Figure 5. Un ou plusieurs utilisateurs peuvent travailler avec leur propre avatar dans une reconstitution virtuelle de la ville Maya de Copan (Forte et Kurillo, 2010).....	9
Figure 6. Rendu photoréaliste (gauche) et rendu de jeu (droite) d'une maison longue iroquoienne pour le projet Lh3 .x: A Virtual Late Iroquoian Longhouse (Re)Imagination en collaboration avec le Musée d'archéologie de l'Ontario par Carter et Barr en 2016 (Carter, 2017).....	10
Figure 7. Un des utilisateurs interviewés qui explore la maison longue virtuelle au moyen de casque de réalité virtuelle (Carter, 2017)	11
Figure 8. Le bâtiment actuel sur le site du palais de l'Intendant (Paradis, 2019).....	22
Figure 9. Vue rapprochée du secteur du palais de l'Intendant sur la carte de 1716 de Chaussegros de Léry .	24
Figure 10. Secteur du palais de l'Intendant par Laguer de Morville (La Guer Morville) datée de 1717	25
Figure 11. Plan et élévation du perron du deuxième palais de l'Intendant dessiné en 1715	26
Figure 12. Source majeure utilisée pour la modélisation du second palais de l'Intendant. Plan et élévations du palais fait par Chaussegros de Léry en 1718.....	27
Figure 13. Carte géoréférencée des vestiges de la phase IV (1684-1713) par François Pellerin.....	29
Figure 14. Carte géoréférencée des vestiges de la phase V (1715-1760) par François Pellerin.....	29
Figure 15. Statuettes égyptiennes mises au jour sur le site de l'Îlot des Palais (CeEt-30) à Québec en 2009. De gauche à droite : divinités Nephtys, Horus, Anubis et le quatrième n'est pas identifié (Treyvaud, Dupras et Auger, 2013).....	30
Figure 16. Emplacement approximatif des statuettes déposées au pied de l'escalier monumental du palais de l'Intendant.....	30
Figure 17. Résultat final de la photogrammétrie du bâtiment actuel des Voûtes du Palais (Ilot des Palais) dans l'environnement virtuel (logiciel Unity).....	33
Figure 18. Résultat du CT Scan avec inclusion de plomb (en rouge) visible à l'intérieur de la statuette égyptienne de la divinité Anubis (Treyvaud, Dupras et Auger, 2013)	34
Figure 19. Modèle 3D (mesh) réalisé à partir des données CT Scan puis incorporé à l'environnement virtuel développé dans le cadre du projet de mémoire sur le logiciel Unity	34
Figure 20. Four components of digital archaeology methodology	39
Figure 21. Test of the 3D model of the intendant's palace in an immersive room	43
Figure 22. Archaeological excavation survey of 2009, which located the foundations of the staircase, inside the 3D virtual environment	44
Figure 23. Egyptian amulets discovered at the intendant's palace archaeological site, showing a lead inclusion revealed by CT scan analysis (left). 3D model of the modern city of Quebec (right).....	45
Figure 24. Criteria used in our intendant's palace case study, reproduced from Fabre-Brun (2015).....	48
Figure 25. Points de vue A, B et C pour l'analyse visuelle et phénoménologique en réalité virtuelle	57
Figure 26. Exemples de la documentation insérée dans l'environnement numérique du second palais de l'Intendant (Paradis, 2019).....	79

Figure 27. Borne de réalité virtuelle conçue par Montréal en histoires en 2017	87
Figure 28. Ouverture du fichier Lidar dans CloudCompare	137
Figure 29. Séparation des bâtiments et du sol du fichier Lidar dans CloudCompare	138
Figure 30. Traitement du fichier de sol pour créer une surface dans les zones vides	139

Liste des sigles

DFC : Dépôt des fortifications des colonies

FRQSC : Fonds de recherche société et culture du Québec

INRAP : l'Institut national de recherches archéologiques préventives

INRIA : Institut national de recherche en informatique et en automatique

INRS : Institut national de la recherche scientifique

IRISA : Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires

MTQ : Ministère des Transports du Québec

OQLF : Office québécois de la langue française

UNESCO : The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Liste des abréviations

CAVE™ : *cave automatic virtual environment* (Cruz-Neira, Sandin *et al.*, 1992)

DPI : Deuxième palais de l'Intendant

Go : Gigaoctet

LiDAR: *Light Detection and Ranging*

Mo : Mégaoctet

N/D : Non disponible

NMM : Niveau moyen des mers

RA : Réalité augmentée

RV : Réalité virtuelle

RAM : Mémoire vive (Random access memory)

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier M. Réginald Auger, directeur de maîtrise, Valérie Gouranton et Pierre Francus, directeurs(trices) associés pour m'avoir guidée dans ce projet de recherche. Je remercie Théophile Nicolas pour les sources, réflexions et discussions enrichissantes auxquelles j'ai eu droit tout au long de cette maîtrise.

Je remercie Denis Laurendeau pour son appui tout au long de mon stage sur la photogrammétrie et lasergrammétrie dans les Laboratoires de Vision et Systèmes Numériques de l'Université Laval ainsi que ses collègues Denis Ouellet, Thierry Moszkowicz et Chen Xu. Je remercie également M. Laurendeau pour la prélecture de ce mémoire et pour les corrections et commentaires associées.

Je remercie encore une fois Valérie Gouranton, Théophile Nicolas et également Ronan Gagne pour l'encadrement lors du stage pratique en laboratoire réalisé à Rennes à l'automne 2018. Je suis également particulièrement reconnaissante pour la grande aide et la participation de Jean-Baptiste Barreau et Flavien Lécuyer durant l'entière réalisation de ce stage. Je tiens à souligner le soutien technique apporté par Adrien Reuzeau, Quentin Petit et Florian Nouviale tout particulièrement dans les derniers jours de mon séjour à Rennes grâce auquel un environnement virtuel fonctionnel a pu être concrétisé. Je suis reconnaissante pour tous les discussions et apports de mes collègues de l'équipe Hybrid à l'Inria/IRISA sur le campus de Rennes 1 dont celles avec Alexandre Audinot, Gerard Gallagher, Vincent Goupil, Tiffany Luong et Victor Mercado. Je tiens à remercier Maureen Le Doaré et Mathieu Arcand pour leurs précieux conseils sur les fichiers LIDAR et pour les logiciels de géoréférencement.

Je souligne l'assistance de Jacques Chabot, directeur des programmes d'archéologie au Département des sciences historiques de l'Université Laval et de Nathalie Denis assistante de l'équipe Hybrid à l'INRIA/IRISA pour toutes les démarches administratives. La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce au financement du projet INTROSPECT, sous le programme ANR – FRQSC, le support de mobilité du Bureau international de l'Université Laval, de la faculté des Lettres et des sciences humaines de l'Université Laval ainsi que les Fonds de recherche Société et culture du Québec (FRQSC) qui m'a accordé une bourse d'étude de 2^e cycle. Le Fonds d'investissement étudiant (FIÉ) de la Faculté des Lettres et des sciences humaines de l'Université Laval a également financé l'équipement qui a permis de réaliser ce projet. Nous remercions aussi la Ville de Québec pour son partage de données numériques sur le secteur à l'étude et la ville contemporaine.

Enfin, un dernier remerciement à Joey Leblanc pour le soutien quotidien, les réflexions et les cafés et un grand merci à mes parents, à ma famille et mes ami-es qui m'ont encouragée à tenir jusqu'au bout.

Avant-propos

Ce mémoire est de forme hybride et comporte trois chapitres de facture traditionnelle et un chapitre avec insertion d'un article. Le chapitre 2 présente l'intégralité d'un article publié dans une revue scientifique. Cet article aborde la méthodologie de l'archéologie numérique appliquée au cas d'étude de l'Îlot des Palais de Québec. L'étudiante de 2^e cycle a composé l'entièreté de l'article qui a ensuite été révisé par Réginald Auger, Valérie Gouranton, Théophile Nicolas, Ronan Gagne et Jean-Baptiste Barreau. Les trois juges du comité de lecture de la revue *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRS Archives)* ont également soumis des corrections et modifications. La première soumission du papier a été remise le 22 février 2019, acceptée le 26 avril 2019 et la soumission finale publiée le 23 août 2019. Il n'y a aucune modification entre le chapitre 2 et l'article publié excepté pour le format de présentation qui est adapté à ce mémoire. Les co-auteurs sont :

Théophile Nicolas, archéologue à l'Inrap, UMR Trajectoires, Rennes, France, a participé aux réflexions et corrections sur les questions archéologiques.

Ronan Gagne, docteur, ingénieur de recherche en informatique à l'Université de Rennes, Inria, CNRS, IRISA, France, a supervisé les éléments concernant l'intégration de l'environnement 3D en réalité virtuelle.

Jean-Baptiste Barreau, docteur, ingénieur d'études en informatique et infographiste à l'Université de Rennes, CNRS, CReAAH, France, a participé aux aspects qui concernent la construction de l'environnement 3D.

Réginald Auger, archéologue et professeur au département des sciences historiques, Université Laval, Québec, Canada, a participé aux réflexions et corrections sur l'ensemble de l'article et sur les questions archéologiques.

Valérie Gouranton, maître de conférences en informatique à l'Université de Rennes, INSA Rennes, Inria, CNRS, IRISA, France, a participé aux réflexions et corrections qui concerne la réalité virtuelle et l'application en archéologie.

Les sections se détaillent comme suit :

Introduction

Chapitre 1 : Cadre de recherche : théorique, terminologique et corpus de données

Chapitre 2 : Paradis, M. -A., Nicolas, T., Gagne, R., Barreau, J. -B., Auger, R., and Gouranton, V., 2019. MAKING VIRTUAL ARCHEOLOGY GREAT AGAIN (WITHOUT SCIENTIFIC COMPROMISE), *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W15, p. 879–886.

Chapitre 3 : Résultats de l'analyse de phénoménologie en contexte numérique et *in situ*

Chapitre 4 : Discussion critique sur la démarche d'archéologie numérique

Conclusion

Introduction

Une réflexion sur l'intégration des nouvelles technologies dans le domaine de l'archéologie s'est amorcée assez rapidement chez ces chercheurs enclins à l'interdisciplinarité, une approche intrinsèque à ceux qui voient l'archéologie comme une science au carrefour de plusieurs domaines. Parmi les nombreux courants qui se développent, l'intégration de la réalité virtuelle commence à prendre forme en 2017 dans le cadre du projet de recherche INTROSPECT. Ce projet est dirigé par Réginald Auger, Valérie Gouranton et Pierre Francus s'est déroulé sur quatre ans et vise à développer de nouveaux usages et outils d'introspection numérique interactive qui combinent la tomodensitométrie avec des technologies de visualisation 3D, telles que la réalité virtuelle, les interactions tangibles et l'impression 3D (Barreau, 2017). L'objectif de notre mémoire a tout d'abord été de contribuer au projet INTROSPECT par une proposition de systématisation du processus de recherche qui allie les nouvelles technologies à l'archéologie et de démontrer ses possibilités par un cas d'étude québécois. Ce processus inclut l'acquisition, le traitement, l'analyse et la diffusion des informations dans une tout autre perspective. En effet, la réalité virtuelle permet l'immersion et l'interaction dans un environnement virtuel donné. Cette spécificité rend possible un changement de dynamique dans l'analyse et la diffusion d'une recherche archéologique. Notamment, une analyse de phénoménologie numérique peut être réalisée puisque l'immersion et l'interaction sont des concepts au cœur de la phénoménologie classique. Notre mémoire démontre que cette nouvelle opportunité d'analyse de phénoménologie en contexte numérique donne lieu à de nouvelles interprétations et une nouvelle perspective sur le cas d'étude du second palais de l'Intendant.

Puisque notre mémoire est inscrit dans un programme de maîtrise en archéologie, nous présentons en introduction une mise en contexte de la réalité virtuelle afin de mieux comprendre son application en archéologie. Nous débutons avec un survol historique du domaine de recherche afin d'asseoir les définitions de base. Nous voyons ensuite son application en archéologie à travers le monde, puis son portrait actuel au Canada et au Québec. Cette vue d'ensemble nous permet d'expliquer le choix du cas d'étude et les problématiques de recherche qui y sont associées.

État de l'art

- Réalité virtuelle

L'origine du concept de réalité virtuelle pourrait remonter à l'allégorie de la caverne de Platon écrite au IV^e siècle avant Jésus-Christ (Platon, édition 2007) puisqu'il aborde par son récit la notion de réalité et de perception. Près de 2000 ans plus tard, Fontana (1420), un ingénieur italien décrit dans son ouvrage *Bellicorum instrumentorum liber* une lanterne qui permet de projeter des images sur un mur qui évoque le système contemporain de salles immersives (Cruz-Neira, Sandin, Defanti *et al.*, 1992). Depuis la Renaissance, le concept s'est développé au travers de l'art sur les arches voûtées des cathédrales et plus récemment dans l'imaginaire des créateurs de fictions. Cette phase de développement inclut le développement des perspectives dans les peintures de la Renaissance jusqu'au simulateur de vol pour les pilotes britanniques lors de la Deuxième Guerre mondiale. On désigne cette période comme le fondement du domaine (Fuchs, 2006).

L'historique plus récent, qui touche au développement de la recherche en réalité virtuelle en tant que domaine scientifique, se divise en quatre autres grandes phases : le développement technologique, les expériences, la maturité industrielle et enfin l'accessibilité au public (Fuchs, 2006).

Le développement technologique s'est tout d'abord déroulé au cours des années 1960. C'est à cette époque que des bases concrètes ont été mises en place grâce à l'émergence des ordinateurs et l'informatique. Pendant plus de deux décennies, on constate le développement de la modélisation et la manipulation d'objets 3D, d'algorithmes, de traitements de la lumière en plus de systèmes d'interaction entre l'utilisateur et le système. Dans les premiers exemples de systèmes, on remarque le SketchPad (Sutherland, 1964) et le premier casque de visionnement du chercheur Ivan Sutherland, ingénieur informatique états-unien (Sutherland, 1968). Ce précurseur établit les bases du principe d'immersion et définit la réalité virtuelle comme « une fenêtre à travers laquelle un utilisateur peut percevoir un monde virtuel comme si ce qui était vu, ressenti et entendu apparaissait réel et dans lequel l'utilisateur pouvait agir de façon naturelle ou réaliste. » (Traduction libre, Sutherland, 1965). La première application pour le public apparaît quant à elle en 1969 avec le *Sensorama* (figure 1) une machine développée par Morton Heilig qui favorise l'immersion et stimule plusieurs sens, mais sans interaction (Fleury, 2016).

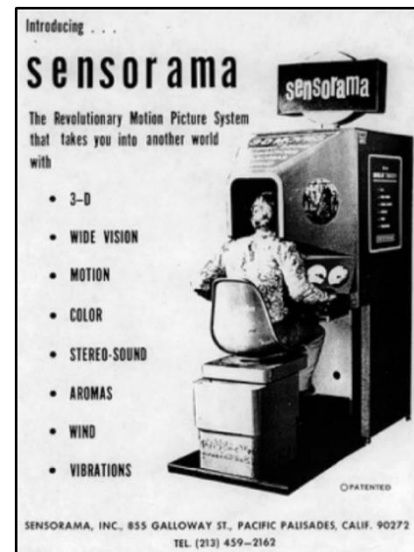


Figure 1. Publicité pour le Sensorama en 1969 (Fleury, 2016)

Le terme de « réalité virtuelle » est officiellement établi par l'américain Jaron Lanier, le premier entrepreneur à avoir industrialisé des logiciels et des systèmes de production de réalité virtuelle dans les années 1980 (Pantelidis, 1993). Au courant des années 1980 et 1990, l'avancement des technologies s'est particulièrement concentré sur l'interaction 3D comme le démontre la nouvelle édition états-unienne du casque HMD (*head-mounted display*) en 1985 par une équipe de recherche de la NASA (Fisher, McGreevy, Humphries et coll., 1987). La première salle d'immersion (CAVE) a également vu le jour en 1992 grâce à Tomi de Fanti et Carolina Cruz-Neira de l'université de l'Illinois (Cruz-Neira, Sandin *et al.*, 1992).

La phase d'expérimentation prend forme dans les années 1990. Le développement d'applications fonctionnelles prend alors de l'ampleur en partie grâce à l'industrie des jeux vidéo (Arnaldi *et al.*, 2018). La création de systèmes comme *Virtuality* (1991), *Sega VR* (1993) et *Virtual Boy* (1995) ont eu un impact majeur dans le milieu. C'est à cette même période que les industries automobiles, aéronautiques, maritimes et même le secteur médical développent un intérêt pour les applications de réalité virtuelle (Arnaldi *et al.*, 2018). En 1999, Paul Milgram et Herman Colquhoun Jr. de l'université de Toronto publient un article qui présente une classification terminologique des différentes formes d'expérimentations sur un spectre entre l'environnement réel et l'environnement virtuel (réalité virtuelle) (Milgram et Colquhoun, 1999) :

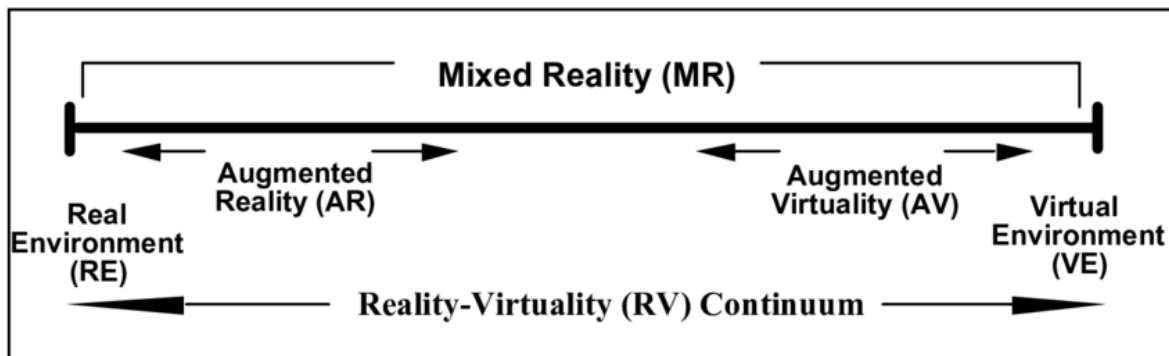


Figure 2. Classification des termes réalité mixte, réalité augmentée et virtualité augmentée (Milgram et Colquhoun, 1999)

L'expression réalité mixte devient alors un terme parapluie qui englobe toutes les formes d'expérimentations dans le continuum réel-virtuel. Enfin, l'expression réalité augmentée désigne encore aujourd'hui la technologie d'intégration d'éléments virtuels dans l'environnement réel tandis que l'expression virtualité augmentée n'est plus usitée.

- Démocratisation de la réalité virtuelle

Dans la décennie suivante, les expérimentations des débuts font place à une maturité dans les industries qui adhèrent à des programmes de formation et d'entretien par simulation des processus, spécifiques à leurs besoins (Arnaldi *et al.*, 2018). Dans le secteur académique, on remarque un intérêt des chercheurs en sciences sociales pour la réalité virtuelle ce qui entraîne une évolution conjointe des recherches dans une approche orientée vers l'humain (Arnaldi *et al.*, 2018).

Enfin, les années 2010 jusqu'à maintenant sont marquées par la démocratisation de la technologie et des logiciels. Cette accessibilité grand public est jointe à une profusion de publications dans les médias de masse (Arnaldi *et al.*, 2018).

Ainsi, malgré la perception populaire que la réalité virtuelle soit une toute « nouvelle technologie », nous constatons plutôt qu'une large communauté scientifique et industrielle internationale y travaille depuis plusieurs décennies. Le même constat peut être émis au niveau de l'équipement, désormais accessible au grand public (p. ex., HTC Vive, Oculus Rift, HoloLens), puisque les premiers prototypes ont été construits il y a plus de 50 ans. De plus, il est important de souligner que les casques ne sont pas les seuls appareils pouvant être utilisés pour expérimenter un projet de réalité virtuelle, mais qu'il existe plutôt une variété de systèmes de projections et d'interactions qui cadrent dans les critères de réalité virtuelle (Arnaldi *et al.*, 2018).

À la suite de cet historique, nous pouvons expliquer plus en détail en quoi consiste la réalité virtuelle. De prime abord, la définition technique retenue pour ce mémoire s'énonce comme suit : « La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs » (Arnaldi, Fuchs et Tisseau, 2003 : 8).

Le principe fondamental de la réalité virtuelle consiste donc en une boucle entre le monde réel et le monde virtuel (figure 3). L'utilisateur agit sur l'environnement virtuel au moyen d'interfaces motrices qui captent ses actions qui sont transmises au système qui l'interprète comme une demande de modification de l'environnement et en réponse à cela, le système évalue puis transmet les informations à modifier aux interfaces sensorielles (Arnaldi, Fuchs et Tisseau, 2003 : 9).

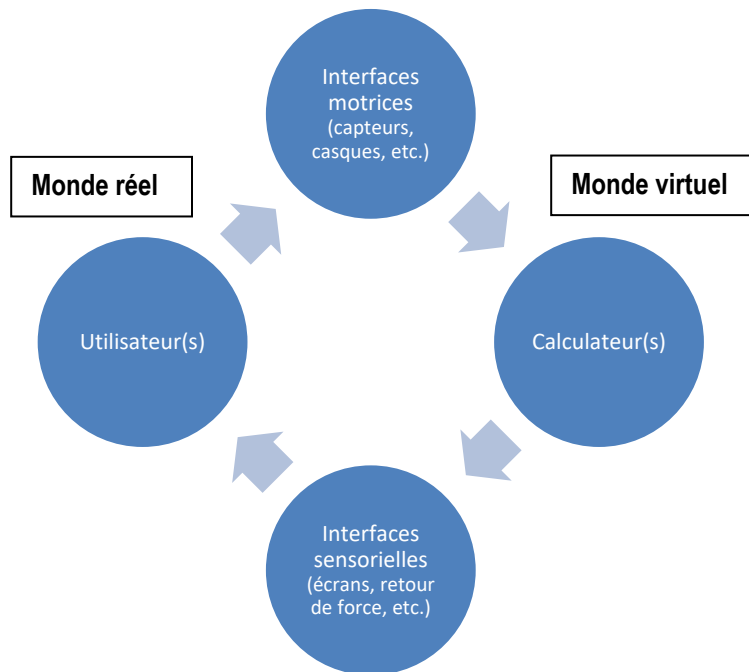


Figure 3. Boucle de perception, cognition et d'action passant par le monde virtuel de Arnaldi, Fuchs et Tisseau (2003 : 9)

Cette mécanique est basée sur deux notions essentielles : l'immersion et l'interaction. L'immersion consiste à dépasser la perception d'une image d'un point de vue extérieur et pour entrer dans l'image afin de se percevoir comme participant à un environnement simulé. La définition proposée par Pimentel et Teixeira est que l'immersion est un « état (perceptif, mental, émotionnel) d'un sujet lorsqu'un ou plusieurs sens sont isolés du monde extérieur et sont alimentés uniquement par des informations issues de l'ordinateur ». (Pimentel et Teixeira, 1994) Cet état ou cette perception peut être facilité par des appareils comme un casque de visionnement ou une salle immersive, mais elle peut aussi être atteinte lorsqu'un individu est capable de se projeter mentalement lorsqu'il observe une image tridimensionnelle sur un écran. L'interaction ou interactivité consiste à interagir en temps réel avec l'environnement simulé pour le manipuler, transformer, etc. (Fleury, 2010 : 2) Il peut aussi être défini comme une discussion entre l'homme et la machine (Ouramdane *et al.*, 2009) et le langage correspond à « l'ensemble des actions/réactions réciproques entre l'homme et l'ordinateur par l'intermédiaire d'interfaces sensorielles, d'interfaces motrices et de techniques d'interaction » (Sternberger, 2006).

Enfin, le concept de présence qui englobe ces deux notions essentielles pourrait être simplifié comme étant le degré d'immersion de l'utilisateur dans un environnement donné. Le mot « présence » provient d'une contraction du mot « téléprésence » qui évoque la perception d'être présent dans un endroit éloigné. À l'origine, il référerait aux opérations effectuées à distance comme le contrôle de drones submersibles (Sheridan, 1992). Désormais,

le terme est plus souvent employé pour désigner la perception plus globale « d'être présent » dans un environnement virtuel. Il est aussi couramment associé à la qualité des outils technologiques (résolution des écrans, salle immersive, etc.), des paramètres d'interaction et de design qui permettraient une présence plus ou moins « réussie » pour l'utilisateur. Il ne faut cependant pas négliger l'importance de ce dernier comme acteur déterminant de la présence dans un espace, car il ne s'agit pas d'un concept uniquement technologique où les stimuli virtuels supplanteraient les stimuli naturels (Coley, 2019). La présence est intimement liée à la phénoménologie (Hansen, 2006; Kozel, 2007), concept théorique mieux connu du domaine de l'archéologie, mais plus axé sur les espaces virtuels et la « perception de jeu » (concept du *game feel*: Swink, 2009).

La réalité virtuelle n'est donc pas seulement une nouvelle plateforme de jeu vidéo, une nouvelle technologie, ou un concept de science-fiction. Il s'agit d'un vaste champ d'études qui combine les approches centrées sur l'utilisateur (psychologie, psychologie cognitive, sociologie, physiologie, neurobiologie, ergonomie, etc.), les différents dispositifs physiques (robotique, mécanique, optique, acoustique, etc.) et la programmation informatique pour faire fonctionner le tout (algorithmique, intelligence artificielle, conception logicielle, etc.) (Burkhardt et Fuchs, 2006 ; Fleury, 2016). Cela en fait un domaine intrinsèquement multidisciplinaire avec tous les avantages et défis que cela implique.

- Réalité virtuelle en archéologie

Les premières explorations de l'aspect immersif de la réalité virtuelle dans un contexte archéologique remontent au début du XIX^e siècle avec Frederick Catherwood. Cet artiste et architecte dessine différents sites archéologiques en Italie, Égypte, Grèce et même au Mexique de 1820 à 1830 et les transforme en panoramas pour les exposer à Londres et à New York. Selon Krasniewicz, ces panoramas 360° avaient la capacité d'immerger et transporter les visiteurs dans ces sites anciens, bien plus que de simples peintures (Krasniewicz, 2000 : 166). Nous pouvons ensuite découvrir les balbutiements d'intégration de la 3D informatique en archéologie il y a maintenant près de 50 ans. En effet, en 1973 le premier congrès international *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (CAA) qui regroupe des archéologues, mathématiciens et informaticiens voit le jour au Royaume-Uni puis devient rapidement un congrès international. L'intention derrière cette organisation était d'encourager les discussions et les travaux entre chercheurs pour créer une synergie jusque-là absente malgré l'explosion technologique de l'époque (Reilly, 1995). Durant la décennie suivante, on constate un tournant depuis les analyses quantitatives statistiques vers les analyses qualitatives (Huggett, 2015 : 88 ; Webb, 1985 : iii). Ainsi, dans les années 1980, les publications sur les applications numériques étaient dominées par les discussions sur les structures de bases de données, puis au courant des années 1990, les chercheurs ont intégré les systèmes de conception assistée par ordinateur (CAD pour

computer-aided design) afin de mieux contextualiser les informations brutes (p. ex., Main *et al.*, 1995; Dallas *et al.*, 1995, Powlesland's, 1991 dans Richards, 1998). Un autre élément qui gagne en popularité au courant des années 1990 est l'utilisation des systèmes d'informations géographiques (SIG). Les premières publications à ce sujet proviennent des États-Unis (Savage, 1990), mais les Européens ont rapidement suivi (Brandt *et al.*, 1992 ; Hunt, 1992). Un des objectifs de l'utilisation de cette technologie est de pouvoir prévoir le potentiel de sites archéologiques grâce à un certain nombre de variables environnementales. En Europe, les objectifs étaient plutôt centrés vers des analyses visuelles (*viewshed analysis*) afin de se remettre dans la peau des habitants des époques antérieures (p. ex., Boaz et Uleberg, 1995 ; Ruggles et Medckjy-Scout, 1996 ; Ruggles *et al.*, 1993).

C'est en 1989 que l'expression « archéologie virtuelle » (*virtual archaeology*) est proposé par l'archéologue et informaticien Paul Reilly pour définir : « [...] The way in which technology could be harnessed in order to achieve new ways of documenting, interpreting and annotating primary archaeological materials and processes, and invited practitioners to explore the interplay between digital and conventional archaeological practice but also to explore and to represent archaeological practice in new ways. » (Beale et Reilly, 2017). Comme cas d'étude, il crée en 1990 une simulation de fouille archéologique rudimentaire au nom de Grafland (Reilly, 1991). Un autre cas d'étude, exposé à Rome en 1994, proposait aux visiteurs de se promener dans une reconstitution virtuelle de la tombe de Nefertari (figure 4) (Karlsson, 2013).



Figure 4. Photographie d'une section de la reconstitution virtuelle de la tombe de la reine Nefertari présentée au public en 1994 (Karlsson, 2013)

Ainsi, au courant des années 1990, plusieurs chercheurs se penchent sur la question et expérimentent sur de nombreux sites archéologiques. Au Royaume-Uni, une vidéo de déambulation dans un complexe de bain romain est réalisée au moyen de plusieurs centaines d'images (Lavender et coll., 1990) ainsi que des reconstructions 3D de différentes structures romaines (Woodward, 1991). Le livre « Virtual Archaeology » de Maurizio Forte et Alberto Siliotti sorti en 1997 présente un bilan des avancées de l'époque avec près de cinquante cas d'études répertoriés à travers le monde. La même année, Frischer fonde le *Cultural Visualization Lab* à l'Université de Californie où l'archéologie et la modélisation 3D sont enseignées simultanément (Morgan, 2009). C'est une ère de nouveautés et d'effervescence qui semble positive de prime abord, mais qui fait aussi ressortir plusieurs problèmes éthiques.

En 1998, Richards de l'Université de York au Royaume-Uni publie une revue de la dernière décennie en ce qui a trait à l'application des ordinateurs en archéologie (Richards, 1998). Il déplore la tendance des chercheurs à s'appuyer sur les technologies plutôt que sur la théorie pour l'avancement dans ce domaine. Il remarque également l'eurocentrisme de ce type de recherche puisque le noyau provient du Royaume-Uni, puis de la France, de l'Italie, de l'Allemagne, du Danemark, très peu des États-Unis et presque inexistant pour le reste de la planète. Frischer critique également le fait que les archéologues ne sont pas impliqués dans le processus de reconstruction numérique, que sont rarement indiquées les sources qui ont servi à construire les modèles 3D et encore moins les niveaux d'incertitudes des éléments présentés (Frischer *et al.*, 2002 : 10).

De graves critiques sont donc adressées concernant la visualisation statique des contextes archéologiques et le manque de rigueur scientifique dans leurs élaborations. Emele (2000) soulève même qu'à la suite d'une reconstitution d'une pièce du site archéologique de Çatal Höyük, les chercheurs ont trouvé qu'elle était si réaliste que l'image restait ancrée dans leur tête et brouillait la vision objective nécessaire sur le terrain (Emele, 2000). Ian Hodder avait aussi fait remarquer que cette même reconstitution était trop propre et formelle et voulait qu'elle soit modifiée pour être « moins sacrée, moins stérile, plus animée avec les cochons qui courent autour » (Emele, 2000 : 223). Enfin, l'archéologue Nick Ryan de l'Université Kent au Royaume-Uni suggère dans un article publié en 1996 que les travaux réalisés ne donnent pas un portrait juste de la complexité de l'archéologie (Ryan, 1996).

Pour pallier ces critiques Gottarelli a tenté de développer des indicateurs d'incertitude dans ses travaux sur la reconstitution de la tombe du général Horemheb at Saqqara (Gottarelli, 1996). Cependant, les diverses critiques n'ont que concrètement pris forme de recommandations dix ans plus tard lors de l'écriture du London Charter en 2006 (Beacham *et al.*, 2006 ; Bendicho *et al.*, 2017), un document sur l'éthique de travail en numérique. Les éléments se sont précisés par la suite dans les Principes de Séville qui portent spécifiquement sur le patrimoine archéologique numérique rédigé en 2011 (Lopez-Menchero et Grande, 2011).

L'archéologie virtuelle acquiert une certaine reconnaissance du milieu académique et professionnel, mais les critiques sur sa méthodologie et son processus interprétatif ne s'essouffent pas. Selon Morgan il faut modifier la pratique en apprenant de nos erreurs du passé : « Learning from the [previous] “too real” reconstructions [...], and incorporating a multivocal approach, future virtual implementations [...] should be built as a collaborative effort with archaeologists, students, and academics, and should not just serve as a place to experiment with archaeological interpretation, but also as a meeting place for past participants in the excavations, as well as an interested public. » (Morgan, 2009 : 482) On constate déjà avec ce projet et ces réflexions vers la fin des années 2000 qu'il y a un effort pour changer les mauvais plis et se diriger vers une simulation plus souple du passé.

Maurizio Forte suggère quant à lui de changer radicalement de terminologie pour identifier une troisième ère dans le domaine qu'il nomme alors « cyber » (Forte et Kurillo, 2010 : 12). Il souligne le changement entre la période axée sur le visuel et le photoréalisme et la période suivante qui se veut plus réflexive et riche en interprétations : « Once the phase of the technological ‘wow factor’ has passed—i.e., the moment in which the aesthetics of models seemed to have a higher priority than the accuracy and quantity of the information they conveyed—we enter into the current phase in which researchers must raise epistemological questions to enable their discipline to advance methodologically. » (Forte, 2008 : 23) Il propose par le fait même un cadre théorique où l'archéologie « cyber » devient totalement numérique, immersive, autopoïèse, interreliée et basée sur les affordances (Forte et Kurillo, 2010 : 13, 2014 : 113). C'est une archéologie axée sur la simulation et la communication au sein d'un environnement numérique où les relations entre des organismes et le contexte ainsi que les rétroactions constituent le cœur de la recherche (figure 5) (Forte et Kurillo, 2010 : 13, 2014 : 116).



Figure 5. Un ou plusieurs utilisateurs peuvent travailler avec leur propre avatar dans une reconstitution virtuelle de la ville Maya de Copan (Forte et Kurillo, 2010)

Forte est un des acteurs importants aux États-Unis et dans le monde, mais il fait partie d'un immense bassin de possibilités d'intégration des technologies en archéologie. De ce bassin, une multiplicité de projets et terminologies en découle comme le terme *digital archaeology* (Grosman, 2016, p.130). Nous détaillerons les différentes terminologies anglophones et francophones dans le chapitre 1.2 (Cadre terminologique, p. 15).

Au Canada et au Québec, plusieurs projets d'acquisition 3D de vestiges, d'artefacts et même de reconstitution 3D sont réalisés au cours des 25 dernières années. Ils sont cependant loin d'être systématiques. Le temps et l'argent investis pour ces réalisations sont consacrés à des cas bien précis. Par exemple, dans les régions à risque de destruction par les changements climatiques, des équipes d'archéologues tentent de récolter le plus d'informations possible grâce aux technologies de lasergrammétrie et de photogrammétrie (p. ex., Dawson *et al.*, 2013 ; Méreuze *et al.*, 2017). D'autre part, il s'agit parfois de l'intérêt patrimonial distinctif des sites, comme c'est le cas de l'Îlot des Palais (Lapointe, 1999) et du Petit Séminaire de Québec (Simoneau, 1994) où des reconstitutions 3D modestes sont élaborées comme appui visuel aux recherches. Encore aujourd'hui, la plupart des archéologues du Québec ont la même réflexion que Simoneau en 1994 : « [la reconstruction 3D] ne deviendra pas un élément d'analyse au même titre que les données archéologiques de terrain. En fait, autant pour les archéologues que les architectes, l'utilisation la plus prometteuse de cette technique est la médiation des informations. »

Une recherche académique réalisée en 2009 à l'Université de Montréal tente plutôt de démontrer l'intérêt scientifique d'une démarche d'intégration des nouvelles technologies. Le projet « Méthodes informatisées de relevés et de reconstitution archéologique : le cas du temple d'Amon à Karnak » réalisé en 2009 par Anis Semlali consiste à la production d'orthophotos à la suite d'un traitement de photogrammétrie ainsi qu'au développement d'un système de restitution par reconnaissance d'une multitude de critères, dont géométriques et iconographiques (Semlali, 2009).

William M. Carter, de l'Université Western Ontario, simule également dans sa thèse un travail des données archéologiques dans un espace 3D immersif plus approfondi (figure 6).

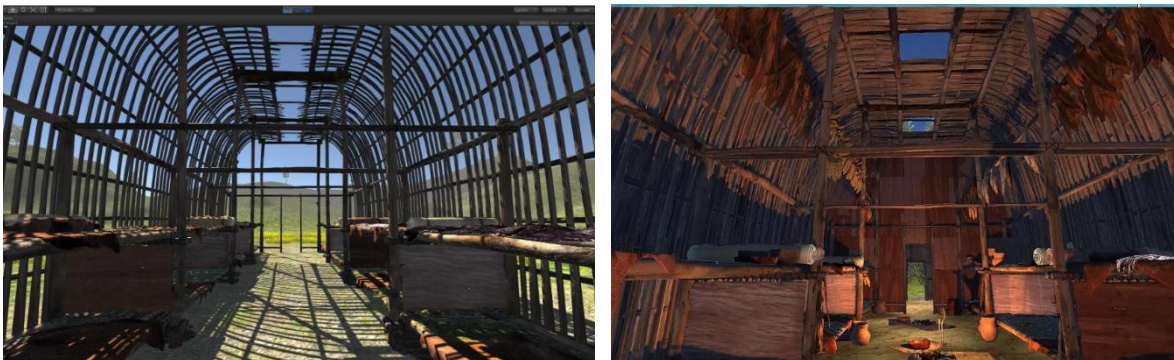


Figure 6. Rendu photoréaliste (gauche) et rendu de jeu (droite) d'une maison longue iroquoienne pour le projet Lh3 .x: A Virtual Late Iroquoian Longhouse (Re)Imagination en collaboration avec le Musée d'archéologie de l'Ontario par Carter et Barr en 2016 (Carter, 2017)

Il simule une maison longue iroquoienne du XVI^e siècle de notre ère qui respecte les normes de rigueur scientifique internationales et présente la démarche sur une plateforme de réalité virtuelle à une variété d'individus (figure 7) (Carter, 2017). Il témoigne que la réalité virtuelle a permis la construction de nouvelles interprétations.



Figure 7. Un des utilisateurs interviewés qui explore la maison longue virtuelle au moyen de casque de réalité virtuelle (Carter, 2017)

À la suite de cette recension de la littérature et de l'état actuel de la recherche, nous comprenons les différentes lacunes dans la recherche tout particulièrement au Québec où la réalité virtuelle n'a tout simplement pas été encore mise à l'épreuve dans les recherches archéologiques. Les quelques exemples de recherche identifiés proviennent de l'Ontario, des États-Unis et d'Europe. De ces propositions d'intégration, rare sont ceux qui proposent une analyse approfondie allant au-delà du support visuel, de remise en contexte ou de médiation. Nous cherchons donc à repousser ces limites en utilisant la réalité virtuelle pour faire avancer les connaissances scientifiques encore plus loin. Maurizio Forte a été le premier chercheur à piquer notre curiosité par un cadre théorique basé sur les affordances, mais c'est surtout Stuart Eve qui nous a donné l'idée de concrétiser cette théorie par la jonction avec la phénoménologie. Dans sa thèse, Eve (2012) propose une analyse phénoménologique du paysage à l'aide de technologies de réalité mixte pour le site de Leskernick Hill au Royaume-Uni. Plus récemment, Liz Falconer (2018) nous propose un projet similaire de simulation du site de Avebury Henge au Royaume-Uni et conduit une analyse de phénoménologie en contexte numérique qui amène à des résultats intéressants. Pour obtenir des résultats convaincants, il nous paraissait inévitable de poser les bases d'une structure de travail plus systématisée que ce qui est pratiqué jusqu'à maintenant. Nous avons constaté que les archéologues fonctionnent en vase clos ce qui provoque des redondances dans les méthodes de travail et une structure d'essais et erreurs inefficace. Notre projet de mémoire se forme alors d'une analyse de phénoménologie en contexte numérique réalisée au travers d'une structure méthodologique et théorique que l'on nomme : archéologie numérique. En d'autres termes, l'archéologie numérique est notre démarche heuristique tandis que l'analyse de phénoménologie est notre démarche herméneutique.

- Choix du cas d'étude

Le choix du cas d'étude s'est effectué d'une part de façon logistique puisqu'un des partenaires du projet INTROSPECT est le centre d'interprétation de l'Îlot des Palais en basse-ville de Québec. D'autre part, le choix de ce secteur comme cas d'étude est en raison de l'importance historique, archéologique et patrimoniale du site. En effet, le site a la particularité d'être témoin de toutes les époques importantes de l'histoire de la ville. Cette succession bien visible lors des fouilles archéologiques en a fait un terrain d'apprentissage d'exception pour les étudiants en archéologie de l'Université Laval pendant 26 ans. De plus, le site est étudié depuis 1982 par les gestionnaires et chercheurs. Les archéologues ont donc produit des rapports de fouille détaillés et plus d'une dizaine d'analyses spécialisées autant environnementales que sur la culture matérielle (Bain *et al.*, 2017; Lapointe *et al.*, 2019). Enfin, l'Îlot des Palais est un site longuement étudié qui regorge d'informations fiables, accessibles, variées et fidèles aux méthodes traditionnelles d'analyses. Cette grande quantité d'informations disponibles fait de ce site un laboratoire adéquat pour expérimenter la démarche d'archéologie numérique. Un autre critère de sélection repose sur l'argumentaire de Nadeau (2008) qui explique que malgré les nombreuses recherches scientifiques et les efforts de médiation du centre d'interprétation, la majorité de la population ne connaît pas ou peu l'histoire du site ou peine à conceptualiser l'organisation spatiale et l'importance historique du secteur. Il est vrai que l'environnement a radicalement changé depuis 400 ans, car le site est actuellement dans le cœur urbain de la ville et la rivière anciennement à proximité est dérivée loin de la vue. Cette réflexion nous amène à l'hypothèse que la compréhension de l'espace serait peut-être plus juste si les éléments modernes étaient éliminés du champ de vision. Enfin, bien que plusieurs analyses spécialisées aient été réalisées sur le site de l'Îlot des Palais, aucune ne porte sur une analyse de phénoménologie ni sur l'application de l'archéologie numérique ce qui en fait un cas d'étude novateur.

Afin de respecter les contraintes de temps, de financement et d'organisation nécessaires à sa réalisation, nous avons établi un cadre spatio-temporel précis. La date étudiée est celle de 1719 qui représente la fin officielle de construction du deuxième palais de l'Intendant (Nadeau, 2008). Le choix de cette courte période chronologique nous permet d'éviter des anachronismes architecturaux et c'est également une période qui possède un large corpus documentaire et iconographique. Le cadre spatial est restreint au second palais, ses environs et une approximation géophysique pour les éléments qui auraient été visibles à l'horizon (p. ex. secteur de Limoilou). Il a aussi été choisi de représenter une seule hypothèse de travail pour l'analyse de phénoménologie en contexte numérique tandis que les autres propositions d'hypothèses ont été conservées comme métadonnées. Puisque l'archéologue responsable du projet ne peut accomplir seul la tâche, il se doit de collaborer avec plusieurs spécialistes. Une collaboration avec un ingénieur informatique et un infographiste de l'Université de Rennes s'est donc déroulée durant une période de cinq mois intensifs, puis des suivis à distance se sont poursuivis durant six mois.

Nous proposons donc la formulation de la problématique principale suivante :

Est-il possible de générer de nouvelles données lors d'une analyse de phénoménologie en contexte numérique sur le site de l'Îlot des Palais grâce à une démarche méthodologique d'archéologie numérique ?

Plusieurs sous-questions de recherche sont au cœur de cette problématique :

- Peut-on confirmer l'interprétation de Rosalie Mercier-Méthé (2012) qui soutient que la monumentalité du bâtiment reflète l'importance de la fonction de l'Intendant dans la colonie ?
- Peut-on confirmer les éléments symboliques mentionnés dans les écrits historiques telle que la disposition et la visibilité des jardins ?
- Peut-on confirmer ou infirmer les dimensions des différentes structures, aires de circulation, etc. ?
- La remise en contexte virtuelle permet-elle une meilleure analyse visuelle du paysage (*viewshed analysis of the landscape*) que sur un écran standard ou sur le site même ?

L'objectif de ces questionnements est d'acquérir de nouvelles connaissances sur la perception visuelle de l'époque à cet endroit, de mieux comprendre la perception du changement nuit/jour, de révéler des actions et des mouvements des acteurs (*habitus*), de mieux percevoir la relation émotive avec le paysage, mais aussi avec la symbolique des bâtiments et l'organisation spatiale du secteur.

- Plan du mémoire

Le chapitre 1 porte sur le cadre de recherche du mémoire, ce qui inclut tout d'abord le cadre théorique. Le cadre théorique inclut l'analyse phénoménologique, puis de la théorie de Gibson et enfin des concepts de Merleau-Ponty sur la présence et la jonction entre ces concepts et la réalité virtuelle. Le chapitre aborde ensuite le cadre terminologique afin de bien comprendre le choix des termes et des concepts présentés. Enfin nous présentons le corpus des sources historiques et des sources archéologiques. Tout d'abord, les informations sur le bâtiment en place et les documents d'archives, puis les rapports des fouilles archéologiques, les analyses spécialisées et finalement les sources numériques.

Le chapitre 2 est un article sur la méthodologie de recherche (Paradis *et al.*, 2019). Il débute par une présentation des quatre phases de l'archéologie numérique : l'acquisition et le traitement, la réalité virtuelle, l'analyse et la diffusion. Par la suite, il présente les principes à suivre pour respecter la cohérence scientifique établie par les institutions internationales. Enfin, il démontre les deux premières phases de la méthodologie : l'heuristique numérique utilisée et l'intégration de la réalité virtuelle.

Le chapitre 3 fait un bref retour sur la problématique de recherche initiale. Puis, il détaille le contexte qui a été utilisé pour l'analyse de phénoménologie en contexte numérique. Le chapitre se poursuit en rendant compte des résultats de cette analyse par un texte narratif rédigé par l'auteure de ce mémoire. Par la suite, les résultats de l'analyse de phénoménologie du paysage conduisent directement sur le site de l'Îlot des Palais où sont exposés au moyen d'un texte narratif. Ancré dans l'approche phénoménologique, un retour comparatif sur les résultats est abordé accompagné de données d'archives complémentaires afin de mieux comprendre les différentes questions soulevées tout au long du processus.

Le chapitre 4 est une discussion critique sur la méthodologie de l'archéologie numérique et sur l'analyse phénoménologique en contexte numérique. L'auteur fera donc part de ses critiques sur la démarche et sur les résultats et fera ressortir les éléments positifs qui en ressortent. Nous faisons aussi part de nos réflexions sur l'impact de cette démarche sur la discipline notamment dans son rapport avec les archives et le déroulement des fouilles archéologiques ainsi que pour le développement des connaissances. Nous discuterons également des perspectives de médiation grand public à partir de ce support de recherche. Enfin, nous proposons une poursuite de la recherche sur le sujet de l'Îlot des Palais et pour d'autres sujets archéologiques au Québec.

Chapitre 1 - Cadre de recherche

Une réflexion importante s'impose lorsqu'il est question d'utiliser la réalité virtuelle dans le cadre d'une recherche archéologique : quel est son avantage en comparaison à d'autres outils de représentation 3D ? Pourquoi investir temps, énergie, ressources en plus de former une équipe multidisciplinaire pour réaliser ce type de projet ? Ce qui distingue la réalité virtuelle d'une représentation 3D sur écran ou même sur papier est l'immersion de l'utilisateur dans l'environnement virtuel et la capacité d'interaction avec cet environnement. Alors, comment tirer profit de ces caractéristiques particulières pour enrichir la recherche en archéologie ? Il se trouve qu'il existe déjà un principe théorique en archéologie qui s'adresse directement au corps du chercheur/utilisateur et aux perceptions physiques et psychologiques de ce dernier dans un environnement donné. La similitude des besoins de l'un et la possibilité de subvenir à ceux de l'autre nous ont ouvert les yeux sur une démarche peu explorée : associer la phénoménologie en archéologie et la réalité virtuelle. Nous explorons alors les concepts théoriques de la phénoménologie en archéologie (section 1.1.1), la théorie de Gibson (section 1.1.2) qui se réfère plutôt au contexte numérique et enfin des concepts de Merleau-Ponty (section 1.1.3) sur la présence que nous associons autant au monde « réel » qu'au monde « simulé ». Après avoir établi le cadre théorique qui porte ce mémoire, nous établissons le cadre terminologique qui justifie l'utilisation du terme « archéologie numérique » pour identifier notre approche méthodologique. Enfin, nous faisons la revue du corpus de données qui a permis la conception de l'environnement numérique.

1.1 Cadre théorique

1.1.1 Phénoménologie en archéologie

La phénoménologie est un courant philosophique créé par le mathématicien allemand Husserl (1859-1938) au travers de plusieurs textes rédigés vers la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e (Cibangu et Hepworth, 2016 : 148). Selon Husserl : « Phenomenology seeks to uncover a given phenomenon through people's lived experiences. » (Husserl, 1901 dans Cibangu et Hepworth, 2016). Ce domaine a généré un grand nombre de publications en raison de la reprise des concepts dans différents domaines. Relph (2014) souligne : « By the time of Husserl's death in 1938, phenomenology had achieved acceptance not only in philosophy, but also anthropology, sociology and psychology, and it had influenced the work of poets, artists and novelists. This acceptance has since grown to the point where phenomenology is a widely adopted approach in most of the social sciences. » (Relph, 2014 : 99). Il s'agit donc d'une approche théorique bien implantée en sciences sociales depuis près d'un siècle. Son introduction en archéologie est toutefois survenue un peu plus tard, tout particulièrement grâce à la monographie de Tilley en 1994, *A Phenomenology of Landscape: Places, Paths and Monuments*. Selon Tilley : « La phénoménologie est l'étude et la description de phénomènes et les phénomènes

sont des entités (objet ou événement) qui se présentent au sujet dans l'environnement. ». La description précise et détaillée des relations du sujet aux entités est centrale à ce concept théorique puisqu'il permet d'expliquer ce qui porte sens dans l'environnement (Tilley, 2005). En effet, pour remédier aux tendances théoriques portant sur la géographie « mathématique » d'un milieu, la phénoménologie propose de considérer l'espace (*space*) comme un support aux actions plutôt que le contenant neutre de ces actions (Tilley, 1994). Ainsi, l'analyse d'un site archéologique en termes de polygones, de distribution spatiale et statistiques devient plutôt une analyse en termes d'espace produit culturellement et indissociable de l'action humaine (Tilley, 1994). « Socially produced space combines the cognitive, the physical and the emotional into something that may be reproduced but is always open to transformation and change. » (Tilley, 1994 : 10).

Tilley explique que les espaces sont intimement liés aux humains qui y vivent ce qui confronte le concept de déterminisme, mais aussi le concept du paysage comme neutre et universel :

The specificity of space is an essential element in understanding its significance. It follows that the meanings of space always involve a subjective dimension and cannot be understood apart from the symbolically constructed lifeworlds of social actors. Space has no substantial essence in itself, but only has relational significance, created through relations between peoples and places. Space becomes detotalized by virtue of its relational construction and because, being differently understood and produced by different individuals, collectivities and societies, it can have no universal essence. What space is, depends on who is experiencing it and how. Spatial experience is not innocent and neutral, but invested with power relating to age, gender, social position and relationships with others. Because space is differentially understood and experienced it forms a contradictory and conflict-ridden medium through which individuals act and are acted upon. The experience of space is always created, reproduced and transformed in relation to previously constructed spaces provided and established from the past. Spaces are intimately related to the formation of biographies and social relationships. Such a notion of space is undoubtedly complex. There is and can be no clear-cut methodology arising from it to provide a concise guide to empirical research. (Tilley, 1994 : 11)

Comme il est mentionné par Tilley, il n'y a effectivement pas de méthodologie claire à suivre dans une démarche phénoménologique, mais plutôt un mode de recherche adapté au contexte à l'étude. Il existe tout de même certains principes de base : 1) Se familiariser avec le milieu à l'étude en marchant à l'intérieur de celui-ci et autour, 2) visiter des sites similaires et prendre des notes appropriées, 3) revisiter le milieu dans plusieurs contextes (saisons, moment de la journée, climats), 4) approcher le milieu en provenance de différentes directions, 5) suivre les chemins et s'interroger sur les changements de perceptions qui en résulte, 6) explorer des secteurs dits « naturels » où il y a peu ou pas du tout de trace archéologique d'activité humaine et finalement 7) décrire toutes les observations dans un texte interprétatif synthétique qui relate de possibles expériences du passé (Tilley, 2010).

1.1.2 La théorie de Gibson

La théorie de Gibson développée par James Jerome Gibson, un psychologue américain, vers la fin des années 1970 est qualifiée d'écologique, car elle propose d'étudier la perception en tant que moyen d'adaptation à l'environnement. En effet, le premier aspect de cette théorie est que l'environnement ne peut être décrit que par son interaction avec une espèce donnée puisque l'on définit l'environnement comme une niche écologique. Le deuxième aspect de cette théorie est la proposition que les espèces (dans notre cas, l'humain) possèdent non seulement des « sens », mais bien des systèmes perceptifs. Par exemple, balancer un objet sans le regarder permet de déduire les propriétés physiques de cet objet non seulement par l'exploration haptique (toucher), mais par les dynamiques complexes du mouvement. En résumé, il existe un lien de réciprocité entre l'animal et l'environnement et la perception est indivisible de l'action (Luyat et Regia-Corte, 2009).

La théorie écologique de Gibson est intimement liée à la phénoménologie puisqu'elle s'intéresse aux *affordances*, c'est-à-dire aux potentialités d'interactions entre un objet et un sujet dans un environnement donné (Arnaldi, Fuchs et Tisseau, 2003 : 70). La phénoménologie s'intéresse à la description détaillée des phénomènes afin d'en comprendre le sens de ce qui est indissociable des influences culturelles d'une population et/ou individus dans de multiples espaces qui forment l'environnement. La théorie de Gibson touche donc à ces concepts, mais avec un intérêt particulier pour les actions et moins pour les émotions, ressentis et symboliques qui sont nécessaires lors d'une analyse phénoménologique. La Théorie de Gibson rapproche donc la phénoménologie à la réalité virtuelle puisqu'on aborde le concept de perception et les comportements qui résultent de la perception de l'environnement en termes de potentialités d'actions (Luyat et Regia-Corte, 2009). En réalité virtuelle, il s'agit d'un concept clé pour mieux comprendre les interactions humaines et développer des outils immersifs pour configurer/recréer ces interactions ou en inventer de nouvelles.

Maurizio Forte est aussi un adepte du concept des *affordances* de Gibson. Ces *affordances* ne sont ni objectives ni subjectives, mais sont les deux en même temps puisqu'elles permettent de confronter la binarité inadéquate (objectif/subjectif) par exposition des faits de l'environnement et des actions (Gibson, 1981 dans Forte, 2016).

1.1.3 Concepts de Merleau-Ponty

La similitude entre les concepts de Gibson et ceux de Maurice Merleau-Ponty, phénoménologue et philosophe français, est indéniable (Luyat et Regia-Corte, 2009). D'un côté Gibson rend la perception et l'action indivisible, de l'autre, Merleau-Ponty lie la conscience au corps. Maurice Merleau-Ponty a été influencé par les auteurs Husserl et Heidegger et son sujet de prédilection est la perception. En effet, il explique le paradoxe de celle-ci comme quelque chose qui ne peut exister que si la personne qui perçoit est présente (Merleau-Ponty, 1996 : 49). Un exemple de ce paradoxe est l'horizon visuel. Le corps perçoit en fonction de sa hauteur, de l'angle de

sa tête, de la qualité de ses yeux ou d'un appareil, etc., la différence entre le sol et le ciel, mais en absolu, l'horizon n'existe pas puisqu'il dépend uniquement de la perception d'un observateur (Luyat et Regia-Corte, 2009 ; Dastur, 2011).

Merleau-Ponty nomme donc comme expérience « primordiale » une perception qui n'a pas encore conceptualiser le monde et les choses comme de purs « objets » et garde une sorte de vision qui ne soit pas objectivante (Dastur, 2011). On peut donc ensuite analyser le paysage avec le paradigme en tête que le corps est un « point zéro », comme disait Husserl, à partir duquel l'espace peut se déployer (Dastur, 2011 : 3). C'est par son corps que l'humain « habite » l'espace/paysage qui sera toujours orienté (haut-bas-gauche-droite) et qui sera toujours affectif et existentiel avant d'être objectif et mesurable : « Car le paysage, s'il ne se réduit pas à un morceau d'espace, mais implique aussi les dimensions temporelles, corporelles et affectives, ne peut être défini à partir de la seule expérience visuelle. » (Dastur, 2011). Ainsi, tous les sens du corps sont nécessaires à la conceptualisation d'un paysage et cette configuration n'est pas figée, mais se redéfinit plutôt à chaque instant par notre cheminement dans cet espace.

Il est aisé de poursuivre le raisonnement théorique par la transition du concept de présence dans le monde « ordinaire » vers la réalité virtuelle. En effet, toute expérience de présence est en définitive subjective, qu'elle soit dans la vraie vie ou dans une simulation du passé, puisqu'elle analyse les espaces et situations en fonction de notre codage génétique et culturel (Forte, 2015 ; Forte, 2016). Une méthodologie rigoureuse est le moyen de pallier cette subjectivité, quel que soit le contexte d'analyse. De plus, le chercheur en psychobiologie Vittorio Gallese, explique que les recherches actuelles en neuroscience démontrent que la ligne est mince entre ce que l'on nomme la « réalité » et « l'imaginaire » (Gallese, 2016 : 21). Le fait d'imaginer une émotion ou ressentir une émotion véritable active partiellement les mêmes circuits dans le cerveau (Gallese, 2016 : 21). Ainsi, lors d'une analyse de phénoménologie en contexte numérique : " The line between imaginary/evocative/reconstructed and reality is hybrid, smooth and undefined. Cyber worlds in archaeology comprehend data recorded, reconstructed and simulated (Forte 2010, 2015): the interaction between these domains is the booster of the interpretation." (Forte, 2016).

Ainsi, comme Merleau-Ponty le démontre dans son analyse, la présence ne peut avoir lieu qu'avec un observateur qui s'immerge dans un environnement donné et par la logique de Gibson, cet observateur interagit avec l'environnement ce qui crée des affordances et donc, du savoir.

1.2 Cadre terminologique

Nous abordons dans cette section les raisons de l'utilisation du terme « archéologie numérique » proposé dans ce mémoire puisqu'il s'agit d'une expression peu utilisée dans le domaine. Nous ferons également un survol des principaux termes propres à l'archéologie numérique afin d'éclairer la suite de la lecture.

L'utilisation du terme « archéologie numérique » s'est imposée d'une part pour sa sémantique francophone et d'autre part pour sa nature englobante. En effet, si « archéologie » est un choix évident pour allier au concept le sujet d'étude, la suite qui sert à établir le cadre théorique et méthodologique peut devenir complexe à établir. Historiquement, plusieurs États-Uniens ont d'abord utilisé « virtual archaeology » pour exprimer l'étude du patrimoine par l'entremise de représentation visuelle 3D. Malgré certaines réutilisations récentes (Carter, 2017), cette expression est généralement admise comme une étude plutôt descriptive, visuelle, statique, qui vise le photoréalisme (Forte et Silotti, 1997 ; Reilly, 1991) ce qui ne serait plus au goût du jour. La traduction littérale « d'archéologie virtuelle » ne serait donc pas appropriée pour notre mémoire, car cette expression réfère à un autre type d'étude conduit vers la fin des années 1990 et début 2000. Une autre raison de s'éloigner de ce terme est la connotation d'irréalité derrière le mot « virtuel ». Stéphane Vial, philosophe français, explique que « virtuel » a désormais la connotation d'irréel, de faux, tandis qu'il devrait plutôt tendre vers sa racine latine de *virtualis* qui veut dire selon le concept d'Aristote : « potentiel » (Vial, 2017 ; Cauquelin, 1995). Il s'agit du concept de mouvement et de potentialité dans l'action. Un marathonien sous le point d'arriver premier à la ligne d'arrivée est le potentiel gagnant, même si cela n'est pas encore accompli, cela n'est pas totalement faux. Le monde de l'informatique, du web ou du « virtuel » a confondu les utilisateurs de prime abord par l'immatérialité de ce qui est perçu. Nous avons accès à des fichiers, des dossiers, une corbeille, mais tout existe au travers d'un accès informatique et peut cesser d'exister à tout moment. Cependant, si cette technologie vient troubler notre sens perceptif, et donc notre sens du réel, il n'en est pas moins véritable pour autant. Par exemple, une conversation par courriel entre collègues ne devient pas totalement fausse ou inexistante le lendemain matin lorsque les deux personnes se voient au bureau. Ces deux mondes sont différents, mais non pas séparés et encore moins irréels. M. Vial appelle donc à la fin de l'illusion de deux mondes séparés entre celui dit réel, physique et celui dit virtuel, immatériel, « irréel » et donc la fin du terme « virtuel » (Vial, 2017).

Ensuite, nous avons écarté « digitale » parce qu'il est reconnu comme un anglicisme selon l'Office québécois de la langue française (OQLF) et ne fait référence en français qu'aux doigts de la main. De latin *digitalis*, il est associé au numérique, car les nombres de 1 à 10 étaient par le passé comptés sur les doigts de la main. Le sens s'est alors extrapolé aux ordinateurs puisqu'ils calculent des données numériques. OQLF déconseille tout autant le terme « computationnel » qui pourrait être inspiré de « computational archaeology » qui provient de nos collègues européens anglophones (p. ex. *computational archaeology* est le nom d'un programme de

maîtrise à UCL Institute of Archaeology à Londres, UK). Cet anglicisme est un dérivé de *computer*, utilisé dans la francophonie dans les débuts de l'informatique pour désigner ce que l'on nomme maintenant un ordinateur. L'OQLF propose plutôt l'utilisation de « numérique » qui se définit comme :

- « Ensemble des techniques qui permettent la production, le stockage et le traitement d'informations en code binaire. ».
- « Toute donnée qui ne peut avoir qu'un nombre limité et prédéterminé de valeurs discrètes et qui est représentée par des chiffres, ainsi que des procédés et des appareils basés sur ce type de donnée. ».

Ce qui nous mène désormais au cœur de notre recherche : l'intégration de la réalité virtuelle en archéologie. D'un point de vue conceptuel, la *cyberarchaeology* est au plus près de ce que nous voulons atteindre en raison de sa démarche herméneutique :

Cyber-archaeology is a branch of archaeological research concerned with the digital simulation of the past. In this context, the past is seen as generated by the interaction of multiple scenarios and simulations and by the creation of different digital embodiments. The term also recalls the ecological cybernetics approach, based on the informative modeling of organism-environment relationships. In fact, cyber-archaeology aims to investigate the past through interactions with multimodal simulation models of archaeological data sets in different areas of knowledge (domains). The cognitive-interpretive process is accomplished through an interaction feedback loop in a virtual reality environment, following a nonlinear cognitive path. This process allows for the formation and validation of scientific theories about archaeological contexts and material cultures. Cyber-archaeology assumes that the past cannot be reconstructed but rather simulated. Whereas virtual archaeology is mainly visual, static, and graphically oriented to photorealism, which conveys a peremptory idea of predefined knowledge, cyber-archaeology is not necessarily visual, but rather interactive, dynamically complex, and autopoietic. It focuses on the potentiality and virtuality of the interpretation, as opposed to the actuality of the physical world. (Forte et Danelon, 2019)

Tel que mentionné ci-dessus, *virtual archaeology* et *digital archaeology* réfèrent surtout à l'utilisation des nouvelles technologies en archéologie, mais sans s'interroger sur le fondement de cette utilisation ni les répercussions sur l'analyse. L'archéologie numérique quant à elle s'approche de la *cyber-archaeology*, car elle se veut un changement de paradigme de l'archéologie, depuis l'acquisition des données jusqu'à leur transmission et leur archivage. La technologie en ce sens n'est plus un outil, mais une ouverture vers une nouvelle manière de travailler, analyser, comprendre et divulguer des informations scientifiques. C'est dans cette lignée que nos collègues états-uniens proposent la *cyber-archaeology*, mais nous avons écarté sa traduction directe de « cyber-archéologie ».

Le préfixe « cyber » est dérivé du verbe grec *kubernân* qui veut dire piloter un navire ou un char. *Kubernân* a par la suite été utilisé par Platon pour désigner le fait de gouverner les hommes (Huynh-Quan-Suu, non daté). Dans le contexte de la Deuxième Guerre mondiale, le mathématicien Norbert Wiener baptise le terme « cybernétique » pour désigner un nouveau domaine de recherche qui s'intéresse à la maîtrise des machines ou comment un système peut poursuivre et atteindre un objectif malgré les perturbations imprévisibles de l'environnement (Granier *et al.*, 1999). De façon pragmatique, la cybernétique étudie les processus de commande, de transfert et de rétroaction d'une action orientée vers un but. Wiener a aussi dépassé les limites de l'étude scientifique et a donné un rôle métaphysique au terme. Ce concept a conduit à plusieurs dérivés, comme le développement de la mythologie culturelle du *cyberpunk*. Le « cyberspace » quant à lui est né du livre de science-fiction *Neuromancer* de William Gibson en 1984. Désormais, le préfixe « cyber » réfère à un lieu, chose, personne, etc., qui existe dans le cyberspace ou dans Internet ou qu'ils y sont associés (OQLF, 2020). Dans le processus de recherche proposé, nous ne préconisons pas que les données soient archivées dans une fausse réalité insinuée par le terme de cyberspace ni systématiquement publiées sur Internet. Tout en comprenant les multiples facettes que le terme a développées à travers le temps et comment la « cybernétique » est en soit près de nos objectifs de recherche, il a été décidé de s'en éloigner dans le cadre de notre mémoire.

Une autre proposition de nos collègues européens est de parler de domaine du patrimoine numérique (*Digital heritage*). Il a été conclu que cela se réfère plutôt au processus de documentation, de conservation et de protection du patrimoine culturel (Ioannides *et al.*, 2016) intrinsèque à l'archéologie numérique, mais sans en être son objectif principal. Enfin, la traduction « archéologie numérique » a été privilégiée au lieu de « cyberarchéologie » parce qu'elle n'exclut alors pas les notions de *digital heritage* ni de *computational archaeology* (Djindjian, 2015 : 2) plutôt employées en Europe.

En conclusion, le terme « archéologie numérique » s'est imposé par sa constitution francophone et inclusive. Il s'agit d'un terme que nous croyons universel et rassembleur d'idées, de méthodologies, de cadres théoriques et de différences culturelles en recherche académique. Le terme est aussi d'actualité avec l'avancement des recherches dans le domaine et respecte les conseils de francisation proposés par l'OQLF.

1.3 Corpus des données

Dans l'objectif d'expérimenter l'archéologie numérique appliquée au cas d'étude du second palais de l'Intendant en l'an 1719, nous avons eu recours à une multitude de sources. La source primaire la plus évidente est celle *in situ*, où se retrouvent les vestiges actuels du bâtiment encore utilisé aujourd'hui. Nous avons ensuite les sources historiques, c'est-à-dire les plans d'architecte et les manuscrits. Par la suite, les sources archéologiques, que l'on distingue des vestiges visibles contemporains, puisqu'elles ont été enfouies à nouveau. Enfin, les sources que nous qualifions de secondaires, car elles ont subi un traitement afin de produire des informations utiles à notre analyse : les sources numériques.

1.3.1 Sources *in situ*

L'actuel bâtiment qui se situe sur le site archéologique de l'Îlot des palais se nomme les Voûtes du palais et abrite un centre d'interprétation sur l'histoire du site et sur l'archéologie (figure 8). Le deuxième étage moderne du bâtiment est la propriété de la ville de Québec. La porte principale donne accès au centre d'interprétation par la façade sud située devant un parc aménagé. Les fondations et voûtes en pierre du bâtiment ont été rénovées à plusieurs reprises à travers le



Figure 8. Le bâtiment actuel sur le site du palais de l'Intendant (Paradis, 2019)

temps, mais dévoilent les vestiges encore en place du second palais de 1719. Tout le reste a été détruit lors des différents conflits notamment, lors du bombardement de ce secteur de la ville en 1775. La brasserie Boswell a par la suite réaménagé le secteur au milieu du XIX^e siècle afin de l'utiliser pour ses activités brassicoles tout en laissant la base de celui-ci presque intacte (Moussette, 1994 ; Lapointe *et al.*, 2019). Nous avons utilisé ces informations, plus spécifiquement le positionnement exact de l'aile ouest, pour géoréférencer les cartes historiques. Nous avons écarté l'aile est, car elle a subi trop de réaménagements récents et aucune recherche archéologique n'a porté sur ce secteur. Le tracé du premier palais de l'intendant est également reconstitué par un muret de pierre dans le jardin aménagé en face des Voûtes. Ces données proviennent des premières fouilles archéologiques du secteur et sont désormais observables en surface. Une autre information *in situ* du secteur utilisé est le positionnement de la rue Saint-Nicolas qui se situe au même endroit telle qu'elle apparaît à la fin du XVII^e siècle ainsi que la topographie relative du secteur qui est restée stable depuis 1719. On dénote en effet une accumulation anthropique habituelle devant le palais d'environ 1 mètre de haut (Pelletier, 2012 ; Duchaine, 2000), une érosion et construction d'un mur de pierre sur la falaise et l'aménagement d'une route pour monter

vers la haute ville. Ces éléments ont été pris en compte dans notre constitution de l'environnement 3D par la modification du fichier LiDAR contemporain du secteur (voir section 1.3.4.1).

1.3.2 Sources historiques

La recherche aux archives s'est avérée essentielle dans l'élaboration de ce projet de recherche. Dans une démarche d'archéologie numérique, le chercheur doit donner une version éditoriale de l'espace à l'étude la plus précise possible et en répondant à des questions qui ne sont jamais posées autrement. Nous ne sommes pas confrontés à des vestiges, des sédiments et des objets qui nous amènent à des conclusions. Nous avons plutôt des données sur le paysage, l'ambiance et la culture phénoménologique, à simuler numériquement. La différence peut sembler difficile à saisir, alors en voici quelques exemples : une analyse des échantillons de sédiments peut nous indiquer les espèces de plantes qui se trouvaient à proximité et non pas l'endroit exact ni la quantité. Un morceau de lampe nous indique un moyen d'éclairage, mais ne nous informe pas sur l'endroit exact où il était utilisé ni à quel moment ni la durée. Nous connaissons la hauteur du palais grâce aux plans d'architecte, mais qu'en est-il des maisons des gens communs ? Nous savons qu'il y a eu un pavé de pierres à la fin du XVIII^e siècle, mais qu'y avait-il avant cela ? Marchaient-ils dans la boue ou sur des planches de bois ? Enfin, même si ne pouvons répondre à toutes les questions, nous tenterons de démontrer une hypothèse valable pour expliquer l'état des connaissances actuelles. Nous aurons donc recours à des cartes du secteur, des plans d'architecte pour le palais et des documents manuscrits.

1.3.2.1 Cartes en plan

Les deux cartes suivantes ont servi de base à la modélisation de la première hypothèse de travail (figures 9 et 10). La première carte datée de 1716 a été dessinée par l'ingénieur militaire Chaussegros de Léry. Elle nous a permis de situer le palais de l'Intendant dans l'espace de la ville de Québec et de géoréférencer le secteur avec les cartes contemporaines. Nous avons aussi utilisé cette carte pour situer la Redoute Saint-Nicolas, la palissade, une approximation des jardins, du bâtiment de la potasse, de la falaise et de la rive de la rivière Saint-Charles. Cette carte représente l'ensemble de la ville de Québec et même une section de Saint-Roch et Limoilou. Nous avons agrandi la section du palais de l'Intendant afin de mieux discerner les éléments utiles à notre projet de recherche:

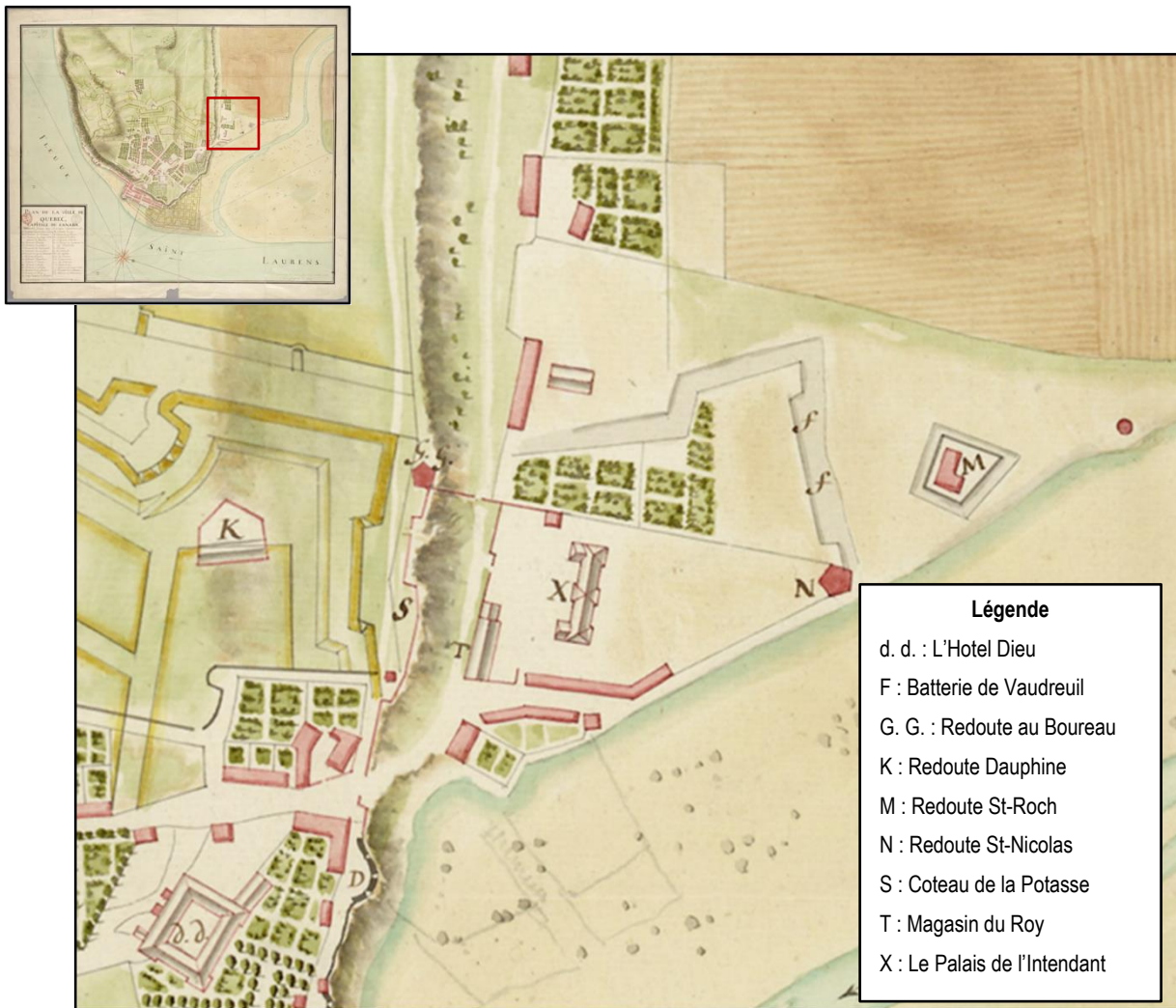


Figure 9. Vue rapprochée du secteur du palais de l'Intendant sur la carte de 1716 de Chaussegros de Léry

La deuxième carte a été dessinée en 1717 par l'assistant ingénieur Laguer de Morville (figure 10). Elle représente une vue plus détaillée du secteur du palais et plus d'informations sur les propriétaires des maisons adjacentes. Elle a été utile pour situer l'emplacement précis des maisons adjacentes au palais de l'Intendant et comporte également une représentation de l'*hangart du roy* qui pourrait être la structure où l'on entrepose le bois de chauffage. Le géoréférencement de ces deux cartes a aussi dévoilé que la rue Saint-Nicolas est exactement au même endroit que la rue actuelle qui porte le même nom.

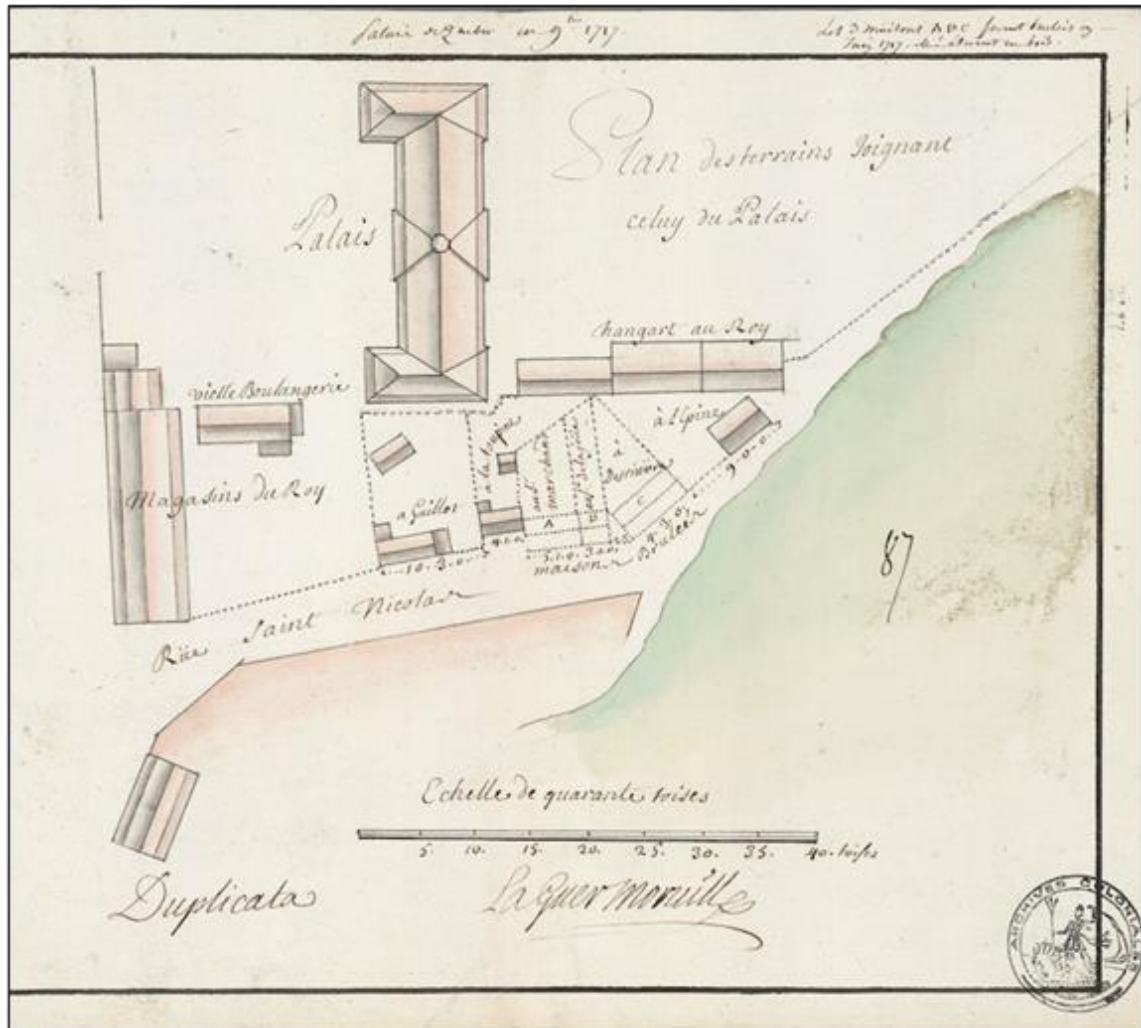


Figure 10. Secteur du palais de l'Intendant par Laguer de Morville (La Guer Morville) datée de 1717

1.3.2.2 Plans d'architecte

Nous avons également eu recours à plusieurs plans d'architecte. Certains n'ont pas été pris entièrement en considération compte tenu qu'ils représentent des éléments en construction ou des projets qui n'ont peut-être pas été achevés. Par exemple, l'escalier monumental au centre du bâtiment porte une rampe de fer forgé sur le plan de 1715 (figure 11). Cependant, c'est plutôt une rampe en bois que l'on retrouve sur les plans de 1718 (figure 12) et même 1726. Le plan ci-dessous de 1715 a été utilisé pour détailler le cadre de la porte, pour ajuster les proportions des marches et pour déterminer certains matériaux utilisés pour la construction de l'ensemble (ex. : pierres taillées).

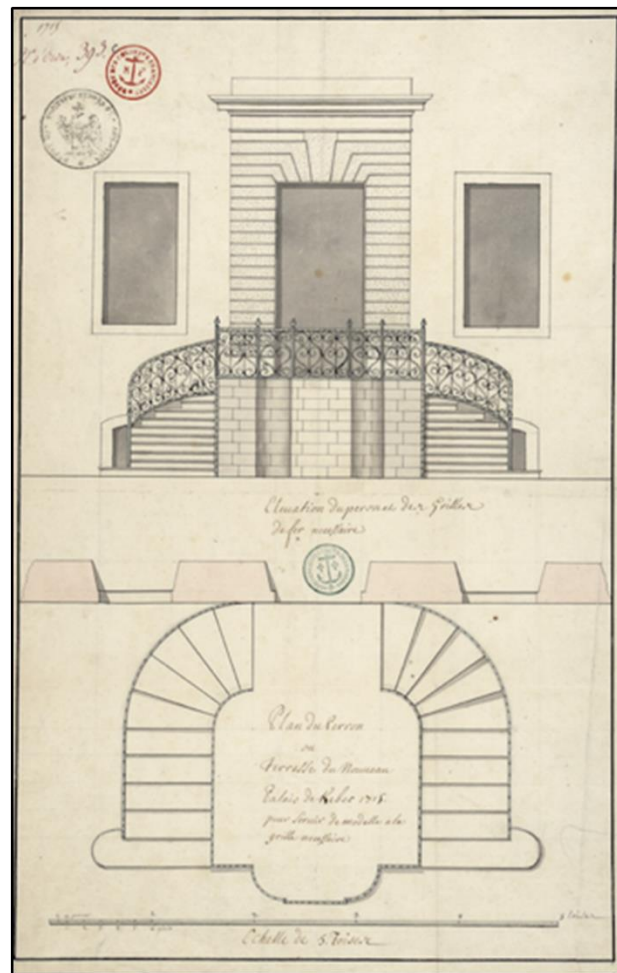


Figure 11. Plan et élévation du perron du deuxième palais de l'Intendant dessiné en 1715

Le plan de Chaussegros de Léry daté de 1718 nous a donné plus d'informations sur le nombre de cheminées, le nombre de fenêtres et leurs proportions, sur les rampes en bois de l'entrée principale et des entrées secondaires, sur les détails de construction du toit et des coins des murs extérieurs ainsi que sur le lanternon (figure 12). Ce plan nous a également permis d'identifier le cabinet de l'Intendant et l'emplacement de la fenêtre d'où il pouvait apercevoir les jardins. Cet élément nous est utile dans notre analyse visuelle et phénoménologique (voir chapitre 3).

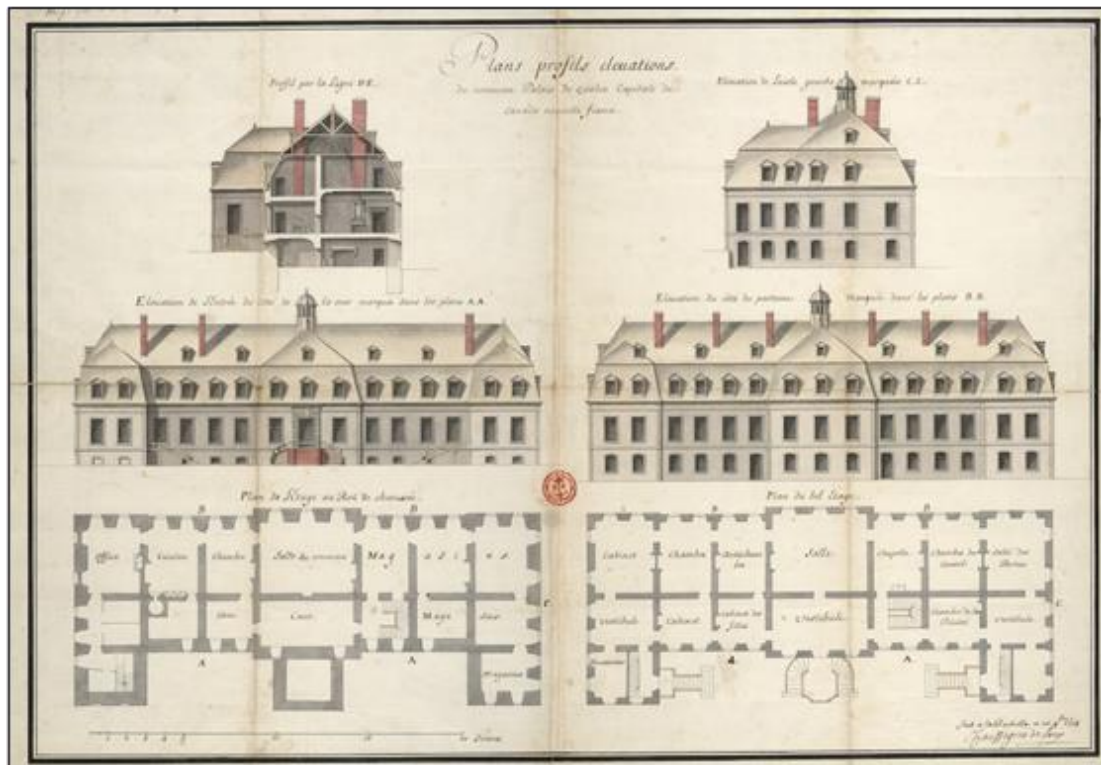


Figure 12. Source majeure utilisée pour la modélisation du second palais de l'Intendant. Plan et élévations du palais fait par Chaussegros de Léry en 1718

1.3.2.3 Documents manuscrits

La période étudiée se trouve en plein cœur du système colonial où l'Intendant devait entretenir des correspondances avec le vieux continent. Les traces de ces correspondances nous permettent d'avoir des archives manuscrites de cette époque directement en lien avec la construction du palais. Un récit de voyage daté de 1720 du Père Charlevoix fait également la description du second palais à cette époque (voir Annexe A).

Nous pouvons aussi profiter de deux mémoires de maîtrise de l'Université Laval qui font la synthèse et le tri de ces nombreux documents. Le premier consacre son attention sur la mise en valeur virtuelle du site (Nadeau, 2008) tandis que le deuxième se questionne sur la représentation symbolique du statut social tel que véhiculé par l'architecture (Mercier-Méthé, 2012).

Le mémoire de Robert Nadeau intitulé *Le second palais de l'intendant à Québec, mise en valeur virtuelle d'un lieu archéologique* est publié en 2008. Ce document expose toutes les sources documentaires et archéologiques sur le deuxième palais et propose un projet de mise en valeur virtuelle par modélisation 3D des données ; il propose aussi un site Internet pour la diffusion grand public. Nadeau utilise les techniques de photogrammétrie, de lasergrammétrie et d'intégration 3D des plans architecturaux ce qui l'amène à cette réflexion : « la communication des données scientifiques relatives aux vestiges archéologiques justifie l'utilisation des techniques numériques d'acquisition de données comme la photogrammétrie et les outils de mesure au laser pour assurer la précision de l'image et sa parfaite localisation. » (Nadeau, 2008 : 101). On comprend dans cette affirmation, mais aussi dans l'ensemble de son mémoire, que l'objectif est de faire une reconstitution au plus près de la réalité à des fins de diffusion et de mise en valeur du patrimoine. Nous verrons que notre projet de mémoire diffère des objectifs de Nadeau par l'application du concept d'archéologie numérique. Nous voulons réaliser une simulation transparente, avec un accès aux métadonnées et destinée principalement à la recherche scientifique.

Le mémoire de Mercier-Méthé intitulé *L'intendant de la Nouvelle-France et l'architecture : la convenance dans un contexte colonial* (2012) est quant à lui une analyse architecturale du deuxième palais de l'Intendant quant à son apparence extérieure, la répartition intérieure, la cour et les jardins ainsi que le décor ornemental intérieur. Elle traite par la suite des changements apportés lors des différentes intendances pour conclure avec une interprétation sur l'affirmation de la position hiérarchique dans la colonie au travers de l'architecture. La synthèse des données architecturales est exhaustive et contextualisée ce qui vient enrichir la reconstitution que nous souhaitons accomplir.

La liste exhaustive des sources historiques que nous avons utilisées dans ce travail se retrouve à l'Annexe A – Liste du corpus de données.

1.3.3 Sources archéologiques

Les vestiges découverts lors de fouilles archéologiques nous permettent de confirmer trois éléments importants. Le premier consiste à valider le géoréférencement des cartes anciennes par comparaison aux vestiges encore en place (Voûtes du Palais) et ceux retrouvés en fouille (figures 13 et 14). Le deuxième consiste à valider les hypothèses provenant de sources historiques concernant les matériaux utilisés, les dimensions, les formes, etc. Le troisième élément consiste à estimer la topographie de l'époque grâce aux élévations des couches interprétées comme des niveaux d'occupation du début du XVIII^e (voir Annexe A).

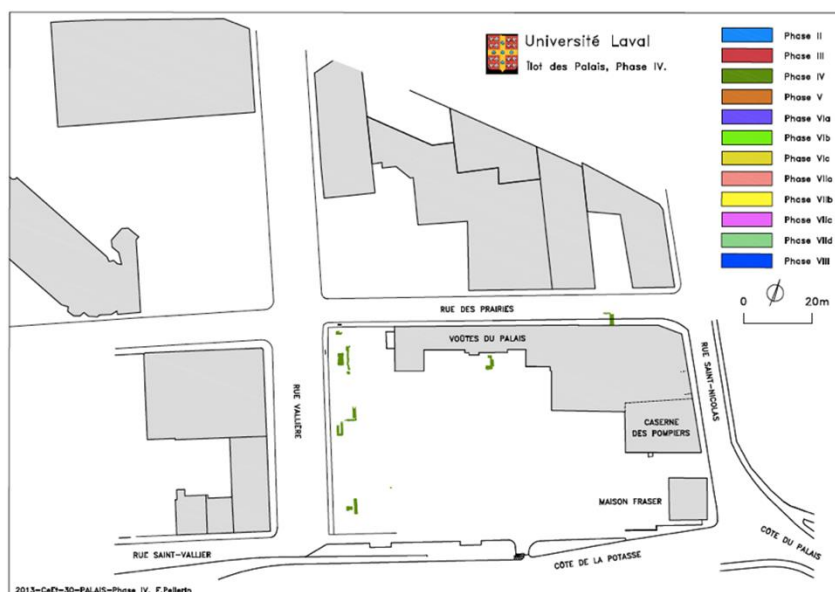


Figure 13. Carte géoréférencée des vestiges de la phase IV (1684-1713) par François Pellerin

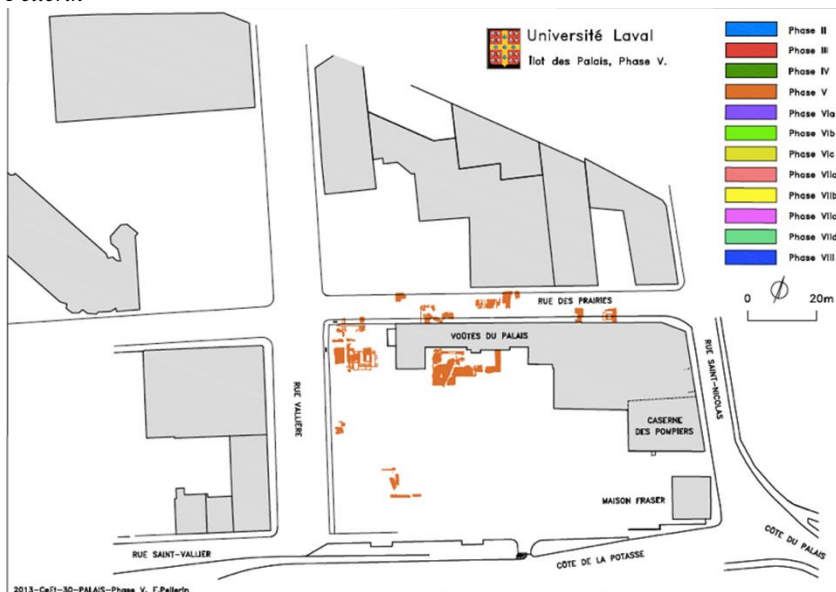


Figure 14. Carte géoréférencée des vestiges de la phase V (1715-1760) par François Pellerin

Peu d'artefacts nous ont été utiles pour l'analyse et la simulation de l'environnement 3D de 1719. D'une part, notre objectif est porté vers l'analyse du paysage extérieur aux bâtiments plutôt qu'à l'intérieur où devait se trouver la majorité des objets. D'autre part, la large fourchette chronologique attribuée à une grande partie des artefacts ne nous permet pas une association précise à l'année 1719. Il est possible de procéder à une telle démarche éditoriale, mais elle n'était pas nécessaire dans ce cas-ci. Ceci dit, nous avons tout de même intégré quatre petits objets particuliers, car leur remise en contexte a permis une tout autre analyse (conférence GMPCA, voir Annexe D). Il s'agit de quatre *oudjas* ou statuettes égyptiennes qui ont été déposées au pied de l'escalier monumental du deuxième palais (figure 15 et 16) (Treyvaud, Dupras et Auger, 2013).



Figure 15. Statuettes égyptiennes mises au jour sur le site de l'Îlot des Palais (CeEt-30) à Québec en 2009. De gauche à droite : divinités Nephtys, Horus, Anubis et le quatrième n'est pas identifié (Treyvaud, Dupras et Auger, 2013)



Figure 16. Emplacement approximatif des statuette déposées au pied de l'escalier monumental du palais de l'Intendant

1.3.3.1 Analyses archéologiques environnementales

Pour déterminer les choix de plantes et d'arbres, nous avons eu recours à deux analyses spécialisées. La première est une analyse archéobotanique effectuée sur des échantillons provenant de l'Îlot des Palais. En effet, Rousseau (2017) a étudié par l'entremise des insectes, l'impact des européens sur le paysage du site ce qui donne des informations sur la biogéographie du secteur. La deuxième est une analyse des macrorestes végétaux (archéobotanique) par Catherine Fortin (1989). Par ses échantillons, elle a reconnu les espèces qui devaient être présentes dans l'environnement entourant le palais (voir Annexe A).

Enfin, nous ne pouvons passer à côté du volume de Marcel Moussette intitulé *Le site du Palais de l'intendant à Québec. Genèse et structuration d'un lieu urbain*. Suite aux fouilles archéologiques de la ville de Québec de 1982 à 1990, il dresse un portrait du lieu dans son ensemble, depuis Jean Talon jusqu'à la brasserie Dow (Moussette, 1994). Plus récemment, Allison Bain, Réginald Auger et Camille Lapointe ont publié *Le site archéologique de Palais de l'intendant de Québec*, une synthèse des derniers 35 ans de recherche sur le site (Lapointe *et al.*, 2019).

Compte tenu de l'ampleur de la documentation disponible concernant l'ensemble de l'Îlot des Palais, une synthèse a aussi été financée en 2007. Jacynthe Bernard a donc complété la longue liste des sources disponibles dans *Publications et documents se rapportant au site du palais de l'Intendant*. Dans le cadre de ce mémoire, nous avons concentré nos efforts sur les éléments du bâti. Ainsi tous les plans, cartes, illustrations et relevés des vestiges ont été considérés dans ce corpus (Bernard, 2007 : 141 à 222).

La liste exhaustive des sources archéologiques que nous avons utilisées dans ce travail se retrouve à l'Annexe A – Liste du corpus de données.

1.3.4 Sources numériques

1.3.4.1 LiDAR

Le fichier LiDAR du secteur de l'Îlot des palais provient de la Géoboutique du gouvernement du Québec (voir Annexe A). Ce nuage de points représente un kilomètre carré de superficie et inclut les bâtiments, la végétation ainsi que les routes. Nous avons fait un premier traitement pour créer un maillage entre les points avec le logiciel libre de droit Cloud Compare. Nous avons ensuite enlevé les bâtiments et la végétation pour ne garder que la topographie. Puis, pour remplir les trous laissés par l'absence de bâtiments, nous avons généré une surface couvrant tout le modèle (pour consulter les étapes plus en détail, voir Annexe E). Par la suite, nous avons procédé à plusieurs manipulations du fichier afin de découper que le secteur d'intérêt. Nous simplifions enfin le maillage du terrain 3D avec le logiciel libre de droit Meshlab afin d'alléger le poids du fichier sans voir de réels impacts sur la qualité du rendu.

Ensuite, nous avons identifié sept altitudes qui ont été datées approximativement du XVIII^e siècle aux alentours du deuxième palais. L'ajustement du niveau de ces points dans notre fichier 3D crée une distorsion dans le maillage puisqu'ils sont en moyenne un mètre plus bas que le sol moderne en place. Ainsi, face aux informations en notre possession, nous avons effectué la finition dans le logiciel Mudbox (licence étudiante). Il s'agit d'un logiciel de sculpture numérique 3D qui nous permet d'adoucir les pentes provoquées par cette distorsion et ainsi concrétiser une hypothèse plus réaliste de la topographie de l'époque. De plus, ce logiciel nous a permis d'enlever les routes présentes dans la falaise. À la suite de ces modifications, nous avons importé le terrain obtenu dans le logiciel 3DS Max (licence étudiante) pour le réajuster à l'échelle réelle. Encore une fois, nous avons procédé à une simplification du maillage puisque le traitement dans Mudbox l'avait énormément alourdi. Cette fois-ci nous avons utilisé le traitement ProOptimise dans 3DS Max pour cette procédure.

1.3.4.2 Cartes géoréférencées

Les cartes et plans mentionnés dans les sources historiques et archéologiques ont subi un traitement numérique afin d'être transformés en objet 3D et utilisés à l'intérieur de l'environnement numérique. Nous avons débuté avec les plans des rapports archéologiques qui représentent le contour actuel du palais et trois points géodésiques fiables (figure 13 et 14). Grâce à ces cartes de référence, nous avons identifié des points d'ancrage pour géoréférencer chacune des cartes historiques. Dès cette première approche, nous avons remarqué qu'une erreur s'était glissée dans l'emplacement de l'opération 33 effectuée en 2000. Elle a donc été écartée de l'analyse. Ainsi, un total de douze documents ont été placés à l'aide du logiciel QGIS. Ces documents sont ensuite superposés très précisément dans 3DS Max sur le fichier 3D du terrain produit avec le fichier LiDAR.

1.3.4.3 Photogrammétrie

Pour intégrer les vestiges *in situ* du second palais dans l'environnement numérique et fournir un comparatif moderne au palais de 1719, nous avons fait la photogrammétrie de l'îlot des palais (mars 2018). Un total de quatre séances de photographies a été nécessaire puisqu'il s'agissait de notre premier projet de photogrammétrie. À la quatrième séance, nous sommes allés sur l'heure du midi pour éviter les zones d'ombre. Nous avons optimisé l'appareil à son plus bas ISO, à f11 et en ajustant la vitesse d'obturation pour une luminosité appropriée. Nous avons utilisé un appareil Canon EOS REBEL T4i EOS 650D de 18 mégapixels avec lentille de 20 mm. Nous avons pris 641 photographies en faisant un cercle imaginaire autour du bâtiment, puis un demi-cercle plus près de la façade nord (entrée principale). Nous avons eu à prendre plusieurs photos à un même endroit lorsque l'espace était plus restreint (façade sud), sinon nous avons pris une photo à chaque pas latéral.

La qualité des photographies est excellente, mais ce qui les rend également très lourdes. Elles font en moyenne 5,5 Mo chacune pour un total de 4,53 Go. La connaissance du lieu et l'expérience a permis de terminer l'acquisition en 45 minutes. Le traitement a été réalisé avec le logiciel Context Capture (licence universitaire)

avec un ordinateur de 64 Go de RAM. Le résultat final du traitement de photogrammétrie a été nettoyé puis intégré à l'environnement virtuel développé sur le logiciel Unity (figure 17).



Figure 17. Résultat final de la photogrammétrie du bâtiment actuel des Voûtes du Palais (Ilot des Palais) dans l'environnement virtuel (logiciel Unity)

1.3.4.4 Modélisation Ville de Québec

Par une entente particulière négociée avec la ville de Québec, nous avons eu accès dans le cadre de ce mémoire à l'utilisation de la modélisation 3D de l'entièreté de la ville. La transposition de la ville moderne dans l'environnement numérique permet une comparaison directe du paysage à analyser. De plus, il permet d'expérimenter une perspective à grande échelle et la sensation de pouvoir observer cela à l'échelle 1 : 1.

1.3.4.5 Tomodensitométrie

Les quatre *oudjas* ou statuettes égyptiennes mentionnées précédemment ont été retrouvées lors des fouilles archéologiques de 2009. Ces statuettes ont fait l'objet de plusieurs analyses dont celle de tomodensitométrie, afin de dévoiler l'intérieur de celles-ci. À la surprise de tous, une petite inclusion de plomb a été retrouvée dans une d'entre-elles (figure 18) et la présence de plomb dans cet objet a été interprétée comme une technique de fabrication spécialement conçue pour imiter le poids des pierres semi-précieuses avec lesquelles elles étaient auparavant fabriquées (Treyvaud, Dupras et Auger, 2013). À la suite de la manipulation de ces données CT Scan, nous avons extrapolé un contour extérieur et intérieur des statuettes puis nous les avons intégrés à l'environnement virtuel exactement à l'endroit où elles ont été découvertes (figure 19).

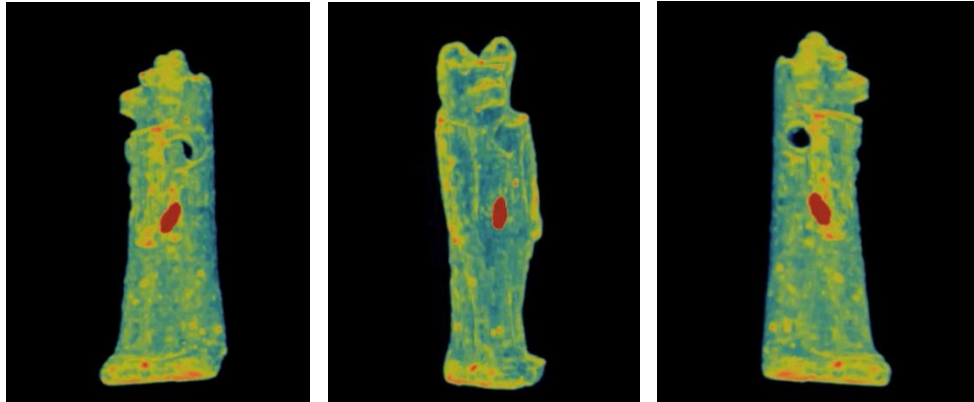


Figure 18. Résultat du CT Scan avec inclusion de plomb (en rouge) visible à l'intérieur de la statuette égyptienne de la divinité Anubis (Treyvaud, Dupras et Auger, 2013)



Figure 19. Modèle 3D (mesh) réalisé à partir des données CT Scan puis incorporé à l'environnement virtuel développé dans le cadre du projet de mémoire sur le logiciel Unity

Il est possible d'observer l'inclusion de plomb de quelques millimètres et de faire tourner les statuettes. Cet ajout permet d'expérimenter la perspective à petite échelle et d'observer des éléments qui ne seraient normalement pas visibles à l'œil nu. La liste exhaustive des sources numériques se retrouve à l'Annexe A – Liste du corpus de données.

Chapitre 2 - Méthodologie

MAKING VIRTUAL ARCHEOLOGY GREAT AGAIN (WITHOUT SCIENTIFIC COMPROMISE)

M.-A. Paradis ¹, T. Nicolas ², R. Gaugne ³, J. -B. Barreau ⁴, R. Auger ¹, V. Gouranton ³

1 Département of historical sciences, Univ Laval, Québec, Canada

2 Inrap, UMR Trajectoires, Rennes, France

3 Univ Rennes, Inria, CNRS, IRISA, France

4 Univ Rennes, CNRS, CReAAH, France

5 Univ Rennes, INSA Rennes, Inria, CNRS, IRISA, France

2.1 Résumé

À la suite de l'établissement du cadre de recherche et des sources disponibles, ce chapitre traite de la méthodologie empruntée pour créer l'environnement numérique du second palais de l'Intendant de 1719. Nous abordons tout d'abord les quatre piliers de la méthodologie de l'archéologie numérique qui sont l'acquisition des informations brutes et leur traitement, l'intégration en réalité virtuelle et enfin l'analyse en contexte numérique et la diffusion des résultats. Cette méthodologie se veut inclusive puisqu'elle s'adapte aux changements des technologies d'acquisition, de traitement ou de plateforme d'utilisation. Le cas d'étude du second palais de l'Intendant permet de mettre à l'épreuve la structure d'archéologie numérique proposée. Nous exposons donc une mise en contexte historique du site afin de mieux comprendre les enjeux de ce site urbain bien connu des archéologues du Québec. Nous entrons par la suite dans la description des étapes de transformation des informations 2D en données 3D et des étapes d'intégration dans un logiciel de réalité virtuelle. À la suite des résultats techniques de la démarche s'ensuit une discussion sur l'expérience et des propositions de bonnes pratiques qui pourraient être mises en place lors de prochains projets. Enfin, une liste d'outils disponibles grâce à la réalité virtuelle est identifiée afin de conscientiser les archéologues aux possibilités et limites de cette technologie.

2.2 Abstract

Following the research framework and available sources, this chapter describes the methodology used to create the digital environment of the 1719 second palace of the Intendant. We first address the four pillars of the digital archeology methodology; the acquisition of raw information and its processing, integration into virtual reality and finally analysis in a digital context and the dissemination of results. This methodology is intended to be inclusive since it adapts to changes in acquisition, processing or user platform technologies. The case study of the Intendant's second palace allows us to test the proposed methodology structure. We then share a historical context of the site in order to better understand the challenges of this urban site well known to Quebec archaeologists. We then enter into the description of the steps towards transforming 2D information into 3D data and the steps for the integration into virtual reality software. In addition to mentioning the technical results of the approach, the authors relate their experience by proposing good practices that could be implemented during future projects. Finally, the authors identify a list of tools available through virtual reality in order to educate archaeologists on the possibilities and limits of this technology.

I. Introduction

Any new technology gives us new ways to approach archaeological excavations, research, interpretation and communication. But what is it about virtual reality that makes it a game changer? Virtual reality (VR) gives us the opportunity to test multiple hypotheses, combine different types of data, project a fourth dimension (and one that is at the core of the archaeologist interest), and create a landscape closer to the past topography and natural environment. Additionally, through VR, we witness a democratization of the data gathered.

Analysis is not the only aspect to benefit from 3D and 4D information about our 3D and 4D world; the accessibility of the final product allows a vast range of feedback from colleagues—in archaeology, history, art, anthropology, etc.—the local communities and the general public. This feedback and the never-ending additions to the virtual environment are also important aspects, giving flexibility unattainable by means of the usual paper report or book—or even a 3D representation. Virtual reality as part of the four components of digital archaeology research, combined with the multiple recommendations on scientific rigour on virtual heritage, generate a complete puzzle that encompasses every challenge of archaeology. From the challenges of the excavation process to popularization of the data for the public, this process gives a complete framework in which to better accomplish archaeological objectives.

Here we propose a four-part methodology that embraces new acquisition and processing technology; teamwork; 3D visualization, simulations and interactions, as many have developed over the years (Knabb, Schulze, Kuester, DeFanti and Levy, 2014); some core principles of public archaeology; and a phenomenology angle. Our goal is to take advantage of the technological changes that are rapidly taking over the field of archaeological, by not only learning how each tool works, but also changing our mindset to facilitate an entirely different interpretation paradigm. The intention behind the development of this methodology is not to give a detailed list of software and tutorials to follow (both of which would soon become obsolete). Instead, it is to provide a general workflow with which to experiment in academic or private collaborative research in archaeology and computer science. We believe that the “digital archaeologist” will soon invade the private sector, proving an opportunity to push the boundaries of both the investigation and its public dissemination. We argue that we, as archaeologists and computer scientists, ought to open the discussion about a new structure of archaeological research that will ultimately require governmental support and vision in order to be fully implemented. Needless to say, our institutions are all in need of a little update on the management of digital data that has already been produced and that will be produced in the future, and we will need to be able to transfer older 2D data into the digital arena. This paper on VR as a vital component of the digital archaeology methodology is intended to contribute to this vision. First, we give an overview of the structure we propose: 1) Data acquisition and processing: Enhance the current standard in information acquisition on-site through new technologies. 2) Analysis: Conduct analysis with

the sole purpose of contributing to scientific research and the advancement of knowledge in its pure form. 3) Virtual reality: Enhance 3D visualization with interaction and immersion. 4) Dissemination: Use the 3D environment to communicate to different types of publics for dissemination, feedback, and “marketing”, in order to help make archaeology appealing. Then, we present the case study that helped us construct and experiment with the methodology. The results expose the technical advantages of the VR platform for archaeology (efficiency, variety of data in the same environment, scale visualization, night and day lighting visibility, handling without damage, etc.) as well as the new archaeological interpretations and questioning that were made possible. Finally, we provide more detail about the virtual reality domain and its various available applications for archaeology, being the key component of our proposition.

II. Four components

Each of those components contains a series of techniques necessary to execute the conceptual approach termed the methodology of digital archaeology. The basis of this proposition is the composition of a work team that includes one or more archaeologists, one graphic designer, a virtual reality specialist programmer and a computer engineer supervisor. Other specialists could take part in the acquisition phase (such as a land surveyor and a historian), virtual reality programming (such as an expert on smells equipment and programming in VR), and dissemination (such as a museum conservator), depending on the task at hand.

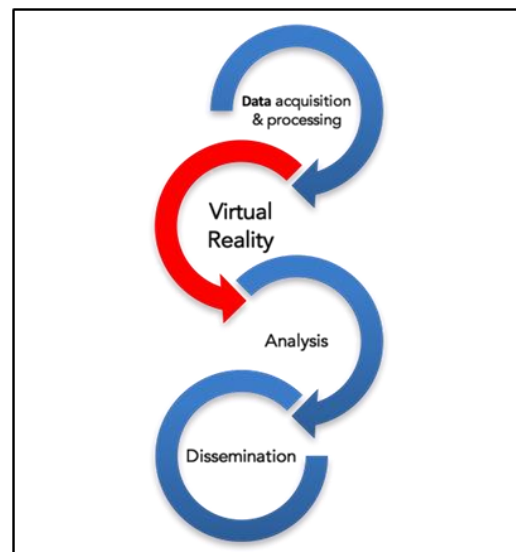


Figure 20. Four components of digital archaeology methodology

1) *Data Acquisition and Processing*

This first step into the process can be divided into two main concepts: the digital acquisition of existing elements and the 3D modelling of hypotheses. In these categories, there is also a subdivision: metadata kept explaining the content of the environment later on and simplified data intended to be shared with the development team. Keeping a focus on the goal of the study helps better prioritise the time and efforts that are given for each element. The archaeologist establishes shared online file storage where the 3D file will be available for the team. The archaeologist can then start the acquisition of existing elements, which are easily understandable for everyone, in 3D format: *In situ* features, vestiges found during archaeological digs, and artifacts found during archaeological digs (e.g., Méreuze, Jarhaus, Dawson, Friesen, 2017). The role of the archaeologist is to gather those 3D format documents and keep detailed track of their provenience for the metadata, which is placed in parallel file storage. The acquisition necessary for the 3D modelling starts with some conversion into 3D format,

such as modifying a Light Detection and Ranging (LIDAR) cloud to elevations found in archaeological reports or finds photos, or of drawings or 3D models of artifacts that only have detailed written information (morphology, size, colour, and material). We could characterise the data acquisition and processing as an ongoing process, which involves not only verifying the quality of the acquired data, but also validating the scientific accuracy and reliability of these data.

2) *Analysis*

The analytical process can be divided into two parts: technical analysis and phenomenological analysis. These two parts have yet to be fully experimented on in archaeology. As Maurizio Forte exposed in the paradigm shift he proposed between virtual archaeology and cyberarchaeology almost ten years ago:

Cyber Archaeology can represent today a research path of simulation and communication, whose ecological-cybernetic relations organism-environment and informative-communicative feedback constitute the core. [...] Virtual Archaeology was mainly visual, static, graphic and oriented to photorealism, Cyber-archaeology is not necessarily visual, but dynamic, interactive, complex, autopoietic and not necessarily oriented to photorealism (Forte, 2010, p.10).

In other words, the goal is not the digitization of reality but, rather, obtaining a tool to further our understanding and conception of past reality through efficient realism. In this respect, a lot has been done already in virtual archaeology and the visualization of heritage. The proposition for digital archaeology is to explore not only the affordances proposed by cyberarchaeology, but also the visual comparisons between timelines and between different people of different horizons, and the new type of phenomenology available with this platform (see, for example, Falconer, 2018). With those technical and archaeological results, it is necessary to go back to the original data to confront the analysis with its source and achieve a critical view of the process (Illustration 1).

3) *Virtual Reality*

The scientific domain of virtual reality continues to expand its limits. There are tools already available for archaeologists, but the potential for advancement is extensive. Virtual reality uses an interaction interface, such as a headset covering your entire vision, or an immersion room where you have to wear sensors and adapted glasses to see in 3D—to immerse the user inside a virtual world. Inside this virtual world, which can be an archaeological site or a presentation of archaeological objects, the user(s) can interact with this environment in real time (Arnaldi, Guitton, and Moreau, 2018). The archaeologist is able to incorporate most of the data acquired in the first step and add some simple programming to interact with those objects. However, teamwork is essential at this point to develop the analytical environment needed by the archaeologist. We will discuss this procedure in the following pages.

4) *Dissemination*

The digital document can be an archaeological environment or a cooperative scientific tool, but it can also be adapted for various publics. This possibility brings up the interesting concept of public archaeology. In this disciplinary practice and theoretical position, many consider that it is the duty of archaeologists to reach out to the public and make their work available and comprehensive (Richardson and Almansa-Sánchez, 2015). We suggest that the methodology of digital archaeology requires an interactive approach, whereby any public can be a passive receiver of knowledge but also an active participant able to generate new feedback from an angle that eluded the researcher (Richardson and Almansa-Sánchez, 2015; Holtorf, 2007).

III. Case Study

There are two main reasons for choosing to elaborate Quebec City intendant's palace as a case study. The first one is the interesting problematic of the archaeological site itself. Surrounded by modern buildings and isolated from the main tourist area of the city, this important historical heritage is not well known by the local community or tourists (Nadeau, 2008). Ironically, this lack of popularity is not due to the lack of attention from researchers. The intendant's palace has been the focus of a Université Laval archaeology program for 26 years. Research conducted by government or academics has included detailed, precise and systematic excavation campaigns as well as more than ten specialised studies, from environmental studies to material culture analysis (Bain, Auger and Monette, 2017). More recently, an interpretation centre has opened within the walls of the original vaults of the palace to explain the discoveries and the function of the site. Even after these efforts, the general public has difficulties in grasping the importance of this building and its inhabitants. Thus, there is a need to better understand the past landscape and to share that knowledge.

The second reason is to validate the methodology by applying the principles on a well-studied site. Despite the fact that numerous different researchers have worked on the site, it is possible to superimpose the maps and the archaeological data with almost perfect accuracy which makes it a reliable source, and despite the fact that the research done all those years was mainly in 2D or at least in a 2D mindset. By experimenting with this well-known site, we have the possibility not only to access a lot of reliable documentation, from a variety of sources, but also to see if we can offer a new perspective.

1) *Historical Context*

The intendant's palace was located at the heart of what was then the French colony of New France, corresponding to the modern-day city of Quebec, in eastern Canada. The intendant's role was to oversee the colony's civil administration especially settlement, economic development and administration of justice which

made the intendant's position the second-most influential position in the colony after that of the governor (Ouellet, 2018; Auger, 2010). This archaeological site lies in the core of Quebec City's French heritage, with its four centuries of occupation. The site has undergone several phases of occupation during those centuries. The first one started in 1650, with the construction of a shipyard. In 1668, at the beginning of the French colony, intendant Jean Talon built a brewery; later he added a potash plant. The brewery was later transformed into the first palace for the intendant, which, unfortunately, burnt down in 1713. A second palace was erected a few years later in front of the ruins that were to become the magasin du roy. The second palace was the intendant's residence and the administrative centre for the colony. It caught fire in 1725, resulting in a second reconstruction. During the battle between France and Britain in 1760, the French lost to the British, who spared the palace. In 1775, it became a refuge for the American troops that besieged the city, prompting the British troops to bomb the palace to get rid of the enemy. The vaults of the second palace have survived to this day, even after the abandonment of the site until 1853, when Boswell bought and transformed the remains into a brewery once again, starting the industrial period of the site, which lasted until well into the 1960s (Bain, Auger and Monette, 2017; Moussette, 1994).

2) Research Goal

We chose to concentrate our experiment on a very specific time frame, when the work on the second palace was officially over, in 1719 (Mercier-Méthé, 2012). This period was chosen because of the amount of information available and its historic significance. For the phenomenology analysis, we emphasised the architecture, the spatial organization of the site and the topography. Linked to that interpretation framework, we also conducted a viewshed analysis of three different points of view.

3) Data Acquisition and Processing

The sources gathered included two historical maps, from 1716 and 1717, and two architectural plans for the palace, from 1715 and 1718. We have more than ten archaeological reports from excavations that covered that period and hundreds of related photographs. Iconography references from later periods were also used to get a different perspective or to validate the reconstruction hypothesis. For the natural environment, we used two specialised analyses, one on insects, used as a proxy to reconstruct the trees and plants of the surroundings, and the other on plant macroremains directly. We started our reconstruction from the ground up, commencing with the soil information and geographical positioning. The Lidar file of the region provides a good basis, which we modified to the topography of the decade we are interested in. We then georeferenced the maps of the findings of the archaeological digs and the historical maps. The historical maps, drawings, and texts then formed the basis for the 3D representation, created in collaboration with the graphic designer. Since the palace and its architecture are one of the main focal points, this representation is the object that required the most time to

model. A list of priorities, aligned with the final analysis projected, dictates the level of detail required for each element.

4) *Virtual Reality Integration*

Next, we added the elements directly into the Unity rendering engine and chose the materials/textures for each of them. Aiming for an efficient yet realistic context, the computer researchers integrated a skymap to allow a change from day to night and back again. For navigation, the “ghost” mode (which allow you to move through all solid geometry) was preferred, as it gives more possibilities of movement for the user to go in any direction without gravity. A main menu was created to explain the project and the controls and to allow the user to choose between an Edition mode (tr. edit mode) and a visualization mode of the initial hypothesis (figure 21).



Figure 21. Test of the 3D model of the intendant's palace in an immersive room

In the Edition mode, users can immerse themselves in the 1719 landscape but also have access to all the data that were used to build the environment. They can click on each object, which opens a metadata canvas with information on the sources, the certainty level and the proposal for future advances on that particular object. Additionally, one button on the controller is programmed to open a secondary menu, which gives access to the photogrammetry of the modern building built on the foundations of the intendant's palace, the 3D model of the modern city of Quebec and to selected archaeological excavations.

5) Results

In the immersive environment that we created, the archaeologist was able to integrate archaeological excavations, surveys, historical maps and architectural plans related to the period of study (figure 22).



Figure 22. Archaeological excavation survey of 2009, which located the foundations of the staircase, inside the 3D virtual environment

We also integrated the 3D model of the modern city of Quebec, giving another scale of comparison for the site and a way to visualise the urban landscape of the area directly inside the model. Following the same logic, the photogrammetry of the modern building that overlies the remains of the intendant's palace is available through the secondary menu. Photogrammetry of the excavation, realised in 2009, is also available to investigate the remains of the monumental staircase of the entrance to the palace.

The results of this gathering of information were mainly positive for the archaeologist, facilitating communication and comprehension, as well as saving time. This last element might seem debatable considering the amount of time necessary to gather the information. Nonetheless, we found efficiency with this methodology by gathering of a variety of types of data in the same virtual space. Time was gained not just for analysis, but also for future researchers, who will have at their fingertips information that is normally scattered across faculties, government bodies, websites, libraries, archives, archaeological sites, etc. Another foreseeable, but nonetheless interesting results is the possibility of handling objects without alterations and visualization of those objects or landscape from every angle and at different scales. For example, we were able to see the inclusion of a few millimetres of lead inside an Egyptian amulet discovered by CT scan analysis, as well as a model of the entire City of Quebec

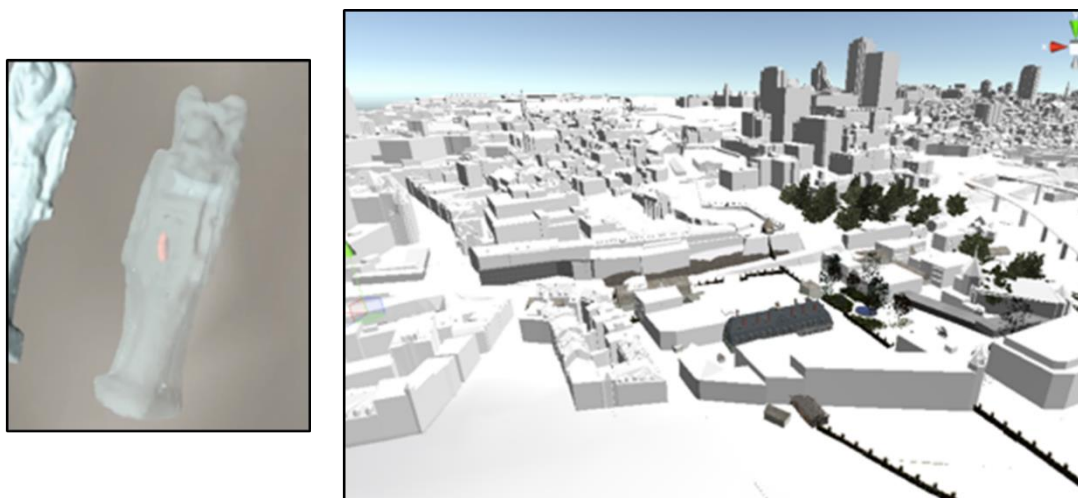


Figure 23. Egyptian amulets discovered at the intendant's palace archaeological site, showing a lead inclusion revealed by CT scan analysis (left). 3D model of the modern city of Quebec (right).

(Figure 23).

Moving deeper into the archaeological input, the interpretation is able to evolve with access to the new perspective of this platform. For example, we found a distinct change in the size of the monumental staircase from the original blueprint of the architect compared with the archaeological remains that was not mentioned in the archaeological report. We can now speculate that the intention was to convey even more prestige than previously thought.

The phenomenological analysis also resulted in new interpretations for the surrounding buildings, mostly because of their impressive 3D volume we were able to perceive in the immersive room. It seems that the 2D blueprints were not doing justice to some infrastructure that now seems to be more significant to the functioning of the palace. Spatial organization of the area was also a main focus of interest in this analysis. Even if more

questions than answers surfaced with this inquiry, engaging new aspects of the way people were occupying the area have emerged. The absence of a port at this important river crossroads leads to the hypothesis of smaller boats being used and hence more modest resource acquisition as dictated by that means of transportation, for example. To conclude the results of our phenomenological analysis, a final aspect was experimented: the perception at night. With the hypothesis that only two candles were lit outside of the palace during the night, the light level at night would have been very poor even on a full moon. This perception, impossible to recreate in our modern urban context, is available for our research inside the virtual environment. Darkness combined with the presence the nearby forest and wind gives us a sense of fear or stress. With those elements in mind, we can try to understand the need of the people at that time to build a protection around the property, at least against wild animals.

This concludes the review of the technical advantage to archaeology and a few of the archaeological interpretations that this virtual environment provided.

IV. Virtual Reality

Virtual reality is a scientific domain in its own right, and it is not as recent as one might think. The concept can be traced back to the 1960s, with a paper by Ivan Sutherland describing VR as a “window through which a user perceives the virtual world as if looked, felt, sounded real and in which the user could act realistically” (Sutherland, 1965). The first 3D immersive simulators were separately created by Sutherland and by Morton Heilig, in 1962 (Cipresso, Giglioli, Raya and Riva, 2018). Heilig (1962) made a motorcycle simulation including sounds, smells, haptic and wind to immerse the user completely. For archaeology, a pioneer of the virtual archaeology concept was Paul Reilly, in 1991, with his simulation of an archaeological excavation. Another was a case study about the tomb of Queen Nefertari presented for an exhibition in Rome in 1994 (Karlsson, 2013). The tomb was reconstructed for viewers to be able to virtually visit the ancient site. More recently, in 2007, the Etruscan project developed a 3D model where the user could interact with avatars of inhabitants of the tomb, listen to narrative content and navigate by means of body movements (Pietroni, Pletinckx, Hupperetz and Rufa, 2013). In an even bigger vision and structure, the Conservatoire Numérique du Patrimoine Archéologique de l’Ouest (CNPAO) organization with the Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires (IRISA) in France conducts research on digital heritage from production to analysis, using a multidisciplinary team (Barreau, 2017).

Here, following Arnaldi and colleagues, we propose to consider virtual reality as a “Scientific domain that uses computer science and interaction interfaces in order to simulate, in a virtual world, the behaviour of 3D entities that are interacting in real time with themselves and with one or more users. The user’s sensory-motor channels

are engaged in a pseudo-natural immersion” (Arnaldi, Guitton, and Moreau, 2018). This encompasses a vast domain of research, which we not only have to synthesise for the purpose of this methodology presentation, but also have to adapt to the general needs and resources of archaeologists. We present a selection of possibilities of use that we consider interesting for research in archaeology. We also want to warn the reader that even though we try to keep the subject as timeless as possible, it still represents the situation of 2019, and things could easily change in this rapidly developing field.

1) *Teamwork*

Virtual reality involves a multitude of tools, possible interactions, and functionalities that require the help of computer specialists if they are to be fully integrated. This collaboration is critical for the benefit of the time/efficiency ratio needed to carry out this digital archaeology project. As Schofield (2018 : 11) wrote:

“Possibly, as VR gains in popularity, software solutions will emerge that enable museums and Cultural Heritage organizations to develop their own content more easily. However, the high production values necessary for historically accurate work suggests that skilled specialists will continue to be a necessary part of successfully realizing this type of production for the foreseeable future.”

The archaeologist’s role in this context is to define, as precisely as possible, the objective of their research and the effects desired from the tools that they want to implement. Communication is key at this point. For example, when asking for a house to be transparent, the archaeologist does not necessarily need transparency, but, rather, a visual indicator to represent that the presence of this house is a weak hypothesis. So instead of forcing the computer researchers to implement transparency, a conversation can be opened about different possibilities available within the optimal time frame. Sometimes the first proposition will still be exactly what is needed, but sometimes the proposition can also change completely depending on the priorities. Archaeologists have to keep in mind that there are endless possibilities to virtual reality, but some are needlessly time consuming for achieving the desired results.

Furthermore, we recommend that the archaeologist produce a list of priorities and update it regularly. This list becomes a very useful tool for the other members of the team to keep track of the general workflow and the next steps, notably after being hyper-focused on one variable at a time. Additionally, there is further efficiency to be found in a parallel workflow, where one person can work on coding while another can work inside the scene (e.g., by using Unity software). With this method, the project can generate results faster, not only by doubling the raw productivity, but also by doubling the problem-solving performance.

2) Scientific Rigour

An important aspect intrinsic to the development of 3D environment is the scientific rigour recommended by the international community working on digital heritage. The two main documents giving the primary guidelines for 3D visualization of heritage are the London Charter (Denard, 2009) and the Seville Principles (International Forum of Virtual Archaeology, 2011). There are also the more than 30 documents produced since 1931 by ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) and UNESCO that analyse the subject, including the physical heritage (see overview by Statham, 2019). The main concern is a misinterpretation of the information that might be conveyed to the public due to the visual realism, which might be mistaken for the historical truth (Statham, 2019). The digital archaeology methodology that we propose addresses those concerns and follows the recommendations to ensure scientific accuracy and transparency. We discuss the main five essential components, together with the concrete solution implemented in the Quebec intendant's palace case study, following the recommendations of Statham (2019):

- 1) Transparency: The final product needs to explicitly state the type of reconstruction and the level of certainty.

Solution: In the main menu, the clear choice of visualization of a 3D reconstruction or Edition mode is given. Inside the Edition mode, it is possible to add or hide the photogrammetry of the modern palace, the 3D schematic representation of the entire modern city around the palace, and the reconstruction of the palace based on historical evidence.

For each element, a canvas with metadata can be selected that includes a table rating the level of certainty (figure 24) (notation from 0 to 5, maximum of 1 point per criteria):

	Dimensions	Morphologie	Localisation spatiale	Apparence visuelle = texture/ matériau	Temporalité
Intervalle 1 (0 à 0,1)	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée
Intervalle 2 (0,2 à 0,4)	Déduction	Comparaison Déduction	Déduction	Sources textuelles, orales	Déduction Siècle
Intervalle 3 (0,5 à 0,7)	Données approximatives	Sources textuelles, orales	Données approximatives	Dessins	Année
Intervalle 4 (0,8 à 1)	Données métriques précises Objet réel	Iconographies Objet réel	Données spatiales précises Objet <i>in situ</i>	Photographies Objet réel	(Jour/ mois/ année)

Figure 24. Criteria used in our intendant's palace case study, reproduced from Fabre-Brun (2015).

The Edition mode also represents in wireframe, as a quick visual indicator, those aspects with the lowest level of certainty (0 to 2).

- 2) Authenticity: The representations must respect the historical context by adding as many details as possible.

Solution: The name of the subject and the year this research was conducted are given in the main menu, as well as a description of the goals, duration, and scope of the project. Research on the historical accuracy of the vegetation led to the incorporation of specific kinds of trees and soil, as well as a document listing the plant species that were recovered, which could be added in further work on the project.

- 3) Alternative hypotheses: Multiple hypotheses must be tested and visualised.

Solution: A first hypothesis is presented in the 3D reconstruction choice on the main menu. Inside the Edition menu, different hypotheses have been tested and visualised. Each canvas includes the metadata of each object, a short description, sources used, and an indication whether the representation is finished or not. This basis opens the possibility for multiple hypothesis representations that are later available as their own scene in the main menu.

- 4) Multiple historical periods: Multiple historical periods must be depicted.

Solution: The modern period can be selected in the Edition mode. Other periods can easily join the first phase of the intendant's palace project.

- 5) Community engagement: Education and promotion of public awareness must be incorporated in the project goal.

Solution: The archaeological museum specialised in the intendant's palace is part of the project, and to have a better understanding of the historical landscape of the archaeological site has been the main goal since the beginning. A project is ongoing to integrate the virtual environment into the exhibition.

3) *Database and Metadata*

As mentioned in the acquisition presentation, the project inherited a team database with all the information needed to complete the virtual reality platform. The archaeologist also keeps a parallel file storage (external hard drive) for all the metadata that is to be integrated.

3.1 Distributed Version Control System

In a VR project, another teamwork tool is necessary: the distributed version control system (such as Git or Mercurial). This system allows every version made during the entire process to be archived inside a repository on a computer server. This tool is not only interesting for keeping track of the progress, but it also plays the role of a safety net by generating copies of everything on every collaborator's computer and by allowing users to go back to a previous state if anything goes wrong. We suggest that archaeologists use a graphical user interface (GUI) to help them understand and adopt this technique. A lot of different possibilities are available, such as TortoiseGit, GitKraken, Tower; the GUI used in the intendant's palace project was SourceTree.

3.2 File Hierarchy

From the start, the file structure within the software needs to be organised as efficiently as possible, and this organization has to be maintained throughout the process. The principal categories are by type of file: Meshes/Objects, Materials, Textures, Shaders, Scenes, Scripts, Prefabs, and Tools. We suggest having a similar structure inside a Unity scene and to identify every element with a code that will be easy to identify or search. For example, every object inside the intendant's palace project has a related canvas with all the metadata. We kept the name "canvas" and then added the name of the object, e.g., "canvas_shed". If we want to modify them all, the search is then simplified, especially if they are "hidden" in different subcategories. Another possible structure would be to separate the same 3D elements together: canvas, ground, water, walls, roofs, etc., instead of separating them by their historical entities (i.e., palace and all its component in a subcategory instead of each of its walls, doors, windows, etc. in its own subcategory).

3.3. Beta Testing

Even with the first iteration of the 3D environment, the archaeologist can perform some simple testing using open-source software (e.g., Unity) and a virtual reality headset or immersive room. Those tests are completed all along the infographic and programming process to evaluate the quality of the model, the rapidity of processing and the further adjustments that are required. This is the usual process for virtual reality experts. It also ensures that there is no major problem that might compromise further changes.

4) *Immersion and Interaction*

To better understand the concept of immersion and interaction, we present concrete applications that can be implemented in the platform. We see an interesting link between the interaction concept and the technical analysis that would later be conducted, as well as the immersion concept that would be closer to the

phenomenology analysis. Here are some compelling interaction functionalities that are useful in a technical inquiry, together with examples from the literature:

- Measuring objects: Measurement tools can be programmed or can rely on tools already available (Vrui VR toolkit) for acquiring object geometry (Forte and Kurillo, 2010);
- Drawing coloured annotation on objects and notes: Annotation can highlight interesting features and comments (Vrui VR Toolkit, as seen in Forte and Kurillo, 2010);
- Flashlight function: Restrict the light to the controller to highlight only where the user is pointing (The Cairn of Carn project, as seen in Barreau, Gagne, Bernard, Le Cloirec and Gouranton 2014);
- Manipulation of virtual objects or real objects in the virtual world (Fanini, Pagano and Ferdani, 2018);
- Interaction with avatars that are historical figures, ethnographic figures or fictive in the environment (Flaminia project in Dell'Unto, Di Iorio, Galeazzi, Moro, Pietroni, Vassallo and Vico, 2007);
- User avatar: to interact with the 3D environment and other avatars (Çatalhöyük project, in Morgan, 2009).
- Simulations: lighting hypothesis on intensity, disposition, type of oil used, etc. (Bawaya, 2010).

Multiple senses are triggered inside a virtual environment, which can enhance the understanding of the archaeological subject at hand. Visual perception alone is able not only to see one or multiple environments, but also to access the metadata and the sources, as well as different hypotheses and chronological shifts (see example in Gagne, 2018). But sounds can also play an important part, especially in a phenomenology analysis, where you want as much embodiment of the user inside this reality as possible (Serafin, 2004; Nordahl and Turchet, 2010). In this mindset, the smells, as well as the sensation of wind, rain or different temperatures are all fascinating possibilities to immerse the user even more in this parallel reality (Nakamoto, Otaguro, Kinoshita, Nagahama Ohinishi and Ishida, 2008; Schofield, Beale G., Beale, N., Fell, Hadley, Hook, Murphy, Richards and Thresh, 2018). A lot of scientific studies have been conducted on the concept of presence in virtual reality, which refers to the perception the user has of being inside an immersive virtual environment. That essential study assures us that archaeology can have both limitations and possibilities in regards to perception of different stimuli (Duval, Nguyen, Fleury, Chauffaut, Dumont and Gouranton, 2014).

The immersion variable of virtual reality also opens up various questions on knowledge of the past. Archaeological digital phenomenology analysis definitely benefits from those applications:

- Infinite simulations are possible of the mechanical function of artifacts, lighting, natural disasters, fires, bombing, seasons, the efficiency of architectural structures, etc.

- The “ghost” mode makes it possible to get a different perspective on the archaeological subject, to get through tight, high, inaccessible or dangerous places.
- Those perspectives are also a gateway to a variation of scale, from the microscopic to the aerial.
- Scenarios and/or different scenes are able to present hypotheses and points of view adapted to the user.

5) Analysis in a VR Framework

Only one thing is certain in this process: a lot of mistakes, misunderstanding and lack of information will occur no matter how well prepared the project is. This is not something to be worried about, but something to welcome with open arms, as Pressner (2012) writes: “[...] experimentation and trial-and-error are inherent parts of digital research and must be recognized to carry risk”. We agree with the concept of failing productively, as presented by Shawn Graham (2017), which intertwines perfectly with the digital archaeology methodology, where the focus needs to be on the documentation of the process rather than on a fixed final outcome. By knowing this crucial fact ahead of time, you are able to better prepare your team to be in an “adapt mode” or “flexibility mode” and to prepare numerous meetings and/or establish a close working environment. Any participant in this project also has to acknowledge that the archaeologist will probably have to search for sources during the entire process and that the enormous editorial responsibility is not something most are comfortable with nor used to. Nevertheless, this uncomfortable position has the advantage of imposing scientific rigour on documenting the thought process and decision making of the archaeologist, as well as opening the 3D environment up to further research, since not every question that arises will have an immediate answer.

In the end, the key element that makes virtual reality the missing piece of the archaeological puzzle is the addition, in total immersion, of multiple senses at the same time. We are maybe used to the visual impact of a 3D representation, but virtual reality grants access to a whole new level of 360°, 3D and 4D (chronological changes), in an attempt to recreate the past. To this high-tech visual support, we are able to add soundscapes, smells and temperature perception to enhance the user experience, and we can also include the manipulation of 3D print objects and the use of haptic devices to simulate real motions. Never in the history of archaeological research have we been so close to recreating the complete context of an archaeological site and so close to recreating the context of the past to the best of our knowledge.

V. Conclusion

In our view, the new tools for the acquisition of information in archaeology and the software processing available are not an end in themselves. Virtual reality gives us a new 3D and 4D perspective to better understand and

question the past. The analysis that can be achieved with this process is similar to that possible with present techniques, but with an intriguing and promising digital twist. We also see the value of the fascinating intrinsic nature of the process, which makes it easier to inform the public and to reach out for feedback. The intendant's palace a great case study for this methodology, by giving a four-century, history-packed context that was well studied. With those reliable sources, we are able to bring a strong hypothesis to the project and to develop further hypotheses from this strong basis. Furthermore, virtual reality, as a not-so-young research field, provides great tools, applications, structure and opportunities to the field of archaeology. We consider that this technology (including hardware and software) and multidisciplinary teamwork are the two main elements that will change archaeological investigation as we know it. We are at the point where it is now possible to achieve great scientific advances using tools that primarily seems too close to leisure and games. Virtual reality provides a great opportunity to investigate the past with our senses and an embodiment of space, while creating a fun and aesthetic dissemination device. A detailed archaeological report left on a government office shelf is not the way to successfully transmit our passion and make our field appealing to the public. Since public interest and desire to fund is a major part of the archaeological research system, it is essential for the future of this scientific domain to captivate audiences and make them participate: virtual reality is a tool that until recently was missing from our repertoire.

VI. Acknowledgements

This work is part of the ANR-16- FRQC-0004 INTROSPECT project (<http://introspect.info>), we thank all the members who contributed.

VII. References

Auger, R., 2010. Le site du palais de l'intendant à Québec, industrie et pouvoir : l'Intendance sous Jean Talon en Nouvelle-France. In *L'Intendance aux sources de l'administration locale*. Les Amis de Jean Talon (Ed.), Éditions Dominique Guéniot, Langres & Les Amis de Jean Talon, Châlons-en-Champagne, pp.123-139.

Arnaldi, B., Guitton, P., Moreau, G., 2018. *Virtual reality and augmented reality: Myths and realities*. ISTE, France.

Bain, A., Auger, R., Monette, Y., 2017. Îlot des Palais. Synthèses des recherches sur les études en archéologie environnementale, l'évolution du bâti et les études archéométriques sur la culture matérielle. Cahiers d'archéologie du CELAT, 42. CELAT, Québec.

Barreau, J.-B., 2017. Étude d'une structure dédiée à la production et l'exploration de données 3D appliquées à la recherche en archéologie. *Archéologies numériques*, OpenScience17(1),1-10.

Barreau, J.-B., Gagne, R., Bernard, Y., Le Cloirec, B., Gouranton, V., 2014. Virtual Reality Tools for the West Digital Conservatory of Archaeological Heritage. VRIC2014, ACM. Laval, France, pp. 1-4.

Bawaya, M., 2010. Virtual Archaeologists Recreate Parts of Ancient Worlds. *Science, New Series* 327(5962), 140-141.

Cipresso, P., Giglioli, I., Raya, M.A., Riva, G., 2018. The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in Psychology* 9, 2086.

Dell'Unto, N., Di Iorio, M., Galeazzi, F., Moro, A., Pietroni, E., Vassallo, V., Vico, L., 2007. *The Reconstruction of the Archaeological Landscape Through Virtual Reality Applications: A Discussion about Methodology*. ISPRS International Workshop, Zurich, Switzerland.

Duval, T., Nguyen, T., Fleury, C., Chauffaut, A., Dumont, G., Gouranton, V., 2014. Improving Awareness for 3D Virtual Collaboration by Embedding the Features of Users' Physical Environments and by Augmenting Interaction Tools with Cognitive Feedback Cues. *Journal on Multimodal User Interfaces* 8(2), 187-197.

Falconer, L., Scott, C., 2018. Phenomenology and Phenomenography in Virtual Worlds: An Example from Archaeology. In Falconer, L. and Gil Ortega, M.C., (Eds.) *Virtual Worlds: Concepts, Applications and Future Directions*. Nova Science Publishers, New York, pp. 1-38.

Fanini, B., Pagano, A., Ferdani, D., 2018. A Novel Immersive VR Game Model for Recontextualization in Virtual Environments: The μ VRModel. *Multimodal Technologies and Interaction* 2(2), 20.

Favre-Brun, A., 2015. Architecture virtuelle et représentation de l'incertitude : analyse des solutions de visualisation de la représentation 3D, Vergniew, Robert ; Delevoie, Caroline (eds.). *Actes du colloque Virtual Retrospect 2013*, Nov 2013. Ausonus, Pessac, France, pp. 91-96.

Forte, M., 2010. Introduction to Cyber-Archaeology. In M. Forte (ed.), *Cyber-Archaeology*. BAR International Series 2177. Archaeopress, Oxford, pp. 9-13.

Forte, M., Kurillo, G., 2010. Cyberarchaeology: Experimenting with Teleimmersive Archaeology, In 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, IEEE Computer Society, Seoul, pp. 155-162.

Gaugne, R., Samaroudi, M., Nicolas, T., Barreau, J.-B., Garnier, L. et al., 2018. *Virtual Reality (VR) Interactions with Multiple Interpretations of Archaeological Artefacts*. 16th EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Vienna, Austria, pp. 1-9.

Graham, S., 2017. Failing Productively. In *The Open Digital Archaeology Textbook*. <https://o-date.github.io/draft/book/failing-productively.html>

Heilig M., 1962. Sensorama simulator. U.S. Patent No 3, 870. United States Patent and Trade Office, Virginia.

Holtorf, C., 2007. *Archaeology Is a Brand!* Routledge, New York.

Karlsson, C., 2013. Visualizing Archaeology with Virtual Reality Tools. Master's thesis, Lund University.

Knabb, K., Schulze, J., Kuester, F., DeFanti, T., Levy, T., 2014. Scientific Visualization, 3D Immersive Virtual Reality Environments, and Archaeology in Jordan and the Near East. *Near Eastern Archaeology, Special Issue: Cyber-Archaeology* 77(3), 228-232.

Mercier-Méthé, R., Grignon, M., 2012. L'intendant de la Nouvelle-France et l'architecture : la convenance dans un contexte colonial. CELAT, Quebec.

Méreuze, R., Jarhaus, A., Dawson, P., Friesen, T.M., 2017. Documenting a site in the Arctic using 3D, between archaeological research and environmental changes: Kuukpak, Northwest Territories, Canada. *ISTE OpenScience, Digital Archaeology* 1(1), 1-11.

Morgan, C.L., 2009. (Re)Building Çatalhöyük: Changing Virtual Reality in Archaeology. *Archaeologies* 5 (3), 468-487.

Moussette, M., 1994. *Le site du Palais de l'intendant à Québec : genèse et structuration d'un lieu urbain*. Nouveaux Cahiers du CELAT. CELAT, Québec.

Nadeau, R., 2008. Le second palais de l'Intendant à Québec : mise en valeur virtuelle d'un lieu archéologique. Master's thesis, Université Laval, Québec.

Nakamoto, T., Otaguro, S., Kinoshita, M., Nagahama M., Ohinishi, K., Ishida, T., 2008. Cooking Up an Interactive Olfactory Game Display. *Computer Graphics and Applications* 28(1), 75-78.

Nordahl, S.S.R., Turchet L., 2010. Sound Synthesis and Evaluation of Interactive Footsteps for Virtual Reality Applications. In *Proceedings of IEEE Virtual Reality Conference*, Massachusetts, USA, pp. 147-153.

Pietroni, E., Pletinckx, D., Hupperetz, W., Rufa, C., 2013. Etruscanning 3D: An Innovative Project about Etruscans. *Archaeology in the Digital Era: E-Papers from the 40th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology: Southampton, 26-30 March 2012*. Amsterdam University Press, Amsterdam, pp. 66-76

Reilly, P., 1990. Towards a Virtual Archaeology. *Computer Applications in Archaeology*. British Archaeological Reports International Series 565, Archaeopress, Oxford, pp.133-139.

Richardson L.-J., Almansa-Sánchez, J., 2015. Do You Even Know What Public Archaeology Is? Trends, Theory, Practice, Ethics. *World Archaeology* 47(2), 194-211.

Schofield, G., Beale G., Beale, N., Fell, M., Hadley, D., Hook, J., Murphy D., Richards, J., Thresh, L., 2018. Viking VR: Designing a Virtual Reality Experience for a Museum. In *ACM DIS Conference on Designing Interactive Systems 2018, 09-13 Jun 2018*. Association for Computing Machinery, Hong Kong, pp. 1-11.

Serafin, S., Serafin G., 2004. Sound Design to Enhance Presence in Photorealistic Virtual Reality. In *Proceedings of ICAD 04-Tenth Meeting of the International Conference on Auditory Display, Sydney, Australia, July 6-9*. ICAD, Sydney, pp. 1-4.

Statham, N., 2019. Scientific rigour of online platforms for 3D visualization of heritage. *Virtual Archaeology Review* 10(20), 1-16.

Sutherland I.E., 1965. The Ultimate Display. *Multimedia: From Wagner to Virtual Reality*. Norton, New York.

Chapitre 3 – Analyses et Résultats

La recherche en phénoménologie est intrinsèquement descriptive, car elle tente de relater la complexité et l'ambiguïté de la vie et des expériences vécues par les humains à travers la perception du chercheur (Falconer, 2018). C'est pour cette raison qu'une attention particulière est portée aux sens du chercheur qui est engagé par sa présence physique et mentale dans un environnement donné afin de faire ressortir les différentes affordances (Forte, 2016), champs de vision, sensibilités, questionnements, etc. (Tilley, 2010). Dans le cas d'étude de ce mémoire, une analyse de phénoménologie est appliquée dans le contexte numérique, mais seulement le sens de la vue et un sens plus global d'immersion physique (déplacement du corps possible sur la plateforme Immersia¹ de 10 m x 3 m x 3 m) est disponible. Il n'y a pas d'environnement sonore, olfactif, ni haptique. En plus de ces contraintes de sens, il y a un phénomène de perception croisée entre l'environnement simulé et l'environnement physique, dans le cas de la plateforme de la salle immersive, où se situe le corps (Kim, 2001). Une méthodologie « pure » de phénoménologie n'est donc pas possible, car plusieurs sens ne sont pas sollicités et nous sommes conscients que la perception peut être altérée. Cependant, nous prétendons qu'il est possible de réaliser une analyse de phénoménologie en contexte numérique même si elle est ultimement différente d'une analyse *in situ* comme démontré par Falconer dans son analyse du site Avebury Henge (Falconer, 2018). Notre hypothèse est qu'il est effectivement possible de générer de nouvelles données concernant le site de l'Îlot des Palais dans cette analyse de phénoménologie en contexte numérique. Pour ce faire, nous suivons les conseils de Van Manen (2014) selon lesquels il faut user d'une écriture sensible, artistique et narrative pour mieux transmettre au lecteur les données recueillies et de Todres (2007) qui recommande d'évoquer l'expérience du chercheur de manière vivante et engagée. C'est aussi l'avis de Tilley (1994) et de Falconer (2018) de faire la démonstration des résultats sous forme de texte narratif. Ce chapitre comporte donc deux textes narratifs écrits à la première personne et au présent afin de relater les expériences de l'auteur en contexte simulé et en contexte *in situ*.

À la lumière de nos recherches, nous interprétons la phénoménologie comme un outil de contextualisation et d'humanisation pour l'archéologie par une ouverture sur les perceptions empiriques comme sensibles. Nous considérons que l'humain a des limitations dans ses perceptions (ex. : l'œil ne peut voir les molécules et pourtant elles existent) et dans la compréhension de celles-ci (ex. : la proprioception n'est pas bien connue par le grand public) et pourtant, la divulgation d'une expérience dans un environnement donné apporte selon nous une richesse d'informations. Nous pouvons nous remettre dans la peau des personnes d'une époque passée puisque nous avons encore une base commune : le corps humain. Bien qu'il faille faire preuve de relativisme culturel et porter attention à nos paradigmes, la phénoménologie apporte une profondeur aux données mathématiques qui s'éloignent souvent de l'irrationalité et l'émotivité des êtres humains. Nous croyons que

¹ Site internet de la plateforme Immersia: <https://www.irisa.fr/immersia/>

l'expérience en réalité virtuelle comporte elle aussi des limitations de perceptions, différentes d'une expérience *in situ*, mais qui n'enlèvent en rien la richesse des informations qui peuvent être obtenues. Cette quête vers l'inconnu est intrinsèque à l'archéologie qui mène naturellement les chercheurs à formuler des hypothèses, à extrapoler, à interpréter des données qui seront toujours incomplètes. Selon nous, l'analyse de phénoménologie en contexte numérique est un outil comme tous les autres outils qui permettent simplement de considérer les données sous un autre angle d'approche.

3.1 Analyse de phénoménologie en contexte numérique

Dans un premier temps, trois points de vue ont été identifiés pour réaliser une analyse visuelle de l'hypothèse de travail en réalité virtuelle (figure 25). Le point de vue **A** se situe à l'intérieur de la Redoute du bourreau et a été retenu en raison de sa perspective en hauteur de l'ensemble du secteur. Le point de vue **B** est situé directement devant de la façade principale du palais de l'Intendant afin de percevoir la dynamique spatiale et l'impact visuel du palais dans cet espace. Le point de vue **C** est à l'intérieur de la plus grande pièce du logis de l'Intendant, soit le cabinet. Il est intéressant de s'attarder à ce dernier point de vue, car il permet d'apprécier l'esprit d'un aménagement français bien précis de l'époque soit l'organisation d'un jardin.

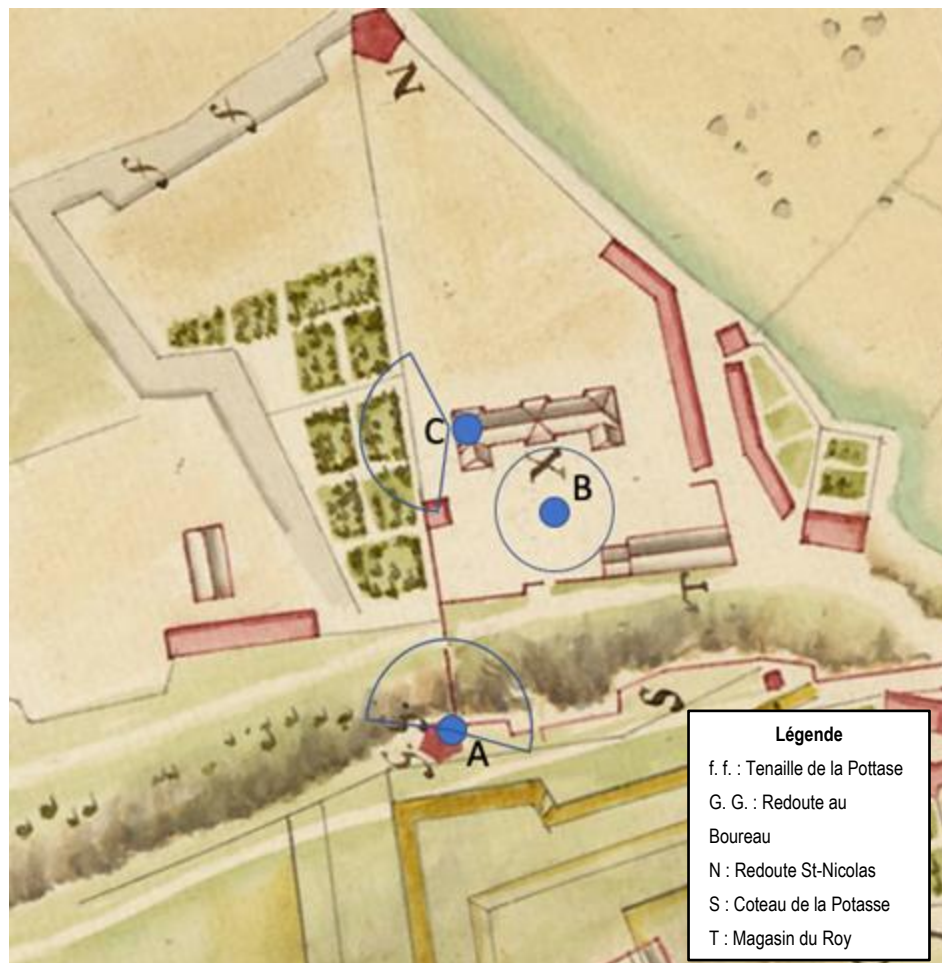


Figure 25. Points de vue A, B et C pour l'analyse visuelle et phénoménologique en réalité virtuelle

En effet, selon le *Cours d'Architecture* d'Augustin Charles d'Aviler de 1691, les jardins que l'on aperçoit depuis la fenêtre du cabinet ont pour rôle de « procur [er] à la [...] maison un coup d'œil qui plaise, et des objets amusants lorsqu'on s'y promène. ».

La première analyse visuelle s'est déroulée dans la salle immersive Immersia. Cette salle de réalité virtuelle contient une plateforme de dix mètres de long sur trois mètres de largeur et trois mètres de profondeur. Des lunettes en stéréoscopie (perception de relief d'images planes) active adaptées et munies de capteurs permettent de situer l'utilisateur dans cet espace et à quel endroit se pose son regard. Les déplacements ont donc été limités à cet espace, mais la majorité des analyses s'est déroulée en position statique. Le processus s'est déroulé par des interactions mono-utilisateurs, c'est-à-dire au moyen de deux manettes de commande et des dispositifs de détection des actions de navigation, sélection et manipulation d'un seul utilisateur à la fois.

La prise de notes s'est effectuée dans un cahier selon une grille simple d'analyse inspirée de la thèse de Stuart Eve (2012). La grille d'analyse comporte les informations de base sur le code Borden du site à l'étude, la date, l'heure de départ et l'heure de fin et les conditions lumineuses (voir Annexe B). Nous avons ajouté la position (points de vue **A-B-C**) d'analyse et le point cardinal d'observation au lieu de la direction de marche. En effet, malgré les déplacements considérables possibles avec la manette ou sur la plateforme (rotation du corps et déplacement sur les dix mètres), qui seraient bien moindres avec un casque de réalité virtuelle par exemple, on dénote tout de même un certain manque de synchronicité organique entre le corps et l'image qui gêne la perception intégrale du mouvement de marche. L'analyse par la marche est donc un type d'analyse qu'il est seulement possible d'expérimenter dans un contexte *in situ* (avec ou sans ajout de réalité mixte) sur plusieurs centaines de mètres. La suite de la grille comporte quatre colonnes pour les éléments anthropiques, la végétation, la topographie et les autres éléments observés. Enfin, deux autres sections ont été ajoutées pour l'analyse de phénoménologie qui se concentre sur les perceptions sensibles, interprétations et les actions qui auraient été possibles à cet endroit. Ces notes ont par la suite permis la rédaction d'un texte descriptif (chapitre 3.2).

3.1.1 Métadonnées

Pour la conception de l'environnement numérique du palais de l'Intendant de l'an 1719, nous avons utilisé les données détaillées dans le premier chapitre (voir 1.3 Corpus de données). Nous avons fait des choix éditoriaux pour cette première hypothèse de travail qui suivent une logique que nous pourrions définir de « positiviste ». Ainsi, malgré la variabilité du niveau de fiabilité des résultats, nous avons décidé de conserver tous les éléments modélisés. En effet, pour chacun des bâtiments, cours d'eau, topographie, arbres, chemins, etc. nous avons choisi une dimension, une morphologie, une localisation spatiale, une apparence visuelle (matériaux) et leur présence ou leur absence à l'an 1719. Nous avons donné une évaluation du niveau de fiabilité pour chacun de

ces critères pour totaliser une note sur cinq (Favre-Brun, 2015). Nous avons également pris plusieurs décisions éditoriales qui concernent la dimension, la morphologie et l'apparence visuelle des objets afin de respecter les contraintes de temps et de budget du projet. C'est pourquoi le palais de l'Intendant a eu droit à une attention particulière de notre infographiste, d'une part parce que nous avons plus d'informations sur son apparence et d'autre part parce qu'il s'agit du bâtiment central à l'analyse. Cependant, d'autres éléments comme la palissade de bois qui ceinture le secteur n'ont pas été modélisés par notre infographiste et cette dernière ne respecte pas les hypothèses actuelles sur sa morphologie. Nous avons plutôt utilisé un modèle déjà existant² qui s'approche au plus près de la réalité. Cette démarche nous a économisé du temps de modélisation et a également permis d'alléger considérablement le poids (en gigaoctet) de l'environnement numérique. Même chose pour les lanternes qui éclairent le devant du palais, les arbres, les plantes, l'eau et l'ensemble des textures. Puisque l'objectif de cette conception est l'analyse de phénoménologie, nous avons évalué le niveau de détails nécessaire pour atteindre cet objectif. Les choix ont donc été faits pour conserver un réalisme et une fiabilité historique efficace et non pas pour créer une représentation extrêmement détaillée qui alourdit l'environnement et qui ne sert pas à l'analyse. La liste exhaustive métadonnées qui inclut les niveaux de fiabilité et les choix éditoriaux se retrouve à l'Annexe F.

3.2 Résultat en contexte numérique : texte narratif

Le texte suivant suit les résultats de l'analyse visuelle et l'analyse phénoménologique de chacun des points de vue (**A-B-C**) de jour et de nuit et selon les points cardinaux disponibles pour chacun (voir Annexe C). Il est essentiel de souligner que cette interprétation découle d'une première hypothèse de travail qui inclut tous les éléments de l'environnement 3D, même ceux ayant un faible niveau de fiabilité. Cette hypothèse se déroule le matin ensoleillé du 1er juin 1719.

Narration de Marie-Anne

3.2.1 Analyse de jour

C'est un beau matin ensoleillé de juin, le ciel est clair et l'eau est calme. Il n'y a pas un seul nuage dans le ciel, mais la température est encore fraîche. Je suis juchée dans la Redoute du Bourreau ce qui me donne une vue sur l'ensemble du terrain du palais de l'Intendant. La Redoute est située dans les fortifications sur le flanc de la falaise au sud-ouest. J'essaie de ne pas trop regarder en bas, car ça me donne le vertige d'être si haut. Le palais est la première chose que je remarque en posant mon regard vers la rivière Saint-Charles. Il donne une allure très solennelle avec une architecture typique d'hôtel particulier français du XVII^e qui contraste avec le reste du paysage plus dénudé et simple. Je constate que beaucoup d'efforts ont été mis en œuvre pour sa

² Modèle «Wooden Wall Fence 01», par MysticLine sur le site de Unity : <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/exterior/wooden-wall-fence-01-3628>

réalisation. Il y a un souci du détail qui me semble évident lorsqu'on observe les fenêtres, le toit en mansarde, le choix des matériaux et surtout l'escalier central. Il n'y a personne qui sillonne les chemins menant au palais ou se dirigeant vers la rivière ; tout est très calme. On peut s'imaginer que tout le monde s'affaire à l'intérieur des bâtiments pour le moment, mais cela reste tout de même étrange de ne pas avoir de gardes ou quelques domestiques faisant des corvées à cette heure du jour. À l'horizon je vois l'eau calme qui est sur le montant de la rivière Saint-Charles, mais je ne perçois pas la fin. Cela me donne l'impression qu'il s'agit directement de l'océan ou d'une grande mer. On se sent un peu coupé du monde. D'un autre côté, c'est un avantage stratégique d'avoir une aussi bonne vue parce qu'on peut voir les bateaux ennemis arriver de loin. Il serait aussi possible de voir les bateaux marchands qui arrivent de la métropole avec la marchandise destinée aux magasins du roi. Je pense au navire le Poly et le Surprenant tous deux en provenance de Bordeaux qui devraient apparaître à l'horizon sous peu avec leur cargaison de vin, d'eau-de-vie, de fromages, de fruits, de savons et de draperies³.

Juste à côté de l'imposant palais, quelques maisons m'apparaissent toutes petites et semblent disposées de manière aléatoire sur le bord de l'eau ou le long de la rue Saint-Nicolas. Elles sont construites à proximité du palais et je m'imagine bien qu'elles font office de résidence pour les différents employés de l'Intendant. Le secteur est en vase clos, alors il serait plus difficile pour les employés de se déplacer jusqu'ici si leurs maisons étaient en haute ville ou plus loin vers Place Royale. Le palais doit probablement déjà accueillir plusieurs personnes, car il occupe une vaste superficie. Juste en face du palais, le magasin du roi possède un volume tout aussi impressionnant. Je vois au sol des chemins de terre battue et du gazon bien aménagé. Tout le terrain de l'Intendance est particulièrement bien entretenu. Une palissade en bois délimite une grande partie du terrain, mais comporte de grandes ouvertures vers le nord et vers le sud. Il s'agit peut-être d'un vestige des confrontations passées ou alors, il manque des gardes pour sécuriser ces points faibles. L'aspect sécurité revient souvent à mon esprit, probablement en raison de tous les éléments défensifs qui croisent mon regard. Je me questionne justement sur la grandeur du palais qui pourrait poser problème. En effet, je m'inquiète de la sécurité du toit du palais et du bel étage qui ne semblent pas être protégés contre des tirs de canons. Je m'inquiète également du nombre important de fenêtres et leurs dimensions qui me font penser qu'il doit être difficile de conserver la chaleur durant les hivers froids de Québec. À tout le moins, le palais ne fait pas directement face au Nord ce qui le coupe du vent du nord-est.

Mon regard se déplace vers l'est où j'aperçois enfin un peu de terre au loin. En m'éloignant du palais de l'Intendant, je vois beaucoup plus de gros arbres et beaucoup moins de bâtiments. Cela me donne l'impression

³ BOSHER, John Francis. 1992. *Négociants et navires du commerce avec le Canada de 1660 à 1760 : dictionnaire biographique / J.F. Boshier ; traduction, [Secrétariat d'État], Ottawa : Lieux historiques nationaux, Service des parcs, Environnement Canada, Coll. Études en archéologie, architecture et histoire, 263 p.*

de terres plus « sauvages », mais toujours aussi calmes. Ce sentiment me fait mettre en doute l'utilité même des fortifications qui ne semblent pas protéger quoi que ce soit. Ce mur est construit pour protéger les habitants d'attaques d'envergures, mais tout ce que nous percevons apparaît pourtant comme vierge et non pas menaçant. En effet, tout semble calme et reposant ce qui contraste avec la fonction défensive de ces murs fortifiés.

En regardant à l'ouest, un tout nouveau monde se dévoile devant mes yeux. Je regarde encore le palais et la suite de la palissade, mais s'ajoute une variété d'éléments surprenants. Le plus frappant est la présence d'un jardin symétrique avec des arbres et plantes que je n'ai pas encore vus dans ce paysage, d'autres fortifications aux formes géométriques particulières, des bâtiments agricoles et même une fontaine. Le jardin bien symétrique attire mon attention puisque cette configuration me semble étrange par rapport au reste du paysage. La première impression est qu'il n'est pas à sa place, qu'il est imposé dans cet environnement brut. Je remarque tout de suite qu'il n'est pas indigène. Mon regard se pose naturellement vers l'horizon où j'aperçois la suite de la rivière Saint-Charles et les rives du secteur actuel de Limoilou. Tout de suite, je me dis que c'est un excellent point de vue pour contrôler les allées et venues sur ce cours d'eau. Limoilou est dénudé d'arbres et de bâtiments depuis ce point de vue ce qui donne l'impression que ce secteur est loin et encore peu exploité. Ce que je peux constater du secteur sud-ouest, aujourd'hui Saint-Roch, est une région de grandes terres agricoles tout comme ce qui semble se dessiner sur la côte de la seigneurie des Jésuites (actuel Limoilou). Il n'est malheureusement pas possible de voir l'hôpital général construit il y a deux ans malgré sa proximité relative à environ 2 km à l'ouest du palais. Je peux voir le chemin des Récollets, au pied de la falaise, puis le bâtiment de la potasse qui est d'allure imposante, mais moins que celle des magasins du roi. De plus, ce dernier se situe en dehors des fortifications ce qui le rend vulnérable aux attaques, mais permet d'éviter les incendies. Cette disposition me fait réfléchir à son importance relative pour l'Intendant et la colonie. En cas d'attaque, il fait partie de la première ligne à être abandonnée à l'ennemi avec les bâtiments agricoles. D'un autre côté, il est fort probable que les dirigeants ont tout simplement voulu éviter d'avoir des éléments combustibles près des autres bâtiments importants. Ce carrefour entre le bâtiment de la potasse, la palissade et la tenaille me rend perplexe. Je ne comprends pas bien l'usage défensif de la tenaille dans ce secteur ni l'ouverture proposée dans la palissade. Je crois bien qu'il manque d'informations sur ce secteur ou bien il manque les gardes qui devaient rester en poste à cet endroit. Il est clair que le chemin qui se dirige vers Saint-Roch actuel devait servir aux agriculteurs et marchands pour venir porter les denrées en ville. En effet, le bâtiment de la potasse bloque tout juste la vue sur la maison blanche de la ferme de M. Charles Aubert de la Chesnaye, homme d'affaires important en Nouvelle-France, située sur ce chemin à quelques pas du palais⁴. Par contre, il est inutile de créer des murs défensifs si les ouvertures ne sont pas bien gardées. La forme non linéaire de la tenaille qui longe le terrain du

⁴ VILLE DE QUÉBEC. Saint-Roch, Maison Blanche, https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/patrimoine/quartiers/saint_roch/interet/maison_blanche.aspx consulté le 06 mars 2020.

palais jusqu'à la rivière Saint-Charles au Nord-Ouest me rend perplexe. Même en ne connaissant pas les techniques de construction défensive, je peux tout de suite comprendre qu'il a été construit par des spécialistes en fortifications. Ce sont des personnes avec des moyens financiers, du personnel et une stratégie militaire bien précise qui ont réalisé cette construction. En résumé, la vision d'ensemble est beaucoup plus trouble que du côté est. Plusieurs éléments viennent accrocher le regard et remettre en question mon sentiment de vie paisible. La distorsion créée par l'hétérogénéité du jardin, la double fortification, les bâtiments agricoles m'interpelle et efface rapidement ma sensation de terres « sauvages » ou vierges.

Je descends tranquillement de la redoute vers le palais. La belle journée facilite le déplacement, car je n'ai pas à traverser dans la neige ni dans la boue. Malgré la distorsion du temps et de l'effort nécessaire au déplacement en réalité virtuelle, le chemin vers le palais est long et laborieux. Il faut longer la falaise jusqu'à la côte du Palais, en passant par les Augustines, puis redescendre cette côte et marcher au pied de la falaise jusqu'à l'ouverture de la palissade en face du palais. La proximité de la falaise donne la sensation d'un grand mur volontairement prolongé par la fortification. Je marche vers le palais ce qui m'entraîne naturellement vers le bas d'une douce pente. J'analyse alors le positionnement du palais de l'Intendant dans l'espace. Il ne se situe pas plein nord ce qui pourrait être une stratégie pour couper les vents froids provenant de cette direction. C'est plutôt le côté de l'aile est qui doit recevoir la majeure partie de ces vents. J'interprète que cette disposition doit refléter la fonction des pièces dans ce secteur. Ces pièces doivent être d'utilité saisonnière ou de moindre importance, comme des appartements de serviteurs. Le palais est également impressionnant depuis ce point de vue, mais les éléments de bois attirent mon regard. Je me rends compte que ces touches de bois (voulues ou non) me donnent l'idée que le palais est inachevé. Malgré cela, il est facile de constater que l'architecte a porté une attention particulière à ce bâtiment afin qu'il soit « digne » du poste que représente l'Intendance et que beaucoup d'argent a été investi puisque les matériaux sont différents (importations) de ce qui se trouve autour. Je réfléchis à l'accessibilité du chemin qui doit être plus laborieux à emprunter l'hiver. De cette réflexion, je constate la présence de multiples fenêtres de grandes dimensions sur l'ensemble de la façade du palais ce qui doit être encore plus problématique lors de la saison froide, mais agréable lors des journées ensoleillées. J'espère qu'il n'y a pas autant de fenêtres du côté qui fait face à l'eau et au vent. À tout le moins, d'où je me trouve, la falaise doit couper une bonne partie de ces vents qui mettraient en péril la stabilité des fenêtres. Même avec des fenêtres modernes, il est toujours plus ardu de chauffer une façade portant de grandes fenêtres qui fait face aux vents. Selon moi, il ne s'agit pas d'une sage décision d'avoir autant de fenêtres dans le contexte de l'époque. Je m'attarde ensuite sur les maisons adjacentes au palais. Sans connaître la fonction de leurs habitants, je me dis encore une fois qu'elles seraient parfaitement situées pour travailler au palais ou aux magasins, tout particulièrement l'hiver. À ce propos, les petits vestibules au-devant des maisons ont un toit plat ce qui doit être un inconvénient, car il accumule de la neige. Peut-être que les plans utilisés pour modéliser ces maisonnées n'étaient pas assez précis et qu'il y avait effectivement une structure en pente au-dessus de ces vestibules.

Mon regard est par la suite porté vers les magasins du roi et la boulangerie qui m'apparaissent gigantesques et donc, digne de l'Intendance. Malgré cette sensation, je ne comprends pas bien la fonction du bâtiment d'un point de vue extérieur. Cela pique ma curiosité et j'aimerais visiter l'intérieur de cet intrigant bâtiment. En me retournant vers le chemin que je viens d'emprunter, la falaise et les fortifications bloquent la vue sur le reste de la haute ville. Je ressens de ce fait une séparation marquée entre le « haut » et le « bas » de la falaise. Cette sensation de séparation, ou plutôt de délimitation, est aussi perceptible par la présence de la palissade de bois. La vision d'ensemble à l'est et au sud-est donne l'impression de se retrouver en face d'un secteur industriel inhabité et cloisonné. Les magasins cachent le passage vers la haute ville ce qui ajoute au sentiment d'isolement. C'est un couteau à double tranchant, on se sent isolé, certes, mais on se sent aussi protégé en cas d'attaques ennemies. Cela me fait réfléchir à la citation de Benjamin Franklin : « Un peuple prêt à sacrifier un peu de liberté pour un peu de sécurité ne mérite ni l'une ni l'autre, et finit par perdre les deux. » Cela ne s'applique peut-être pas parfaitement au contexte colonial du secteur du palais, mais je trouve toujours intéressant de réfléchir à cette problématique.

Je continue mon tour d'horizon en dirigeant mon regard plus au sud. Les bâtiments de la potasse et de la Redoute ont un plus petit volume que les magasins et la boulangerie ce qui les rend, à mon sens, moins imposants ou importants. On ressent encore la sensation d'être protégé par les éléments défensifs que sont la Redoute du Bourreau et les fortifications. Il est intéressant de constater qu'il s'agit d'un secteur où ouverture et cloisonnement se succèdent (ouverture de la palissade de bois, ouverture dans la fortification pour accéder au chemin en bas de la falaise, etc.). Ces limitations me donnent envie de profiter des ouvertures pour aller au-delà de ces barrières en empruntant le chemin vers l'ouest. Je reconnais par cet instinct un besoin profond de liberté et une curiosité pour l'inconnu qui sont probablement propres à ma personnalité. En effet, le chemin qui s'enfonce vers l'ouest est intrigant et l'horizon ne donne aucun indice sur ce qui se trouve plus loin. Je me suis également surprise à rêver de développer les terrains adjacents inexploités que l'on peut apercevoir au sud et sud-ouest. Un peu dans l'idée que « la nature a horreur du vide » ou le désir d'aménager une pièce vide, j'ai envie de remplir cet espace de maisons et d'établissements de services. J'ai envie de développer cette société qui prend forme. D'ici, cette société ne prend visuellement forme qu'en bas de la falaise. Elle est totalement inexistante à mon regard qui longe le haut du flan rocheux. Dépassé la Redoute du Bourreau, je n'aperçois que des arbres qui continuent de garnir ce paysage jusqu'à l'horizon ce qui donne une impression de forêt vierge.

Le dernier pan à explorer se situe plus à l'ouest où je vois principalement la palissade de bois et la partie supérieure du jardin de l'Intendant. À côté de ce jardin se trouve le corps de garde qui me surprend par son grand volume. Ceci m'amène à me questionner sur son contenu et sa fonction exacte. Je m'avance pour entrer dans le palais. Puisque l'intérieur n'est pas modélisé, je suis transportée directement à la fenêtre du cabinet de l'Intendant. Je n'ai donc qu'une vision limitée à l'extérieur, depuis cette fenêtre au deuxième étage, dit le bel

étage. La première impression est tout de suite que le paysage est très chargé. Jardin, palissade de bois, tenaille de pierres, bâtiments, rivière, etc. remplissent ma vue et je dois choisir un seul élément à analyser à la fois. Le jardin me semble être l'élément le plus central. La vision depuis la fenêtre est assurément la vue la plus privilégiée pour apprécier son aménagement et la variété de plantes qui s'y trouve. Depuis mon dernier emplacement en face du palais, je n'avais qu'une vision partielle en raison de la palissade de bois et si l'on se trouve de l'autre côté de cette palissade, la tenaille bloque la vue vers l'est. La vision du jardin est étrange puisqu'il ne semble pas à sa place. On dirait qu'on a voulu imposer une autre image au reste du paysage épuré. Je peux de toute évidence constater que les plantes ne sont pas indigènes et qu'elles sont placées dans un ordre précis. Ce jardin a un accès très limité par une petite ouverture dans la palissade. Cette non-accessibilité reflète la fonction que l'on a donnée à cet aménagement. Il s'agit d'un jardin presque privé, destiné aux yeux de l'Intendant et de ses convives les plus prestigieux. Il ne devait pas être accessible à n'importe quel passant. De plus, il me semble aussi étrange d'avoir une fontaine lorsqu'il y a tellement d'eau dans le secteur. Mon hypothèse spontanée est que sa présence n'est que symbolique ou esthétique. Naturellement, mon œil cherche la tranquillité et se porte vers l'horizon plus « vierge » et magnifique de la sinueuse rivière Saint-Charles. Malgré la tenaille et les structures de défense au sol, lorsque je porte le regard au loin je n'ai pas l'impression d'avoir besoin de me protéger des ennemis. Néanmoins, si l'idée devait être abordée, il s'agit d'un excellent point de vue sur l'embouchure de la rivière pour voir les embarcations de loin. J'en déduis que ce positionnement du palais de l'Intendant et des Redoutes devait être placé de manière stratégique pour contrôler des allées et venues des bateaux du secteur. Nous avons également un très bon point de vue des terres de la seigneurie des Jésuites à l'ouest (Limoilou actuel) où se retrouvent quelques fermes près de la côte qui semblent lointaines. Comme la rivière ne semble pas très creuse, j'imagine tout de même l'arrivée de petits bateaux de marchandises plutôt que des navires de guerre. Le territoire m'apparaît difficile d'accès, loin, et pénible à traverser.

Un autre aspect intéressant de ce secteur est encore la notion de délimitation. Avec la palissade en bois à cet endroit, on perçoit une coupure nette entre le palais et tout ce qu'il y a à l'ouest de la palissade. La tenaille fait aussi ajouter une autre protection/délimitation en plus d'obstruer la vue. Même dans le cabinet où le regard en hauteur porte au loin, j'ai tout de même une impression de cloisonnement, d'enfermement. Je dois mentionner que j'ai une vision sur plusieurs choses : la falaise, la forêt, les champs, les jardins, la rivière, les terres agricoles, etc., et ce, tout en restant en sécurité à l'intérieur. En effet, je constate que cette position en hauteur me protège automatiquement des attaques au sol, mais qu'en plus, une palissade en bois et une tenaille protègent le bâtiment et le terrain. J'ai donc un double sentiment à être aussi près de ces éléments de défense ; un sentiment d'inquiétude et un sentiment de sécurité. On peut comprendre la stratégie économique derrière le positionnement du palais qui permet d'être proche des ressources et des voies d'accès, mais cela le rend aussi plus vulnérable que la résidence du gouverneur qui se situe en haute ville, à l'intérieur des fortifications. Par ailleurs, contrairement aux autres secteurs qui ne m'ont pas inspiré d'odeurs particulièrement marquantes

jusqu'à maintenant, j'ai une idée beaucoup plus nette de ce côté-ci. La présence de terres agricoles à proximité ainsi que le bâtiment de la potasse me laissent supposer que des odeurs fortes et nauséabondes devaient venir aux narines des habitants du palais.

Enfin et malgré toutes ces réflexions, je contemple cette vue magnifique qui porte loin. Après plusieurs minutes de contemplation, je dois concéder que la vue m'apporte une tranquillité d'esprit.

3.2.2 Analyse de nuit

Je suis de retour à la Redoute du Bourreau vers 22 h 15 de ce premier juin 1719. C'est une belle nuit sans nuages et avec une pleine lune ravissante qui éclaire la ville⁵. L'absence de pollution lumineuse permet d'admirer clairement le ciel étoilé. Ce facteur, ainsi que l'eau et le vent calmes, rendent l'atmosphère paisible. Je vois également les lanternes aux côtés de la porte principale du palais qui rassurent. Ce que je veux exprimer est que dans cette noirceur, il y a tout de même une présence, un endroit où se réfugier en cas de problème. Selon moi, ces lanternes étaient allumées la nuit afin de démontrer une certaine richesse et surtout le pouvoir de l'Intendance. Je me demande si des gardes venaient changer les bougies lorsqu'elles avaient terminé de brûler. Les bougies étaient malgré tout un objet précieux et j'imagine qu'ils ne voulaient pas les gaspiller à outrance. Reste que les pratiques culturelles pour démontrer du prestige ne sont souvent pas très « logiques », surtout dans le contexte colonial actuel. La noirceur me fait également penser que la navigation devait être plus dangereuse pour les bateaux sur la rivière Saint-Charles la nuit. J'ai l'impression que tout le monde devait limiter les déplacements durant cette période, autant sur mer que sur terre. Les bruits devaient aussi être très distinctifs (eau de la berge, animaux sauvages, vent, arbres, etc.) et donc, des sons différents devaient immédiatement attirer l'attention. L'ambiance générale donne l'impression qu'il n'y a aucune activité. De cette impression, je me permets d'interpréter que les habitants devaient se coucher tôt et suivre un rythme selon la luminosité de la saison.

En posant mon regard vers l'est, tout me semble très calme et peu aménagé. Je ne vois et je n'entends aucun animal ou ennemi, mais depuis ma position je ne cours aucun danger. J'ai encore l'impression qu'il reste beaucoup à faire pour construire cette société. C'est un étrange sentiment. Comme si la ville n'était pas complète. J'ai probablement une vision biaisée par mon vécu contemporain.

En posant mon regard vers l'ouest, la forêt tout juste à côté de la Redoute du Bourreau me semble intouchée par l'homme et présente un profil inquiétant. Sans vision claire, ce secteur pouvant être paisible pourrait aussi accueillir des animaux dangereux ou une bonne cachette pour des ennemis. De ce point de vue, il y a la forêt à ma gauche, mais il y a aussi un peu plus au nord-ouest des terres agricoles planes qui semblent s'allonger à l'infini. On distingue aussi les arbres et plantes différentes du jardin de l'Intendant. Enfin, la nuit aussi sombre me donne l'impression de ne voir qu'une parcelle de quelque chose de beaucoup plus vaste ce qui ne m'avait pas traversé l'esprit en matinée. Encore un peu plus au nord-ouest, j'ai une vue de l'embouchure de la rivière Saint-Charles qui me permet de surveiller les bateaux qui naviguent à cet endroit. Je crois qu'il serait très évident si un bateau passait là, même de nuit. De plus, si je suis un garde qui fait cette surveillance régulièrement, je

⁵ Pleine lune complète le 2 juin 1719 à 4 h 31 AM. Source : World-TimeDate.com 2011-2020. http://www.world-timedate.com/astrology/moonrise_moonset/moonphase_data.php?city_id=2&year=1719, consulté le 05 mars 2020.

connaîtrais par cœur toutes les formes, les sons, les ombres, etc. Le moindre détail qui sort de l'ordinaire serait facilement repérable.

Je me déplace vers le palais. Il serait pratiquement impossible de se déplacer sans sources de lumière avec soi. Je décide de me téléporter jusqu'à l'entrée pour faciliter le déplacement. Je réfléchis tout de même à cet aspect particulier d'un environnement sans lumière extérieure à part les étoiles et peut-être les bougies du palais. C'est sans compter les nuits de mauvais temps où aucune bougie ne serait capable de résister aux forts vents et où les nuages cacheraient les étoiles et la lune. Il est maintenant près de 23 heures du soir. Je me questionne sur l'hypothèse devant moi. Il n'y a absolument aucun signe d'activité et je trouve cela difficile à concevoir. N'y avait-il aucun couche-tard dans ce secteur ? Aucune bougie éclairant l'intérieur d'une des bâtisses ? Si c'est bien le cas, la population vit au rythme de la lumière encore plus que je ne l'imaginai. Même si je peux imaginer un possible feu de bois comme source d'éclairage, ils seraient probablement plus près de la rivière que de ma position actuelle. Le secteur est complètement envahi par l'immensité du magasin. Sans aucune source de lumière dans cette direction, je n'ai pas envie d'aller explorer plus loin. Je me dirige donc plus au sud. La Redoute m'apporte un sentiment de sécurité, mais aussi d'exclusion de ce qui se déroule en haut. Puis, la forêt vers le sud-ouest m'apparaît encore une fois inquiétante. Il n'y a toutefois pas que la forêt qui donne un sentiment inconfortable, mais bien l'ensemble de ce secteur. Nous pouvons bien imaginer que personne ne devait rester bien longtemps la nuit à l'endroit où je me trouve. Je pourrais être amenée à réaliser une tâche précise puis à revenir à l'intérieur d'un des bâtiments. Je ne crois pas que les gens vagabondaient pour le plaisir à cette heure-ci. Plus je me promène dans le secteur, plus mon esprit pense à tous les dangers qui me guettent. Je pense à tous les endroits où il serait facile de se cacher pour des gens mal intentionnés. Encore une fois, il s'agit probablement d'une sensation biaisée par mon vécu de femme. Les lanternes du palais sont rassurantes, car je me dis que je peux courir frapper à la porte au besoin.

Et si c'est ce que je faisais... d'une certaine façon ? Je me téléporte alors à la fenêtre du cabinet de l'Intendant pour admirer le paysage. Depuis ce point de vue, j'aperçois encore beaucoup de choses : la falaise, la forêt, les champs, les jardins, la rivière, la rive de Limoilou, etc. tout en étant dans une position très sécuritaire (en hauteur, à l'intérieur, avec des constructions défensives tout juste à l'avant). C'est donc à la fois inquiétant et rassurant la proximité de tout ce qui se passe. Mon impression est que l'Intendant n'est pas le poste le plus important, mais qu'il n'est pas non plus mis en danger inutilement. Je vois la prudence et la stratégie de positionnement utilitaire du palais. La vue sur le ciel est magnifique et on voit même de grosses étoiles qui sont peut-être des planètes. Cette perspective donne envie d'explorer Limoilou et Saint-Roch. J'ai moins de réticence sur la complexité de cette entreprise, car je ne vois pas les chemins. Il est déjà presque minuit, c'est l'heure de se reposer.

Fin de la narration

3.3 Résultat *in situ* : texte narratif

Pour donner suite aux analyses de phénoménologie du paysage en réalité virtuelle, nous avons le désir de comparer les résultats à une analyse plus conventionnelle *in situ*. Une des raisons pour avoir conduit l'analyse initiale en réalité virtuelle est le contexte urbain du site de l'Îlot des Palais actuel qui est presque totalement dénudé de son paysage de l'époque. Nous croyons pertinent d'illustrer la différence entre les perspectives numériques et *in situ* dans ce sous-chapitre.

Le premier élément le plus marquant est l'inaccessibilité de deux points de vue c'est-à-dire **A** (Redoute du Bourreau ou haut de la falaise) et **C** (Fenêtre à l'intérieur du cabinet de l'Intendant ou deuxième étage du bâtiment). En effet, au moment de faire cette analyse le haut de la falaise est sous l'emprise de constructions majeures. Cependant, même sans constructions, l'espace précis du point de vue **A** n'est pas aménagé pour les visiteurs et n'est accessible que pour les plus téméraires. Le deuxième étage du bâtiment où se trouve les Voûtes du Palais est sous la responsabilité de la Ville de Québec et personne n'y a accès. Il ne nous reste donc que le point de vue **B**, en face du bâtiment pour notre analyse comparée (voir photos dans l'Annexe C).

Narration de Marie-Anne

Le neuf septembre 2019, j'ai marché depuis Limoilou (Nord-Ouest), vers les Voûtes du Palais. Il s'agit de la route la plus évidente en ce moment, mais cette direction n'existait pas en 1719. Pour tenter de me remettre en contexte historique, j'ai décidé de prendre la rue Saint-Nicolas et de longer ce chemin à l'est. Il est fascinant de constater que cette rue se situe encore sur le même trajet qu'à l'époque. La différence est bien sûr la densité des habitations tout au long de la rue. Il n'y a pas un centimètre d'espace entre les maisons. De plus, le chemin ne finit plus dans la rivière Saint-Charles, mais plutôt au coin d'une intersection achalandée, un grand parc et la gare de trains. Il est difficile de s'imaginer que tout ce secteur n'était que de l'eau. Je ne peux voir les Voûtes du Palais jusqu'à la moitié de la rue Saint-Nicolas où une rue transversale ouvre mon champ de vision vers l'ouest. De cet endroit, je peux voir la façade arrière des Voûtes qui ne comporte que quelques petites fenêtres et aucune porte d'entrée. Cette disposition m'indique tout de suite qu'il s'agit d'une structure qui n'est pas contemporaine puisqu'elle ne fait pas face à la rue moderne. En continuant mon chemin sur la rue Saint-Nicolas, je vois à ma droite un chemin de gravier. Je décide de l'emprunter, car il semble être à l'endroit approximatif du chemin de l'époque entre la vieille boulangerie et les résidences à l'est du palais. Le chemin est rempli de déchets et semble abandonné. À ma droite, au nord, se trouve un grand mur blanc sans fenêtres ni portes. Puis, après quelques pas, je vois enfin la façade avant du bâtiment qui m'intéresse avec un lettrage « Voûtes du Palais ». L'édifice a deux étages et un sous-sol, mais la porte principale donne seulement accès au sous-sol. Une porte secondaire au flan de l'aile ouest semble donner accès au premier étage. De chaque côté du lettrage, des affiches publicitaires sont accrochées sur la façade de briques. Le terrain devant est un parc particulier où

les arbres sont plantés dans de grands bacs surélevés (ouest). Plusieurs petits murets de pierres délimitent des sections de gazon et d'arbres plantés en terre à l'endroit où se situait le magasin du roi (est). Un long pavé de pierre longe depuis le chemin au bas de la falaise (sud-est) jusqu'aux Voûtes du Palais. Il ne se dirige pas devant la porte d'entrée, mais bien quelques mètres à l'est qui semble être l'endroit de l'entrée de l'époque. Plusieurs sans-abris sont assis dans le parc, mais il y a aussi plusieurs passants. Il y a des constructions importantes dans l'ensemble de la structure où se situait l'aile est. Cette vision d'ensemble me permet difficilement de m'imaginer l'importance actuelle ou passée du lieu. Malgré que le cœur du bâtiment et du parc soit bien entretenu, le contexte cloisonné ne le met pas en valeur. En faisant un tour d'horizon, je remarque un manque d'éléments clés pour bien comprendre la dynamique spatiale de 1719. Au nord et à l'est, les bâtiments modernes et les constructions obstruent la vue sur l'aile est. Il n'y a plus de magasins du roi, de palissade, mais il reste les maisons de la rue Saint-Nicolas même si la densité a grandement augmenté. On ne voit plus la rivière Saint-Charles qui est remplacée par le contexte urbain ce qui change la végétation des alentours. Plus aucune plante ou arbre n'est naturellement en place. Tout est calculé et planté par l'humain. Une chose reste quasi-identique : la topographie. La falaise et la douce pente vers le palais devaient être à environ un mètre plus bas que le sol moderne, mais les courbes douces et abruptes restent très similaires.

Au sud, il y a encore des fortifications en pierres qui recouvrent l'entièreté de la falaise qui rappelle les aménagements défensifs de 1719. Par contre, au pied de la falaise se trouve une piste cyclable, des routes pavées, des lampadaires, des affiches et des supports à vélo qui dominent le paysage. La route qui monte la falaise casse aussi l'impression d'inaccessibilité de la haute ville que je ressentais dans le modèle numérique. Le contexte urbain amène aussi son lot de distraction qui n'était pas présent en contexte virtuel. Plusieurs chiens aboient et courent autour de moi en plus d'un employé qui tond le gazon avec un véhicule qui fait beaucoup de bruits. Vers l'ouest, je vois les deux nouvelles rues adjacentes au site du palais, les bâtiments modernes et le stationnement des Voûtes du Palais. En plus des bacs d'arbres et d'autres végétations un peu plus loin, il m'est impossible d'avoir une vue de l'horizon à l'ouest.

Je prends quelques notes et je décide de ne pas rester plus longtemps. Après environ une heure à regarder les environs, plusieurs personnes ont commencé à remarquer ma présence et à me regarder attentivement ce qui me rend inconfortable. Je ne ferai pas cette analyse de nuit, car je crains pour ma sécurité. Je me demande si cet endroit était propice à vagabonder en 1719. J'ai l'impression qu'il s'agissait, autant qu'aujourd'hui, d'un espace de passage et de mouvement.

Fin de la narration

3.4 Retour sur les résultats et analyse comparative

Notre problématique initiale s'interroge sur la possibilité de créer un environnement favorable à la construction de nouvelles données pour les archéologues au moyen de l'archéologie numérique et l'application de la phénoménologie dans cet environnement numérique. Le résultat narratif présenté constitue la preuve qu'il est possible de générer de nouvelles données archéologiques dans ce contexte particulier. Tout en gardant un esprit critique sur l'ensemble de la démarche, la conclusion est valide et porteuse de sens. Les résultats proposent également une ouverture pour la poursuite de cette même démarche, mais également pour un retour en archive afin d'examiner de nouveaux questionnements. Nous nous penchons plus précisément sur les sous-questions de recherche que l'analyse en contexte numérique permet de répondre :

- Peut-on confirmer l'interprétation de Rosalie Mercier-Méthé (2012) qui soutient que la monumentalité du bâtiment reflète l'importance de la fonction de l'Intendant dans la colonie ?

La narration n'apporte pas une réponse définitive à ce sujet, mais plutôt une constatation mitigée. Marie-Anne mentionne « Le palais est également impressionnant depuis ce point de vue, mais les éléments de bois attirent mon regard. Je me rends compte que ces touches de bois (voulues ou non) me donnent l'idée que le palais est inachevé. Malgré cela, il est facile de constater que l'architecte a porté une attention particulière à ce bâtiment afin qu'il soit "digne" du poste que représente l'Intendance et que beaucoup d'argent a été investi puisque les matériaux sont différents (importations) de ce qui se trouve autour. » Le souci du détail, le volume du bâtiment et les matériaux utilisés soutiennent l'hypothèse de Mercier-Méthé tandis que l'emplacement et l'utilisation de bois (ex. : rampe) soulèvent certaines faiblesses dans cette volonté de démontrer l'importance de l'Intendant. Ceci étant dit, cela confirme peut-être d'autant plus l'hypothèse de Mercier-Méthé. Le poste de l'Intendant était peut-être exactement le miroir de la valorisation apportée à l'architecture du bâtiment, c'est-à-dire un poste d'importance certes, mais pas LE plus important dans la colonie.

- Peut-on confirmer les éléments symboliques mentionnés dans les écrits historiques comme la disposition et visibilité des jardins ?

L'analyse confirme effectivement la symbolique des jardins dans l'espace adjacent au palais. Il n'est que bien visible depuis le cabinet de l'Intendant et son accès physique est limité ce qui en fait un élément destiné à l'élite de la société de l'époque. Son hétérogénéité avec le reste du paysage concorde également avec une visée symbolique de conquête du territoire « sauvage » ainsi que le colonialisme. En effet, au lieu de s'adapter aux plantes déjà présentes sur le territoire et former une structure hybride de nature ordonnée, on impose des espèces européennes. Enfin, la présence de la fontaine dans un contexte où il se trouve de l'eau partout,

démontre également une symbolique coloniale ; le colonisateur veut imposer sa propre source d'eau à l'endroit précis où il le désire même si ça ne fait aucun sens pratique (ce n'est pas utilitaire, problème de gel l'hiver, etc.).

- *Peut-on confirmer ou infirmer les dimensions des différentes structures, aires de circulation, etc. ?*

Nous avons pu confirmer que les aires de circulation semblent être de bonnes tailles et aux endroits logiques dans l'espace. Il n'y a que le chemin au bas de la falaise vers l'ouest qui ne semble pas adapté aux autres éléments défensifs. Marie-Anne mentionne :

« Ce carrefour entre le bâtiment de la potasse, la palissade et la tenaille me rend perplexe. Je ne comprends pas bien l'usage défensif de la tenaille dans ce secteur ni l'ouverture proposée dans la palissade. Je crois bien qu'il manque d'informations sur ce secteur ou bien il manque les gardes qui devaient rester en poste à cet endroit. Il est clair que le chemin qui se dirige vers Saint-Roch actuel devait servir aux agriculteurs et marchands pour venir porter les denrées en ville. [...] Par contre, il est inutile de créer des murs défensifs si les ouvertures ne sont pas bien gardées. »

Pour ce qui est des dimensions des différentes structures, nous croyons qu'une modélisation des espaces intérieurs pourrait donner de meilleures d'informations. Nous avons tout de même constaté des différences logiques entre le magasin du roi et les autres bâtiments de moindre importance. De plus, nous avons eu une surprise avec le corps de garde qui est plus grand qu'anticipé : « À côté de ce jardin se trouve le corps de garde qui me surprend par son grand volume. ».

Il est à noter que malgré l'efficacité d'immersion à l'échelle 1 :1 permise par l'utilisation de la salle immersive, la perception de profondeur et de grandeur des objets dans tout environnement virtuel peut subir une distorsion par rapport à la réalité. De nombreuses études dénotent des estimations plus grandes ou des estimations plus petites des différentes grandeurs d'objets présentés ou de leur distance dans l'espace virtuel (p. ex. Interrante *et al.*, 2007; Thompson *et al.*, 2004). Il y aurait tout de même un meilleur rendement dans une salle immersive qu'avec un casque de réalité virtuelle (Chiuhsiang *et al.*, 2019) ainsi qu'un meilleur rendement lorsque l'environnement virtuel possède plusieurs objets et référents visuels (Vienne *et al.*, 2020; Kenyon *et al.*, 2007) comme c'est le cas dans l'environnement du deuxième palais. Enfin, il existe une grande variabilité de perception en fonction de l'expérience dans un environnement virtuel de l'utilisateur ou à tout le moins son habilité à s'adapter rapidement à un environnement virtuel (Rousset *et al.*, 2018).

- *La remise en contexte virtuelle permet-elle une meilleure analyse visuelle du paysage (viewshed analysis of the landscape) que sur un écran standard ou sur le site même ?*

Comme décrit dans la narration de la section précédente, le contexte urbain change radicalement le paysage du secteur de l'Îlot des Palais. L'hypothèse que la compréhension de l'espace serait plus juste si les éléments

modernes étaient éliminés du champ de vision est validée dans ce contexte précis puisque l'analyse de phénoménologie *in situ* classique et en mouvement a apporté moins d'informations que celle effectuée dans l'environnement simulé (Annexe B). En plus des données générées dans la description narrative, une variété d'interrogations et de réflexions diverses ont pu être soulevées. Ce foisonnement intellectuel n'était aucunement présent lors de l'analyse *in situ*. Nous pouvons tout d'abord relever quelques questions qui ont été posées lors des séances d'analyse dans l'environnement numérique :

- Pourquoi n'y a-t-il pas de port ? Est-ce que tous les bateaux accostaient plus loin près de Place Royale ? Est-ce que des petites embarcations pouvaient tout de même accoster à cet endroit non aménagé ?
- Pourquoi certaines habitations sont-elles si proches du palais ? Sont-elles habitées par des employés de l'Intendant ou des magasins du roi ?
- L'énorme bâtiment au pied de la côte du Palais appartient-il à l'Intendant ? Pourquoi avoir un aussi grand volume ? Que contenait-il ?
- Quelle est l'utilité du lanternon ?
- Nous pouvons constater que les bâtiments agricoles sont exclus de la protection des fortifications. Est-ce qu'il y avait des gardes ? Est-ce qu'il y avait des consignes d'évacuation en cas d'attaque ?

Après avoir discuté avec un spécialiste du sujet du palais de l'Intendant, nous avons réalisé que plusieurs pistes de réflexion n'avaient pas été soulevées jusqu'à présent (R. Auger, communication personnelle, 7 mars 2019). Par exemple, il est effectivement intrigant de ne pas avoir de port à cet endroit qui devrait normalement accueillir plusieurs marchandises pour les magasins du roi et pour le palais. Nous pouvons donc interpréter que le transport était peut-être acheminé par de petites embarcations à fond plat qui pouvaient accoster près du chemin Saint-Nicolas. Les plus grands bateaux devaient plutôt se rendre près de Place Royale, car ils auraient eu de la difficulté à se rendre jusqu'à cette partie de la rivière trop peu profonde. De plus, la présence même de la tenaille est remise en doute non seulement en raison de la faible fiabilité des sources, mais aussi en raison de sa disposition dans l'espace qui soulève de nombreuses questions de sécurité. Nous croyons donc que cette démarche d'archéologie numérique et de phénoménologie du paysage en contexte de réalité virtuelle est riche et permet un approfondissement des connaissances.

Chapitre 4 – Discussion

L'introduction de nouvelles méthodologies, de nouveaux appareils et de nouveaux concepts d'interprétations peut être difficile à intégrer dans un domaine réticent aux changements comme l'archéologie. Nous en appelons donc à la curiosité naturelle des archéologues pour tenter de comprendre et apprivoiser ces nouveautés qui ne sont pas là pour remplacer les méthodes traditionnelles, mais bien pour les accompagner. Dans ce chapitre, nous discutons des critiques de la démarche d'archéologie numérique et de l'analyse de phénoménologie en contexte numérique. Par la suite, nous voyons en perspective les avantages de cette méthode et de cette analyse. Pour rebondir sur ces éléments positifs, nous regardons les adaptations possibles à l'archéologie professionnelle actuelle. Enfin, nous discutons de la médiation, dernière étape de la démarche d'archéologie numérique, dans une perspective d'ouverture de la profession et des données archéologiques à un cercle plus inclusif.

4.1 Critiques de la démarche

4.1.1 La méthodologie de l'archéologie numérique

Éditorialisme

Le premier défi de la simulation du passé dans un environnement 3D numérique est l'éditorialisme qui prend place lors de sa construction. Même si chaque élément modélisé fait l'objet d'une recherche approfondie en archives et sur la documentation de son contexte archéologique, il s'agit tout de même d'une hypothèse ayant un niveau relatif de fiabilité. C'est donc une méthode de recherche controversée malgré les chercheurs prudents qui évitent de produire des environnements trop détaillés nécessitant de l'extrapolation et une surinterprétation de sources incomplètes (Bentkowska-Kafel, Denard et Baker, 2012). C'est un enjeu majeur depuis les débuts de l'utilisation de cette technologie ce qui a justement mené à des recommandations éthiques dans les Principes de Séville (Lopez-Menchero et Grande, 2011). Dans les principes 4, 5 et 7 ils discutent d'authenticité, de rigueur historique et de transparence scientifique afin de minimiser l'éditorialisme à outrance des simulations ou une diffusion pouvant induire en erreur (Semlali, 2009). Malgré la bonne foi des chercheurs, la complexité des niveaux de fiabilité pourrait mettre en doute la fiabilité de l'ensemble de l'environnement 3D et donc, la fiabilité des analyses subséquentes. Pour pallier cette problématique, nous avons inclus les métadonnées à chaque élément modélisé (voir Scientific Rigour dans le chapitre 2, p. 39-40). Nous croyons également que la répétition de l'expérience serait un atout pertinent pour la suite. Il faudrait modéliser une diversité d'hypothèses et refaire les analyses à plusieurs reprises afin de constater des constantes et des différences. La diversité d'hypothèses pourrait inclure et exclure certains éléments, changer la précision de modélisation, travailler avec différentes simulations de température et de climats, etc.

Un autre aspect à soulever dans le cadre de ce mémoire est la participation de l'archéologue et des chercheurs en informatique dans tout le processus de création et ensuite d'analyse. Il y a donc le même archéologue qui voit les informations brutes, qui oriente les chercheurs en informatique dans le traitement des informations puis qui analyse ces données qu'il connaît intimement. Il est juste de s'interroger sur l'implication éditoriale de l'archéologue dans les choix qu'il a réalisés tout au long du processus et l'impact de ces choix sur les résultats. Pour atténuer cette problématique, il serait pertinent de répéter les analyses dans le même environnement 3D avec d'autres archéologues, d'autres spécialistes en patrimoine ou d'autres personnes sans formation dans le domaine pour faire ressortir les tendances et les anomalies.

Photoréalisme

Un autre aspect omniprésent dans les discussions éthiques en simulation 3D du patrimoine est le photoréalisme des modèles. Comme le dit simplement Reingold (1991), plus de réalisme en réalité virtuelle ne mène pas nécessairement à plus de vérité. En effet, dans le contexte de l'archéologie numérique, la précision du résultat final n'est pas le point le plus important, mais plutôt le processus qui a mené à ce résultat (Morgan, 2009). Morgan nous fournit un exemple édifiant :

I know that my poor oven would not pass the standards of even the most basic video game design, but making the oven and placing it into context, even a virtual context, has increased my engagement with the materiality of the objects and how they might have related to each other during their use-lives. As the smoke pours out of the top of the oven, I noted that not only the wall behind it would be stained, but the ceiling above, and the ladder to exit the building. After re-creating the room, I led a tour of it for multiple public archaeology days and used the example of the virtual room to talk about the actual site, pointing out the differences between the virtual version and the examples on site. In this way, the model is not meant to stand alone, complete, self-evident, and static. It is made to be engaged with, to be improved, to be disproved. (Morgan, 2009 : 478)

Les problèmes du photoréalisme proviennent historiquement du manque de collaboration des ingénieurs informatiques et infographistes avec les archéologues et historiens. Il y avait et il y a encore parfois un désir de s'approcher de l'esthétisme des jeux vidéo au lieu de se concentrer sur les enjeux de fiabilité et disponibilité des sources. Le risque est de créer de belles simulations qui ne reflètent pas l'état des connaissances actuelles sur le sujet. Les utilisateurs sont alors incapables de distinguer les éléments véridiques des ajouts esthétiques ou des hypothèses non confirmées (Schofield, 2018). Dans leur projet de Viking VR, Schofield a délibérément évité le photoréalisme afin de promouvoir l'esprit critique des utilisateurs: « We hoped that by avoiding photorealism and by referencing the aesthetic style both of games and of archaeological paintings we could encourage visitors to maintain a slight critical distance, rather than unquestioningly accepting the truth of every detail of each scene. » (Schofield, 2018). Bien entendu, il faut prendre en compte la question de recherche et évaluer conjointement entre chercheurs en informatique et en patrimoine la meilleure stratégie pour y répondre. Cette complémentarité de travail permet d'utiliser au mieux les différents niveaux de photoréalisme et de présentation

d'hypothèses afin de s'adapter au contexte de recherche. Pour le palais de l'Intendant, nous avons misé sur un « réalisme efficace » d'une part par contrainte de temps et d'argent, mais d'autre part, pour éviter de cristalliser une image de l'époque dans la tête des utilisateurs. La question de recherche et le public cible sont aussi des éléments qui ont façonné la réalisation du modèle. Il est aisé de compléter les éléments manquants par l'usage de son imagination tout en appréciant les éléments en place qui structurent cet imaginaire.

Les enjeux de la multidisciplinarité

La multidisciplinarité d'un projet comme celui-ci comporte des défis qui ne lui sont pas exclusifs, mais bien partagés par toutes les recherches de ce type. Une équipe multidisciplinaire nécessite beaucoup plus de temps, de moyens financiers, de discussions, de matériel, d'essais et erreurs, de réunions, de mise à jour et de planification qu'une recherche dans un seul domaine. Malgré tous ces points, il s'agit d'une pratique de plus en plus en vogue puisqu'elle permet d'acquérir des données plus riches. Les résultats reflètent aussi mieux la « vraie » vie, c'est-à-dire que les données ne sont pas segmentées, mais bien complexes et au croisement de différentes matières et phénomènes.

Contraintes techniques

Une critique pertinente concerne les difficultés techniques pour la construction d'un modèle 3D, les difficultés de partage du modèle et la pérennité des projets de cette nature. Il est vrai que la construction d'un modèle de réalité virtuelle nécessite un ordinateur puissant avec une carte graphique adaptée et idéalement un appareil d'immersion (casque, salle, etc.). L'expérimentation du modèle par une tierce personne nécessite tout autant de matériel pour vivre pleinement l'environnement en réalité virtuelle. Ce défi technique est évidemment difficile à surmonter pour les pays défavorisés, des contextes de recherche académiques sous-financés et pour l'archéologie professionnelle de manière générale. Nous verrons un peu plus loin les arguments en faveur d'un investissement partiel ou complet dans cette technologie. Cependant, nous sommes conscients du positionnement privilégié qui est nécessaire pour débiter cette entreprise.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons eu le privilège d'avoir accès à de l'équipement de pointe. Par contre, il est difficile de partager les résultats, car ce sont de larges fichiers et leur utilisation est limitée sur des ordinateurs standards. C'est un problème expérimenté par plusieurs chercheurs comme Champion : « Virtual environments (VEs), and Collaborative Virtual Environments (CVEs), are too large in terms of file size or finding areas of interest when inside the environment. They contain too much data for many people to download, and walk through, especially on home computers, or on the computers that schools can afford to both buy and maintain. » (Champion, 2011 : 18). Au moment d'écrire ces lignes, l'environnement créé pour ce projet de mémoire est disponible par l'entremise de chercheurs et d'ingénieurs informatiques de l'Université de Rennes qui ont participé à sa réalisation et l'archéologue du projet situé à l'Université Laval. Un site Internet est aussi en production pour donner accès à une version simplifiée du modèle. Cette contrainte d'accès rend complexe

la continuité de la recherche, car l'archéologue n'a pas le choix d'être contacté afin de transmettre les données. Cette constatation est douloureuse puisqu'elle va à l'encontre de l'objectif de démocratisation espéré dans une démarche d'archéologie numérique.

Enfin, l'évolution des technologies ne garantit pas que ce modèle pourra fonctionner dans 5, 10 ou 20 ans. La conservation efficace est donc incertaine. C'est aussi un enjeu au niveau des institutions publiques, car de plus en plus de documentation 3D est produite à travers le monde et au Québec et il n'y a pas de solution miracle pour la gestion de ces données et leur analyse (Grossman, 2016). Du côté québécois, ni le centre de conservation du Québec, ni la ville de Québec, ni le gouvernement fédéral ou provincial n'a l'équipement ou le personnel qualifié pour conserver efficacement des fichiers 3D et encore moins des fichiers de réalité virtuelle. Ils manquent également de support pour les consulter. Nous croyons que la gestion des données numériques sera le plus gros enjeu mondial des prochaines années. Le chercheur Kintigh suggère que la prochaine étape « [...] should be oriented toward developing data management tools for archaeological communities worldwide and toward establishing a virtual environment for all documented data for comparative analysis, similar to the Digital Archaeological Record (United States) and the Archaeology Data Service (United Kingdom) (Kintigh *et al.*, 2014).

Contraintes de temps, d'argent et d'expertise

Une autre critique concerne les défis de temps et d'argent qu'il faut investir dans la production d'environnements numériques et leur intégration en réalité virtuelle. L'évaluation de l'investissement découle d'une réflexion au cas par cas, même dans les projets académiques. Il est indispensable de fixer des limites qui correspondent à des objectifs précis pour chacun des sites (Lefebvre et Galmiche, 2012). Les possibilités sont théoriquement infinies alors il faut orienter la modélisation afin d'atteindre une compréhension globale ou la compréhension d'un élément précis (Lefebvre et Galmiche, 2012). La difficulté de ces affirmations est de réaliser en amont les différentes possibilités qui s'offrent à l'archéologue. Il est complexe de bien évaluer les objectifs poursuivis, car peu de nos collègues connaissent le potentiel de la réalité virtuelle. De plus, l'archéologue doit évaluer le meilleur ratio entre ce qu'il est capable d'accomplir, dans un temps plus long, et l'avantage d'engager des professionnels pour écourter certaines parties du travail (infographisme, modélisation, codage). Le temps nécessaire dépend également de l'expérience de chacun dans un projet d'archéologie numérique. Les domaines sont si éloignés l'un de l'autre qu'il faut expérimenter ce type de projet à plusieurs reprises avant de développer une fluidité et une compréhension efficace entre les archéologues et chercheurs en informatique. Schofield *et al.* évoquent leur réflexion sur cette problématique du niveau d'expertise : « As with any media piece, the detail and complexity of the scenes were limited by a combination of the skill of the artists involved, the time and resources at their disposal and the limitations of the technical platforms used. The technical development of the scenes was a highly skilled craft process and relied on the expertise of experienced sound designers and a 3D artist.

Possibly, as VR gains in popularity, software solutions will emerge that enable museums and Cultural Heritage organisations to develop their own content more easily. » (Schofield *et al.*, 2018 : 11). Nous croyons que malgré la disponibilité de ressources de plus en plus accessibles, les archéologues devront toujours collaborer dans des équipes multidisciplinaires pour arriver à leur fin et concentrer leur expertise où elle est la plus utile. Une suggestion à long terme pourrait être de développer une équipe mixte, autant pour les projets académiques que pour les firmes professionnelles, afin de faciliter la fluidité de communication, développer l'expertise et ainsi graduellement réduire le temps et l'argent nécessaires à la production de projets d'archéologie numérique. De leur côté, les chercheurs en informatique travaillent déjà sur la création d'outils accessibles et conviviaux afin de faciliter la compréhension et les échanges entre eux et les experts de différents domaines (p. ex. : Lécuyer *et al.*, 2020a; Lécuyer *et al.*, 2020b; Lécuyer *et al.*, 2019).

Évidemment, avant de pouvoir entreprendre toute démarche vers une archéologie plus numérique, il faut surpasser la technophobie de certains chercheurs et s'allier des informaticiens : « Unfortunately, some archaeologists observe the digital revolution from the sidelines, believing these techniques to be beyond them and yet something that they can neither ignore nor escape. For archaeology to take utmost advantage of the digital era, there must be an interaction between archaeological researchers and technology-oriented researchers to promote these new directions. » (Grossman, 2016).

4.1.2 Analyse de phénoménologie en contexte numérique

Validité des données

Une autre critique qui pourrait être soulevée est la « non-véracité » de l'analyse en raison de son contexte virtuel et/ou de la production d'une seule hypothèse. Nous tenons à déconstruire cette pensée. Comme l'explique le philosophe Stéphane Vial, il n'existe pas une « vraie » réalité et un monde virtuel « faux » (Vial, 2017). Toutes les interactions qui se déroulent sur le web par exemple ne sont pas invalides puisqu'elles n'ont pas été dites par la bouche d'une personne dans la « vraie » vie. Il est inexact de penser que tout ce qui se déroule en réalité virtuelle est faux ou irréel seulement par association fautive du terme « virtuel » à quelque chose qui n'existe pas vraiment. Nous croyons au contraire que les modélisations 3D d'un contexte qui n'existe plus aujourd'hui sont beaucoup plus près de la réalité de l'époque que certains contextes *in situ* complètement redessinés par les humains contemporains. De plus, tel que mentionné précédemment, les recherches en neuroscience démontrent que les transmissions dans le cerveau humain sont similaires voire exactement les mêmes entre différents types de réalité (Gallese, 2016). De même, les études sur la présence suggèrent qu'il n'y a pas des délimitations claires entre la réalité et l'illusion de la réalité (ex. des rêves) et que le sentiment « d'être présent » est une construction sociale, contextuelle et parfois même plus « vraie » en contexte numérique (Pillai, Schmidt et Richir, 2013; Villani *et al.*, 2012). Le phénomène de présence et l'analyse phénoménologique qu'elle permet en contexte numérique est donc entièrement valable. De plus, nous concédons que la reconduction de

l'expérience permettrait de préciser les *affordances* et la fiabilité scientifique des résultats, mais cela n'invalide pas les données récoltées pour autant. Il n'y a pas de « mauvaises » données en phénoménologie. Ce projet de mémoire est une modeste contribution à la science, un premier pas dans l'application de l'archéologie numérique au Québec, que nous encourageons à poursuivre.

Limites de la technologie et de la méthodologie

L'analyse sous forme de longues marches produit des données qui sont importantes dans l'analyse de phénoménologie *in situ*. Il s'agit cependant d'une technique qui n'est pas encore au point dans le domaine de la réalité virtuelle. Nous avons décidé de l'éliminer dans le cadre de ce mémoire et nous avons usé de notre imagination pour reconstituer la perception du mouvement du corps sur de plus longues distances dans l'espace. Nous croyons que cette limite technologique n'affecte pas la validité des données, mais force plutôt à adapter la méthodologie au contexte virtuel. Il en est de même pour les perceptions sonores, tactiles, olfactives, etc. Nous argumentons que les perceptions visuelles nous donnent déjà une foule d'informations à traiter et que les autres perceptions sensorielles pourront apporter des informations supplémentaires dans de futures recherches. Il ne s'agit que d'une première étape dans l'analyse du palais de l'Intendant en contexte numérique que nous ne désirons pas statique et figée. Au contraire, nous encourageons les ajouts et modifications de l'environnement 3D, car la multivocalité permet des résultats plus riches de sens.

4.2 Avantages de la réalité virtuelle

4.2.1 Avantages méthodologiques

Éditorialisme

Les choix éditoriaux que doit faire l'archéologue dans sa démarche d'archéologie numérique amènent certains débats éthiques tels que mentionnés précédemment, mais amènent également à une réflexion plus approfondie et originale. Morgan démontre bien cet argument à la suite de son travail à Çatal Höyük en Turquie :

As a participant who is generally uninvolved in the final, “cooked” interpretation of the excavated materials at Çatalhöyük, making these interpretive decisions while recreating the room interior challenged my perceptions of the site, and made me truly engage with some of the questions that as an excavator I had pondered only in passing while filling out my data sheets. [...] Increasing interpretive and methodological reflexivity as an archaeologist is only one part of the importance of building virtual reconstructions. There are other interpretations of the morphology of the architecture at Çatalhöyük, and OKAPI Island can host these multiple perspectives, preserving authorship in the “owner” tags of the object. (Morgan, 2009)

L'analyse classique en archéologie consiste à prendre les données de terrain, les combiner aux archives (si disponibles) et produire une interprétation de ce qui se présente devant nous. La démarche d'archéologique numérique, particulièrement l'inclusion de la réalité virtuelle, combinée à l'approche phénoménologique inclus

cette même démarche tout en obligeant le chercheur à réfléchir sur ce qui n'est pas là et sur les actions qui auraient pu être posées. Les chercheurs sont donc poussés à réfléchir sur l'éclairage, sur les intempéries, sur la disposition des objets dans l'espace, sur le volume des structures qui n'ont plus que des fondations ou que l'on ne voit que sur des cartes en plan. Cela mène à une réflexion qui s'approche de la définition d'archéologie de Philippe Bruneau qui englobe les quatre plans de la rationalité (logique, ethnique, technique et éthique) inspirée de la théorie de la médiation (Bruneau et Balut, 1997). Pour expliquer simplement, nous pouvons mentionner son exemple du vêtement (Bruneau, 1983). Il prend un élément presque inexistant du contexte archéologique, en raison du problème de conservation, et soutient qu'il s'agit tout de même d'un élément archéologique essentiel à étudier : "[...] On constate donc que l'objet se définit par sa nature, par la cohérence des processus qui le font, non par la difficulté qu'on rencontre à le connaître : un objet de science ne se définit pas par les conditions de son observation." (Bruneau et Balut, 1997 : 16). Dans la même volonté qu'a l'archéologie numérique de dépasser les schémas d'analyse traditionnels, le modèle de Bruneau amène à une déconstruction du sujet pour faire ressortir les éléments manquants ce qui permet de poser des questions qui seraient passées sous silence.

Centre d'archives central

La première étape de réalisation d'un projet d'archéologie numérique consiste à regrouper les informations pertinentes à sa construction. L'avantage de la réalité virtuelle est de permettre l'archivage de données de tous formats et sources au même endroit (figure 26). Par exemple, nous avons combiné des données LiDAR, des cartes anciennes, des plans de fouilles archéologiques, des reconstitutions 3D résultant de photogrammétrie, des modélisations 3D faites sur mesure, des tableaux de critères de fiabilité et le positionnement du soleil et des étoiles à la date exacte proposée.

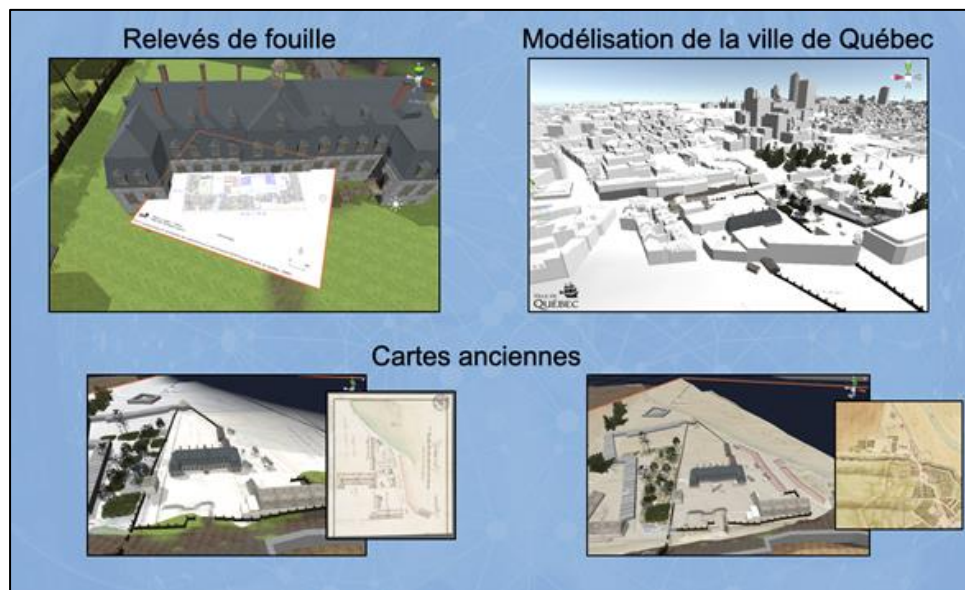


Figure 26. Exemples de la documentation insérée dans l'environnement numérique du second palais de l'Intendant (Paradis, 2019)

Cette mise en commun est très utile pour visualiser rapidement les informations souhaitées et comparer celles-ci. Malgré les contraintes mentionnées auparavant, nous considérons qu'il s'agit d'un outil pratique pour la poursuite de la recherche puisque les chercheurs auront déjà tous les éléments clés au même endroit. Cela est vrai pour les différents types de données sur un même territoire, mais c'est également pratique pour les données réparties à travers le monde. Donald Sanders et Sam Paley de l'Université de Buffalo à New York se sont associés pour colliger les données sur la salle du trône de Nimrud au IX^e siècle situé sur le territoire de l'Irak actuel. Les bas-reliefs et les différents artefacts étaient dispersés dans 60 musées à travers le monde. Grâce à la mise en commun de l'ensemble de ces données au même endroit, ils ont été en mesure de tester des hypothèses de luminosité, de différents combustibles (qui produisent différentes couleurs). Un modèle 3D du résultat est maintenant disponible au Metropolitan Museum of Art à New York (Bawaya, 2010).

De plus, ces « centres d'archives en réalité virtuelle » pourront servir d'outil pédagogique. Si l'on pense aux futures excavations, il serait utile de faire expérimenter aux archéologues de terrain l'environnement numérique du site qui sera fouillé. Cela permettrait d'anticiper ce qui pourrait être découvert, de mieux contextualiser de manière chronologique le secteur et consulter rapidement la documentation avant les fouilles. Fuchs mentionnait : « Par ailleurs, les nuages de points 3D constituent en quelque sorte des moulages virtuels dont la pérennité peut être assurée et qui peuvent être transmis aisément à diverses équipes de recherche. » (Fuchs, 2006 : 113). Il serait aussi pertinent de combiner les différentes années de fouille d'un secteur pour acquérir une meilleure compréhension du terrain et raffiner les fouilles au fil du temps. Comme Forte le démontre avec le cas d'étude de Çatal Höyük (Forte, 2014), année après année, les données sont colligées dans un environnement de réalité virtuelle et il est donc possible de lier les opérations qui n'étaient pas ouvertes au même moment. Il a pu dévoiler une peinture dans son ensemble même si les sections de la peinture ont été dévoilées sur plusieurs années de fouilles. Ce serait très utile de réaliser ce type de projet à l'Îlot des palais puisque 30 années de fouilles sont à colliger et à analyser.

Simulations

Un autre avantage de la réalité virtuelle est la possibilité d'expérimentations sans détruire ou endommager les vrais objets ou sites. Les simulations d'éclairage sont un bon exemple de processus difficile à réaliser directement sur les sites archéologiques : « Since observation or simulation is often not allowed to use actual cultural assets because they must be protected from destruction and deterioration, the use of 3D data is necessary for the verification of archaeological hypotheses. This process enables us to reproduce the 3D appearance realistically according to the properties of the light sources. » (Masuda *et al.*, 2008). La réalité virtuelle rend aussi possible la simulation d'une foule de situations impossibles à recréer sur le terrain ; les simulations d'intempéries, de séismes, d'hypothèses de bombardement, de systèmes hydrologiques, de cosmologie, etc.

Conservation du patrimoine à risque

Un grand nombre de monuments historiques et sites archéologiques mondiaux sont à risque de destruction ou de détérioration en raison de désastres naturels, de pillage, de vandalisme ou de guerres (Ikeuchi et Miyazaki, 2008). Une des meilleures façons de préserver cet héritage culturel mondial est l'acquisition numérique 3D des artefacts et monuments encore en place et même ceux détruits (ex. : traitement de photogrammétrie de photos de touristes). Une des raisons de la supériorité des documents 3D est qu'ils possèdent plus d'informations que les documents 2D (ex. : volume, taille exacte). Même si ces documents ne remplaceront jamais les objets originaux, certains contextes géopolitiques ne donnent pas d'autres choix que de préserver une copie numérique. Une autre raison d'utiliser ces technologies est qu'elles produisent des données pouvant être diffusées relativement facilement (surtout en fichier compressé) sur Internet ou dans des musées. Fleury promeut déjà cette idée en 2010 : « Quand il faut chercher les moyens les plus efficaces pour mettre en valeur, exploiter scientifiquement ou conserver le patrimoine — les monuments en particulier connaissent aujourd'hui de plus en plus d'agressions dues à la pollution, à l'urbanisme ou au tourisme de masse —, l'informatique apporte des solutions pour acquérir des images, les traiter, les présenter et les diffuser. » (Fleury, 2010 : 1) L'utilisation de technologie comme la lasergrammétrie diminue le besoin de manipulation ce qui constitue un avantage pour la sauvegarde des objets et vestiges archéologiques (Fuchs, 2006). Ce sont des technologies qui s'adaptent à la nature fragmentaire des informations archéologiques et facilitent les acquisitions délicates (Fuchs, 2006).

Visualisation de schémas complexes

Utiliser l'imagination pour extrapoler des interprétations ou comprendre la distribution spatiale d'un site n'est pas un nouveau concept pour les archéologues. Cependant, la restitution 3D de ces schémas en dehors de la tête du chercheur est un concept beaucoup plus récent. Ce processus est indéniablement scientifique, car il permet de vérifier la pertinence ou la validité d'une hypothèse par sa matérialisation (Semlali, 2009). L'objectif est de concrétiser un espace de regroupement des connaissances sur un sujet, mais aussi une trace du processus lié à sa création afin de mieux comprendre et partager ces connaissances. Nous sommes d'avis que l'utilisation du corps, la visualisation à différentes échelles et 360 degrés, l'interaction et éventuellement l'ajout d'éléments sensoriels favorisent les perceptions cognitives et la compréhension de données complexes. C'est aussi l'avis de Champion (2011) que la présentation en réalité virtuelle d'idées et d'éléments difficiles à concevoir dans le monde physique ou sur des médiums de diffusion traditionnels permet une meilleure conceptualisation de ceux-ci.

Du côté phénoménologique et de la médiation, la capacité de la réalité virtuelle de rendre les données « spectaculaires » permet de mieux transmettre l'expérience d'un vaste environnement ou d'éléments microscopiques. Contrairement aux reconstructions physiques, l'échelle n'a que peu d'incidence sur le budget

ou sur le besoin de ressources techniques ce qui en fait un outil unique pour partager l'immersion dans une variété d'environnements riches en histoire (Schofield, 2018). Les simulations 3D sont des outils de médiation grand public appropriées pour contextualiser des objets et exposer des idées d'interrelations spatiales complexes (Pfarr-Harfst, 2016).

Perspectives et échelles

Un autre avantage de cette technologie est presque déjà atteint par la numérisation et la transformation en fichier 3D des informations archéologiques. Cependant, la réalité virtuelle permet entre autres une perspective à l'échelle 1 : 1 totalement nouvelle et plus immersive que la représentation sur un écran standard. Il est également possible de voir des éléments de quelques millimètres jusqu'à l'immensité d'une ville complète. Ces différentes échelles d'analyse sont accessibles par d'autres technologies, mais la réalité virtuelle offre l'immersion et l'interaction dans cet environnement. L'échelle 1 : 1 permet ainsi d'évaluer l'étroitesse d'un chemin, d'une porte ou un couloir, de percevoir la hauteur d'un toit ou la distance entre des bâtiments (Barreau, 2017). Enfin, la réalité virtuelle permet à l'utilisateur de visualiser un environnement sous tous ses angles et sur toutes ses échelles ce qui serait impossible à réaliser dans le monde physique. Même les chercheurs qui connaissent bien le site archéologique original soutiennent l'apport de cette technologie pour l'avancement des connaissances :

[...] the detailed 3D visualization of the excavated structure, [...] was both beneficial and complementary to the 2D notes, drawings, and diagrams that are traditionally available post-excavation. Visualizing the life-sized model was even more important than we thought, as the archaeologists considered critical to see the details of particular stones or the intersection of walls. In the same time, they appreciated the contextual overview given by the world-in-miniature model which made it very simple to visualize spatial relationships between objects across the site. All users pointed out that they thought the major benefit of our system was the ability to use multiple displays to compare the temporal relationships of excavated objects [...] with the equivalent 3D spatial relationships [...] and while in the same time having all the additional contextual information for those objects displayed on the VERTICAL display. [...] Exploring such relationship contexts [took] seconds, when normally, this task can take hours to complete. (Benko, 2007 : 115)

Une perspective également originale au contexte numérique est la possibilité de voir au travers de nos propres yeux ou de suivre un avatar à distance. Cette opportunité n'est encore une fois pas accessible dans le monde physique.

Une autre perspective provient du couplage de la tomodensitométrie à la réalité virtuelle qui donne accès aux données internes des objets archéologiques qui ne seraient pas disponibles à l'œil nu, mais cela permet également de composer une surface externe à ces objets qui peuvent être transposées dans l'environnement numérique et ainsi donner les deux perspectives au même endroit (transparence pour voir la structure interne et externe d'un objet). Il y a aussi la possibilité de prendre la surface externe générée pour en faire une

impression 3D. Cet objet physique peut ensuite être intégré dans l'environnement numérique par des interactions qui allient la sensation de toucher, de pesanteur ou de déplacement d'un objet avec le reste de l'environnement non tangible (p. ex. : Nicolas *et al.*, 2015). Ces possibilités de dispositifs haptiques en réalité virtuelle ouvrent de toutes nouvelles perspectives qui rejoignent des sensations familières aux archéologues de terrain qui sont entraînés à reconnaître des sensations subtiles au toucher des objets, de la terre et sous la truelle.

Flexibilité

La conception d'un environnement numérique en réalité virtuelle implique une flexibilité théorique infinie de cet espace. En effet, nous avons souligné que certains facteurs ne permettent pas de réaliser aisément la transmission et l'archivage de ce type d'environnement ; cela dit, dans un contexte de recherche idéal où les fichiers sont réellement accessibles, les possibilités de mise à jour sont permanentes. C'est un terrain idéal d'expérimentations, de confrontation d'hypothèses, de simulations, de tests mécaniques et bien plus (Fleury, 2010). Fleury identifie quatre aspects de la réalité virtuelle qui la rend théoriquement plus flexible en termes de gestion des données que les supports traditionnels papier et même cédéroms. La première est justement l'immatérialité du support puisque les données sont entreposées sur un serveur central physique ou un nuage. Les deuxième et troisième aspects sont les différentes échelles, les interactions et la diversité des sources entreposées au même endroit. Enfin le quatrième est la possibilité de diffusion des données par Internet (Fleury, 2010).

4.2.2 Avantages pour l'analyse de phénoménologie

Contextualisation

Le grand avantage de la réalité virtuelle pour une analyse de phénoménologie, mais également pour tout le processus interprétatif inhérent à la démarche d'archéologie numérique est la remise en contexte. Cet environnement qui bonifie la perception visuelle et corporelle peut tout autant bonifier le processus interprétatif. Krasniewicz explique déjà en 2000 que le résultat d'un *360° QuickTime VR panorama* est un outil clé pour l'analyse archéologique : « It is, of course, notoriously difficult to measure or quantify this enhancement. Productivity studies may measure the efficiency or convenience of accessing data but they cannot explain how the data was used better or how it improved understanding or insights by a researcher (Bennett, 1999 : 73). Nevertheless, if archaeologists rely on contextualization for all their interpretations, then technology that promotes context will doubtless provide a useful service. » (Krasniewicz, 2000 : 165). Cette contextualisation est multiple et adaptée aux besoins des chercheurs : contexte chronologique, spatial, culturel, comparatif entre divers types de données, etc. Dans une perspective de phénoménologie, nous croyons que la remise en contexte chronologique est d'une aide précieuse pour les contextes urbains contemporains. C'est une chose de former une image mentale du contexte de l'époque, c'en est une autre de la concrétiser dans un environnement

numérique immersif où l'ensemble des détails peut être analysé en profondeur. Un autre élément de contextualisation est l'occasion de modéliser des événements historiques et de permettre l'interaction avec des personnages de l'époque. Cet ajout aux données classiques est particulièrement intéressant. En plus d'être totalement impossible dans le monde physique, il ouvre la voie à une contextualisation sociale et des interprétations plus précises sur le mode de vie de l'époque.

Déambulation en réalité virtuelle

Un avantage de la déambulation en mode « fantôme » ou sur le sol, permise dans l'environnement numérique du deuxième palais de l'Intendant est qu'elle offre la possibilité de s'attarder sur les différents éléments rencontrés. Un projet de réalité virtuelle inclut normalement plus d'interactivité avec le monde numérique. Nous soutenons que, pour une première hypothèse de travail, il est intéressant de laisser le chercheur se familiariser avec les outils de réalité virtuelle, de déambuler de manière instinctive et de limiter les risques de réflexes de jeu vidéo que pourraient engendrer trop d'options d'interaction.

Multiplicité des hypothèses de travail

Même si ce mémoire consiste à l'analyse d'une première hypothèse de travail, une deuxième a été modélisée afin d'insérer les métadonnées et proposer une référence visuelle des éléments à faible niveau de fiabilité. Nous avons répété à maintes reprises qu'il serait également possible de modéliser une grande variété d'hypothèses et ainsi réaliser une multitude d'analyses de phénoménologie. L'analyse traditionnelle se concentre normalement sur l'expérience du chercheur ou de plusieurs chercheurs afin de multiplier les données. L'environnement numérique offre cette même possibilité, en plus d'offrir l'accès à de multiples versions du même environnement.

4.3 Pertinence pour le domaine professionnel

La réalisation d'un projet d'archéologie numérique requiert un investissement important. Il faut donc vérifier si les avantages sont suffisamment substantiels pour intéresser les firmes d'archéologie professionnelles.

Au moment d'écrire ce mémoire, les firmes d'archéologie à travers le Québec font appel à la photogrammétrie et la lasergrammétrie lors de projet d'envergure. Cependant, il est encore difficile d'utiliser concrètement ces données lors de la rédaction du rapport final. De plus, la diffusion des résultats de modèle 3D est également difficile en raison du manque de supports et ordinateurs adaptés pour ce type de données. Les données 3D sont donc surtout utilisées à des fins de visualisation 2D des structures ou du site dans son ensemble dans le rapport remis aux institutions gouvernementales ou pour un contexte de mise en valeur. Parfois, lors de conférences de l'Association canadienne d'archéologie (ACA) ou de l'Association des archéologues du Québec (AAQ), certaines firmes pourront présenter un vidéo ou un lien de diffusion de modèle 3D comme SketchFab

(<https://sketchfab.com>). L'intégration de ces technologies est encore bien récente et il est normal que nous soyons dans une phase d'adaptation à ces outils et de questionnement quant à leur utilité. C'est une des raisons pourquoi l'auteur a choisi de traiter de ce sujet dans ce projet de recherche. Selon nous, une intégration de la réalité virtuelle dans le milieu professionnel est réalisable et souhaitable pour le futur. Une collaboration entre universités, gouvernements et Calcul Québec⁶ pourrait être envisageable pour réaliser cette intégration. Bien entendu, cela ne se fera pas du jour au lendemain, mais il serait pertinent de viser dans cette direction.

Premièrement, l'acquisition sur le terrain devrait être démocratisée à plusieurs archéologues qui pourraient libérer un peu de leur temps pour prendre les photos et autres données 3D. Puisque ces acquisitions sont tributaires de la température, de l'ensoleillement et des conditions climatiques et puisque les fouilles ont un rythme difficilement planifiable, engager une firme externe entraîne des coûts beaucoup plus importants en raison des nombreux va-et-vient. Cependant, engager une firme externe pour le traitement des informations pourrait être une solution à court terme. En effet, une équipe de programmeurs et infographistes engagés par les firmes d'archéologie serait la meilleure solution à long terme, mais cela inclut des frais d'équipement et de salaire à ne pas négliger. Une bonne collaboration entre « archéologue numérique » et firme externe pour le traitement des milliers de photos et/ou nuages de points permet une distribution des tâches efficace pour produire des données dans un délai raisonnable.

Ensuite, ces données pourraient être intégrées dans un environnement de réalité virtuelle. Non seulement il s'agit d'une banque de données diverses facilement accessible, lorsque bien conçue, mais il permet de documenter chacune des étapes de fouille. Par la suite, il devient un outil d'interprétation original pour les archéologues actuels. Nous croyons que cette approche permettrait une meilleure visualisation de l'ensemble des données et permettrait un échange d'idées plus concret entre chercheurs. De plus, si la fouille d'un site se prolonge sur plusieurs saisons, un référentiel à l'échelle 1 : 1 est pratique et efficace. Les questions soulevées peuvent être ajoutées au modèle et re-consultées par la suite par d'autres archéologues ou par le même chargé de projet les années suivantes. Il n'est pas nécessaire de rendre l'environnement de réalité virtuelle comme un outil de médiation, mais bien de le rendre facile d'accès pour les archéologues afin qu'il devienne un outil de recherche et d'archivage de l'information. Ceci dit, avec cet outil en main, il serait très facile de le donner en soumission à une firme d'ingénieurs informatiques pour l'adapter à des utilisateurs du grand public ou pour créer un outil pédagogique.

Comme perspective future, les structures gouvernementales devraient participer et financer des structures pour l'élaboration de projets de réalité virtuelle afin de croiser les données entre les firmes privées. Ainsi, nous

⁶ Calcul Québec : regroupement de spécialistes en calcul informatique de pointe (CIP) et hébergement de données
<https://www.calculquebec.ca/a-propos/qui-sommes-nous/>

croyons que cela permettrait une amélioration de la recherche sur le patrimoine de manière générale et faciliterait la mise en commun des données archéologiques au Québec.

4.4 Médiation

Selon le Code d'éthique et des normes professionnelles de l'Association des Archéologues professionnels du Québec (AAQ), la transmission des informations récoltées sur le patrimoine commun est un devoir éthique. On peut mentionner trois points majeurs du code d'éthique :

2.1.2 : « l'archéologue doit se préoccuper de présenter aux communautés mentionnées en titre l'archéologie et les résultats de ses recherches. »

3.4.1 : « le document archéologique est un document de nature publique et fait partie du patrimoine culturel. À ce titre, il n'appartient pas en propre à l'archéologue. C'est pourquoi le document archéologique doit être diffusé, mis en valeur et rendu accessible. »

3.4.3 : « L'archéologue doit voir à la diffusion des résultats de sa recherche, dans un délai raisonnable, et sous la forme qu'il jugera la plus adéquate selon les divers publics qu'il veut ou doit informer : communauté scientifique, populations concernées, population en général. »

Ce code d'éthique concerne le territoire québécois, mais les mêmes préoccupations sont définies dans plusieurs codes d'éthique et de pratiques professionnelles à travers le monde. Il ne s'agit pas d'une tâche facile et la production de documentation vulgarisée est un art en soi. Nous argumentons que la production d'un projet de réalité virtuelle peut venir aider au processus de diffusion du savoir et mettre les bases de structures pédagogiques pour tous les âges. Dans ce mémoire, nous pouvons constater que la construction d'un environnement 3D permet l'avancement de la recherche scientifique, un archivage multisource et une visualisation de la mise en commun des données permettant une rapidité de compréhension inégalée. À la suite de cette constatation, nous pouvons imaginer que la réalisation d'un environnement 3D, et donc l'application de l'archéologie numérique, pourrait devenir systématique. Cela permettrait, d'une part d'améliorer la recherche, mais d'autre part de donner des bases à une médiation intuitive, immersive, interactive. Ainsi nous avons la possibilité de tirer avantage des nouvelles technologies pour l'acquisition des informations brutes de terrain et de sources diverses jusqu'à l'analyse numérique et enfin la diffusion grand public. Certes, l'archéologie numérique ne deviendra pas simplement un « trois en un » (acquisition, analyse et diffusion) du jour au lendemain. Il est néanmoins possible de prédire un avenir qui tend dans cette direction. Le cas d'étude présenté est un exemple de cette démarche progressive. Nous avons fait la démarche d'acquisition, l'intégration en réalité virtuelle puis l'analyse, mais il nous reste à compléter la diffusion de l'ensemble de cette démarche. Chacune de ces étapes requiert un investissement considérable de temps, d'argent et de collaboration avec des acteurs

clés. Pour le palais de l'Intendant, l'objectif à moyen terme est d'intégrer l'environnement 3D et une présentation de la démarche d'archéologie numérique dans le centre d'interprétation de l'Îlot des Palais. Chaque projet archéologique ne possède pas toujours ce type d'occasion. Il faut alors user de créativité pour développer des cadres de diffusion efficaces qui feront justice à la qualité de production d'un modèle en réalité virtuelle.

À cet effet, la qualité de production du modèle pour la recherche scientifique n'est pas gage de qualité pour sa diffusion grand public. Durant cette période d'adaptation à ce processus, nous suggérons de travailler avec des firmes externes de développement d'outils de médiation muséale ou de jeux vidéo pour adapter l'environnement de recherche à un environnement de vulgarisation et de participation. Le produit initial doit devenir un outil de médiation facile à manipuler, intuitif et avec un accès contrôlé aux informations. Un accès illimité ne ferait que submerger l'utilisateur d'informations ce qui ne favorise pas la rétention de son attention. Une solution peut être un accès en arborescence permettant de plonger dans les données plus pointues au besoin. En effet, l'utilisateur grand public ne sera normalement pas intéressé à connaître tous les détails des métadonnées, mais une possibilité d'accès pour les plus curieux et pour les chercheurs démontre la rigueur scientifique du travail réalisé.

Nous sommes conscients que cette proposition n'est pas réaliste pour tous les chantiers de fouilles archéologiques. L'archéologie numérique est plus adaptée aux grands chantiers comme ceux effectués pour l'échangeur Turcot (Patrimoine Expert, 2012, 2018 ; Ethnoscop, 2013). Ces chantiers comportent une complexité et un intérêt historique qui justifie l'investissement dans le développement d'un environnement 3D en réalité virtuelle. Si nous discutons de l'exemple de l'échangeur Turcot, nous constatons que plusieurs étapes sont déjà accomplies pour l'acquisition des informations numériques (ex. : lasergrammétrie). De plus, la communauté scientifique est d'accord que dans ces cas, une acquisition traditionnelle doit maintenant être couplée d'une acquisition numérique afin de préserver le plus d'information possible sur le patrimoine. La suite de cette réflexion est d'utiliser ces informations pour en soutirer de nouvelles interprétations, mais aussi développer des outils de médiation et de pédagogie mobiles, durables et ludiques.

Un des avantages de la réalité virtuelle pour la diffusion est sa mobilité. Il est possible d'installer casque et ordinateur à n'importe quel endroit et non pas seulement dans une pièce adaptée dans un musée. Nous mentionnons cette particularité puisque nous croyons qu'il faut sortir des paradigmes du cadre muséal pour explorer la diffusion à plus vaste échelle. Notamment la diffusion dans les communautés éloignées des grands centres urbains. L'archéologie amène à cette réflexion sur les stratégies de divulgation, car les sites de fouilles se retrouvent partout sur le territoire ce qui nous offre une multitude de terrains de diffusion. Lors du projet *Artefact Urbain*, cette idée a pris la forme de présentoirs temporaires extérieurs directement sur les lieux de fouilles afin de partager l'information sur les artefacts retrouvés directement sur les lieux (*Artefact Urbain*,

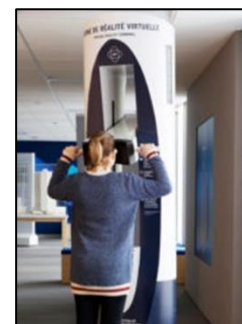


Figure 27. Borne de réalité virtuelle conçue par Montréal en histoires en 2017

2017). L'objectif était de décentraliser l'information, de la sortir des musées ouverts de « 9 à 17 h », afin de piquer la curiosité des passants. En contrepartie, le projet a nécessité l'impression 3D et la confection de répliques des artefacts puisque les intempéries extérieures pouvaient mettre en péril la conservation des originaux. La réalité virtuelle possède alors une autre commodité à cet effet. La reconstitution 3D des objets ou tout autre élément permet une manipulation sans danger de bris. Un exemple intéressant a été réalisé à Montréal en 2017 (Montréal en histoires, 2017). Les créateurs ont conçu des bornes fixes de réalité virtuelle pour partager différentes expériences d'environnement numérique dans des lieux publics (figure 27). Cette structure démocratise l'accessibilité des données historiques et archéologiques à un large public sans mettre en danger les artefacts ou les vestiges.

Une autre idée serait l'élaboration d'ateliers dans les écoles comme ce que propose le *Musée Ambulant*. Cet organisme organise, à la manière d'un cirque itinérant sous un grand chapiteau, une exposition d'œuvres d'art actuel (Musée Ambulant, 2019). Ces visites interactives visent à démocratiser l'art de différents médiums aux élèves du primaire. Ce concept de décentralisation est aussi appliqué en archéologie avec les trousseaux éducatives d'Archéo-Québec depuis 2006. Ces trousseaux permettent la manipulation d'artefacts et des échanges avec des archéologues professionnels (Archéo-Québec, 2006). Nous croyons que l'ajout de la réalité virtuelle sur des plateformes de diffusion simple d'utilisation serait pertinent à la médiation destinée à un jeune public.

En résumé, puisque c'est le devoir de l'archéologue d'assurer la diffusion de ses données, la production d'un environnement de réalité virtuelle l'aiderait non seulement à sa propre analyse scientifique, mais également la médiation de l'ensemble de ses résultats. L'aspect ludique, dynamique et inclusif de la réalité virtuelle en fait une forme adéquate de diffusion pour tous les publics : communauté scientifique, populations concernées, population en général.

Conclusion

Ce mémoire découle d'une réflexion sur l'intégration de nouvelles technologies en archéologie et les différents apports de ces ajouts pour le processus méthodologique et l'interprétation. Nous avons débuté ce document par l'établissement de l'état de l'art en réalité virtuelle, puis son intégration en archéologie. Nous constatons que la réalité virtuelle est un vaste domaine de recherche qui existe depuis plus de cinquante ans et que même son intégration en archéologie ne date pas d'hier. Il y a par contre des lacunes dans la portée de son application et un manque d'exemples canadiens ou québécois. Notre étude est originale puisque nous proposons une analyse encore peu commune et le tout sur un site largement étudié sauf sous cet angle de traitement.

Le projet INTROSPECT qui chapeaute cette recherche nous a entre autres mis en contact avec des spécialistes en réalité virtuelle. Avec une analyse plus approfondie de ce domaine en comparaison avec les applications déjà réalisées en archéologie, nous avons constaté qu'il serait intéressant de tester deux aspects : la méthodologie d'archéologie numérique et une analyse de phénoménologie en contexte numérique. L'archéologie numérique a pour objectif de systématiser la démarche d'intégration des nouvelles technologies (quelles qu'elles soient) en contexte archéologique, de l'acquisition à l'analyse jusqu'à la médiation, tandis que la phénoménologie a pour objectif de profiter de l'environnement virtuel pour conduire une analyse visuelle, expérimenter la présence dans cet espace et plonger dans l'interprétation afin d'amplifier les données. Nous avons établi un cadre spatio-temporel précis composé du site et l'horizon visible depuis le site du deuxième palais de l'Intendant de 1719 selon une première hypothèse de travail. Ce contexte est le support d'analyse de la problématique à double volets qui fait miroir aux réflexions initiales. Une démarche d'archéologie numérique qui inclut l'acquisition des informations en numérique et leur traitement, l'intégration en réalité virtuelle à l'échelle 1 :1 pour ajouter l'immersion et l'interaction, l'analyse à l'intérieur même de cet environnement numérique et ultimement sa diffusion ; permet-elle la création d'un espace adéquat pour conduire une analyse de phénoménologie en contexte numérique et ainsi générer de nouvelles données ?

Pour nous assurer d'une analyse optimale, nous établissons un cadre de recherche qui comporte trois volets : un cadre théorique, un cadre terminologique et un corpus de données qui justifie l'hypothèse de recherche. La première théorie est celle de la phénoménologie en archéologie qui s'allie de manière fluide à la deuxième théorie dite environnementale de Gibson. La première concentre son attention sur la perception du corps comme partie intégrante de l'environnement et sur un mélange entre une observation empreinte de relativisme culturel et d'extrapolation d'une « humanité universelle » afin de s'approcher du vécu des populations passées. Gibson concentre quant à lui son attention sur les possibilités d'actions dans l'environnement donné qui découle des perceptions du corps. Puis, le cadre théorique se conclut avec les concepts de présence proposés par Merleau-Ponty qui rattache de manière fondamentale le paysage avec l'observateur. Le cadre terminologique suit la

théorie tout simplement pour justifier l'utilisation du terme « d'archéologie numérique » et démystifier l'usage d'une myriade de termes dans la communauté scientifique qui aborde le sujet des outils numériques en archéologie. Par la suite, le corpus de données présente les outils primaires historiques et archéologiques qui forment l'environnement numérique du second palais de l'Intendant. Les sources secondaires, qui dans ce cas-ci sont numériques, sont aussi brièvement exposées pour relater les bases de la construction de l'environnement avant même son intégration en réalité virtuelle.

Dans le deuxième chapitre, nous avons appliqué notre réflexion théorique dans une structure méthodologique d'archéologie numérique. Nous avons découvert les avantages techniques de l'acquisition des informations en 3D, mais plus particulièrement de la conception d'un environnement numérique. En effet, cet environnement permet de regrouper l'ensemble des données au même endroit et ainsi visualiser différentes perspectives d'échelles, différentes formes de documents, différentes époques et différentes hypothèses. Cette expérience de projet multidisciplinaire nous a menés à plusieurs réflexions sur la meilleure marche à suivre afin d'améliorer l'efficacité de futures réalisations. Le défi de la communication est au cœur de ces réflexions. À la suite de notre expérience, nous sommes convaincus que les communications en personne sont essentielles et qu'une mise à jour régulière des priorités à réaliser assure un processus plus fluide et efficace. Nous avons aussi réalisé que la prise en considération en amont des exigences de rigueur scientifique, détaillées par de nombreuses instances internationales, mène à une meilleure structure de projet. La même conclusion a été tirée pour la conception des bases de données. Pour le projet du palais de l'Intendant, nous les avons conceptualisées dans un système de pensée archéologique ce qui a alourdi la charge de travail lorsqu'un grand nombre de données ont été ajoutées. Ainsi, nous recommandons de s'inspirer des bases de données déjà établies par les chercheurs en informatique afin de faciliter la communication et la poursuite des recherches. Enfin, nous avons découvert une variété d'outils spécifiques à la réalité virtuelle qui peuvent être utiles pour les archéologues, mais également les possibilités de programmation de nouveaux outils. Par exemple, il a été possible d'insérer la carte du ciel exacte de 1719 dans l'environnement numérique du palais de l'Intendant, car cet outil avait été créé de toute pièce par un ingénieur du projet INTROSPECT. Les archéologues doivent donc saisir l'occasion de s'asseoir avec des chercheurs en informatique pour discuter longuement de leurs besoins. Ces derniers pourront ainsi expliquer les limites conceptuelles, les limites de temps, mais également les possibilités totalement inusitées qui n'auraient pas encore été développées.

Les résultats de l'analyse phénoménologique en contexte numérique sont ensuite détaillés dans le troisième chapitre. La base de l'analyse repose principalement sur trois points de vues dans le secteur du palais qui ont été sélectionnés pour leur vue d'ensemble du site, pour analyser l'organisation spatiale et pour se mettre dans la peau de l'Intendant. Le résultat est un texte narratif qui décrit l'exploration de l'environnement numérique du premier jour de juin de l'an 1719 à travers une analyse visuelle du paysage, mais également un amalgame des

perceptions de l'archéologue dans cet environnement et ses connaissances sur l'époque. Ce texte dévoile un paysage complètement différent du paysage contemporain et une remise en contexte de la vie coloniale sur le site. Bien qu'il soit possible d'imaginer le contexte spatial grâce aux cartes historiques, l'immersion dans cet environnement 3D à l'échelle 1 :1 a donné lieu à plusieurs surprises. Plusieurs bâtiments ont un volume plus impressionnant en réalité virtuelle que sur un dessin 2D, la proximité des maisons adjacentes au palais et la proximité de la rivière Saint-Charles sont accentuées et l'on comprend mieux la disposition stratégique du palais pour l'approvisionnement en ressources depuis les terres agricoles à l'ouest et la rivière. Nous avons aussi confirmé l'hypothèse de la monumentalité du palais et la symbolique véhiculée par les jardins ; tous deux liés à l'établissement du statut social de l'Intendance. Nous évaluons que l'élément le plus intéressant qui ressort de ces résultats est le foisonnement intellectuel qui se produit lors de l'analyse en réalité virtuelle duquel découle une multitude de questions qui n'avaient pas encore été abordées.

La discussion sur les résultats et sur la démarche méthodologique reflète la réflexion critique que nous avons eue tout au long du projet. Nous sommes conscients des limites de la démarche d'archéologie numérique et des préoccupations éthiques quant à validité des résultats. Les choix éditoriaux nécessaires à la conception de l'environnement numérique peuvent mener à une surinterprétation, mais ils peuvent également amener le chercheur à se poser des questions qu'il ne se pose pas normalement. Nous croyons que la transparence de la démarche permet d'assouplir les limites et d'ouvrir les interprétations à tout un chacun. Nous réalisons également que la multidisciplinarité, les contraintes de temps, d'argent, d'expertise et techniques sont des enjeux importants qui pourraient remettre en cause la faisabilité ou l'utilité de la démarche, mais il s'agit de contraintes que l'on retrouve aussi pour d'autres types d'analyses scientifiques. Nous croyons que les avantages surpassent les inconvénients pour les projets archéologiques d'envergure et qu'une réflexion nationale sur l'intégration de la réalité virtuelle serait pertinente. Les avantages techniques de l'archéologie numérique sont qu'ils proposent un centre d'archives pour tous type de données, qu'ils permettent la simulation de processus difficilement réalisable autrement (intempéries, éclairage, etc.), qu'ils offrent un outil de préservation du patrimoine, de visualisation de schémas complexes pour une meilleure compréhension et transmission des informations et une flexibilité par sa nature « informatisée ». De plus, nous avons la conviction que la contextualisation dans les paramètres d'une autre époque aide à l'analyse en phénoménologie et la multiplication des hypothèses de travail mène une diversité d'interprétations.

Enfin, l'intégration de l'archéologie numérique dans le domaine professionnel de l'archéologie québécoise est une idée possible et souhaitable à long terme parce qu'elle offre une concentration des données au même endroit, améliore la compréhension de situations complexes, facilite la communication aux autres chercheurs, favorise le développement de nouvelles interprétations en plus de créer une base d'outil de médiation qui pourrait être diffusée à un large public. Justement, puisqu'il s'agit du devoir éthique des archéologues de

partager les résultats de leurs recherches, l'archéologie numérique pourrait offrir une plateforme mobile, ludique et interactive intéressante.

- Prospective

La suite de ce projet de mémoire est son intégration dans le centre d'interprétation de l'Îlot des Palais. Il existe aussi une suite à cette recherche qui pourrait développer différentes hypothèses pour la même époque, créer des modèles pour différentes époques ainsi qu'ajouter d'autres perceptions sensorielles comme les sons et les odeurs. D'autres analyses de phénoménologie pourraient également être exécutées par différents chercheurs ou publics dans cette première hypothèse ou toutes autres hypothèses. Nous souhaitons que ce premier projet d'archéologie numérique soit porteur de réflexion et incite les jeunes archéologues à développer leurs propres projets numériques. Plusieurs projets en lien avec des chercheurs en patrimoine ont été réalisés en collaboration avec des chercheurs en informatique, notamment en France (p. ex. projet INTROSPECT; Gagne *et al.*, 2018; Barreau *et al.*, 2015). Il serait donc pertinent de s'inspirer des techniques développées (intégration immersive et interactive de la musique ou des sons, simulations météorologiques, interactions avec personnages historiques, etc.) ainsi que des sujets patrimoniaux abordés pour enrichir le développement des connaissances du patrimoine québécois. De plus, une recherche plus approfondie sur les techniques d'acquisition adaptées au milieu professionnel pourrait aussi être intéressante. Nous pouvons penser à l'intégration de la réalité augmentée dès les premières phases d'un projet archéologique qui pourrait permettre, entre autres, de visualiser des cartes anciennes directement sur le terrain de fouille.

En conclusion, l'intégration de l'univers 3D en archéologie est inévitable. Notre souci est donc de développer une méthodologie qui soit la plus efficace pour tous, mais aussi d'accueillir les réflexions et propositions des archéologues, des communautés concernées par les fouilles archéologiques, les professeurs, les muséologues et bien plus encore. Cette multivocalité permettra l'établissement d'outils et d'applications qui seront adaptés au mieux aux personnes concernées.

Bibliographie

ARCHÉO-QUÉBEC

2006 [En ligne] Trousses éducatives. <http://www.archeoquebec.com/fr/trousses-educatives>, consulté le 20 janvier 2020.

ARNALDI, Bruno, GUITTON, Pascal et Guillaume MOREAU

2018 *Virtual Reality and Augmented Reality: Myths and Realities*. ISTE Ltd et John Wiley & Sons, Inc., USA et Grande-Bretagne.

ARNALDI, Bruno, FUCHS, Philippe et Jacques TISSEAU

2003 Chapitre 1 du volume 1 du traité de la réalité virtuelle. Volume 1. Les Presses de l'École des mines, Paris.

ARTEFACT URBAIN

2017 [En ligne] Vitrites Artéfact Urbain, Vieux-Québec. <https://www.artefacturbain.ca/projets/vitrines-artefact-urbainvieux-quebec/>, consulté le 27 janvier 2020.

ASSOCIATION DES ARCHÉOLOGUES DU QUÉBEC

[En ligne] Code d'éthique. <https://www.archeologie.qc.ca/lassociation/code-dethique/>, consulté le 27 janvier 2020.

AUGER, Réginald

2010 Le site du palais de l'intendant à Québec, industrie et pouvoir : l'Intendance sous Jean Talon en Nouvelle-France. Dans *L'Intendance aux sources de l'administration locale*. Sous la direction de Dominique Guéniot, pp.123-39. Actes du colloque Les amis de Jean Talon 2008, Châlons-en-Champagne.

BAIN, Allison, AUGER, Réginald et Yves MONETTE

2017 *Îlot des Palais. Synthèses des recherches sur les études en archéologie environnementale, l'évolution du bâti et les études archéométriques sur la culture matérielle*. CÉLAT, Cahiers d'archéologie du CELAT 42. Université Laval, Québec.

BARREAU, Jean-Baptiste

2017 Techniques de production, d'exploration et d'analyse d'environnements archéologiques virtuels. Thèse de doctorat, Département d'Informatique, Université Bretagne Loire, INSA Rennes.

BARREAU, Jean-Baptiste, NOUVIALE, Florian, GAUGNE, Ronan, BERNARD, Yann, LLINARES, Sylviane et Valérie GOURANTON

2015 An Immersive Virtual Sailing on the 18th Century Ship La Boullongne. *Presence :Teleoperators and Virtual Environments*, MIT Press **24** (3): 201-219.

BARREAU, Jean-Baptiste, GAUGNE, Ronan, LE CLOIRE, Gaétan, BERNARD, Yann, GOURANTON, Valérie et Bruno ARNALDI

2017 Étude d'une structure dédiée à la production et l'exploration de données 3D appliquées à la recherche en archéologie. *Open Science* **17** (1) : 1-10.

BAWAYA, Michael

2010 Virtual Archaeologists Recreate Parts of Ancient Worlds. *Science* **327** (5962): 140-1.

BEACHAM, Richard, DENARD, Hugh et Franco NICCOLUCCI

2006 An Introduction to The London Charter. Dans *The E-volution of Information Communication and Technology in Cultural Heritage, Proceedings of VAST 2006, Budapest*. Sous la direction de M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci et K. Mania, pp.263-9. European Network of Excellence in Open Cultural Heritage.

BEALE, Gareth et Paul REILLY

2017 After Virtual Archaeology: Rethinking Archaeological Approaches to the Adoption of Digital Technology. *Internet Archaeology*, **44**. <https://doi.org/10.11141/ia.44.1>, consulté le 10 février 2020.

BENDICHO, Victor M., GUTIÉRREZ, Mariano F., VINCENT, Matthew L. et Alfredo G. LEÓN

2017 Digital Heritage and Virtual Archaeology: An Approach Through the Framework of International Recommendations. Dans *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*. Sous la direction de M. Ioannides, N. Magnenat-Thalmann et G. Papagiannakis, pp.3-26. Springer

BENKO, Hrvoje

2007 User Interaction in Hybrid Multi-Display Environments. Thèse de doctorat, Department of Computer Science, Columbia University, New York.

BENNETT, Scott

1999 Information-Based Productivity. Dans *Technology and Scholarly Communication*. Sous la direction de R. Ekman et R. Quandt, pp.73-94. University of California Press, Berkeley.

BENTKOWSKA-KAFEL, Anna, DENARD, Hugh et Drew BAKER

2012 *Paradata and Transparency in Virtual Heritage*. Ashgate Publishing, Farnham.

BERNARD, Jacynthe

2007 *Publications et documents se rapportant au site du palais de l'Intendant*. Entente de développement culturel et l'Université Laval. Manuscrit déposé aux Laboratoire d'Archéologie de l'Université Laval, Québec.

BRANDT, Roel, GROENEWOUDT, Bert J. et Kenneth L. KVAMME

1992 Site Location: Modeling in the Netherlands using GIS techniques. *World Archaeology* **24** (2): 268-82.

BRUNEAU, Philippe

1983 Le vêtement. *Ramage* **2** : 175-205.

BRUNEAU, Philippe et Pierre-Yves BALUT

1997 *Artistique et Archéologie*. 2e édition, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, Paris.

BURKHARDT, Jean-Marie et Philippe FUSHS

2006 Fondement de la réalité virtuelle. Dans *Le traité de la réalité virtuelle*. Sous la direction de Philippe Fuchs, pp.3 - 18. École des mines, Paris.

BOSHER, John Francis

1992 Négociants et navires du commerce avec le Canada de 1660 à 1760 : dictionnaire biographique / J.F. Boshier ; traduction, [Secrétariat d'État], Ottawa : Lieux historiques nationaux, Service des parcs, Environnement Canada, Coll. Études en archéologie, architecture et histoire, Ottawa.

BOAZ, Joel S. et Espen ULEBERG

1995 The Potential of GIS-Based Studies of Iron Age Cultural Landscapes in Eastern Norway. Dans *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Sous la direction de G. Lock et Z. Stančič, pp.249-60. Taylor and Francis, London.

CARTER, William M.

2017 Virtual Archaeology, Virtual Longhouses and "Envisioning the Unseen" Within the Archaeological Record. Thèse de doctorat, Département d'Anthropologie, University of Western Ontario, London.

CAUQUELIN, Anne

1995 Mots et mythes du virtuel. *Quaderni* **26**: 67-76.

CHAMPION, Erik

2011 *Playing with the Past*. Springer, Auckland, New Zealand.

CHIUHSIANG, J. Lin, BETSHA, T. Abreham et Bereket H. WOLDEGIORGIS

2019 Effects of displays on a direct reaching task: A comparative study of head mounted display and stereoscopic widescreen display. *International Journal of Industrial Ergonomics* **72**: 372-379.

CIBANGU, Sylvain K. et Mark HEPWORTH

2016 The Uses of Phenomenology and Phenomenography: A Critical Review. *Library & Information Science Research* **38** (2): 148-60.

CIPRESSO, Pietro, GIGLIOLI, Irene A.C., RAYA, Mariano A. et Giuseppe RIVA

2018 The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in Psychology* **9** (2086): 1-20.

COLEY, Jason

2019 Getting VR Legs: A Phenomenological Investigation of Presence and the Affective Body's Enactment of Space in Virtual Environments. Thèse de doctorat, Department of Communication and Media, Rensselaer Polytechnic Institute, New York.

CRUZ-NEIRA, Carolina, SANDIN, Daniel J., DeFANTI, Thomas A., KENYON, Robert V. et John C. HART

1992 The CAVE: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment. *Communications of the ACM* **35** (6): 64-72.

DALLAS, Ross W.A., PARKER, David et Derek W. HILDER

1995 GIS Principles Applied to an English Country House: Hie Brodsworth Hall Project. Dans *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1993, British Archaeological Reports International Series 598*. Sous la direction de J. Wilcock et L. Lockyear, pp.259-62. Oxford.

DASTUR, Françoise

2011 Phénoménologie du paysage. Projets de paysage. <https://projetsdepaysage.fr/editpdf.php?texte=637>, consulté le 10 février 2020.

DAWSON, Peter C., BERTULLI, Margaret M., LEVY, Richard, TUCKER, Chris, DICK, Lyle et Panik L. COUSINS

2013 Application of 3D Laser Scanning to the Preservation of Fort Conger, a Historic Polar Research Base on Northern Ellesmere Island, Arctic Canada. *Artic* **66** (2): 147-58.

DELL'UNTO, Nicolás, Di IOIA, Marco, GALEAZZI, Fabrizio, MORO, Alessia, PIETRONI, Eva, VASSALLO, Valentina et Lola VICO

2007 The Reconstruction of the Archaeological Landscape Through Virtual Reality Applications: A Discussion about Methodology. Paper in Conference Proceeding, ISPRS International Workshop, Zurich, Switzerland.

DJINDJIAN, François

2015 Computers and Mathematics in Archaeology, Anatomy of an Ineluctable Success! Dans *Proceedings of the 42nd annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology: CAA 2014 — 21st Century Archaeology*. Sous la direction de F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati et S. Robert, pp.1-6. Arscan, Paris.

DUCHAINE, Désirée-Emmanuelle

2000 De 1693 à aujourd'hui, secteur de la rue Vallière situé à l'ouest du palais de l'intendant : l'opération 34. Intervention archéologique 2000., Site du palais de l'intendant, Chantier-école de l'an 2000, Cahiers d'archéologie du CELAT 9, 22 p., Québec.

DUVAL, Thierry, NGUYEN, Thi, FLEURY, Cédric, CHAUFFAUT, Alain, DUMONT, Georges et Valérie GOURANTON

2014 Improving Awareness for 3D Virtual Collaboration by Embedding the Features of Users' Physical Environments and by Augmenting Interaction Tools with Cognitive Feedback Cues. *Journal on Multimodal User Interfaces* 8 (2): 187-97.

EMELE, Martin

2000 Virtual Spaces, Atomic Pig-bones and Miscellaneous Goddesses. Dans *Toward Reflexive Method in Archaeology: The Example at Çatalhöyük*. Sous la direction de Ian Hodder, pp.219-27. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge.

ETHNOSCOOP

2013 Projet Turcot. Surveillance et inventaire archéologiques. BiFj-104, MTL11-04-4, MTL12-04-1 et MTL12-23-2. Ministère des Transports du Québec (MTQ). Québec.

EVE, Stuart J.

2012 Augmenting Phenomenology: Using Augmented Reality to Aid Archaeological Phenomenology in the Landscape. *Journal of Archaeological Method and Theory* 19 (4): 582-600.

FALCONER, Liz et Curie SCOTT

2018 Phenomenology and Phenomenography in Virtual Worlds: An Example from Archaeology. Dans *Virtual Worlds: Concepts, Applications and Future Directions*. Sous la direction de Liz Falconer et Maricarmen Gil - Ortega, pp.1-38. Nova Science Publishers, New York.

FANINI, Bruno et Daniele FERDANI

2011 A New Approach from 3D Modelling and Scanning of Archaeological Data to RealTime Online Exploration. Dans *Revive the past, proceeding of the 39th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Sous la direction de M. Zhou, I. Romanowska, Z. Wu, P. Xu et P. Verhagen, pp.107-15. Pallas Publications, Amsterdam.

FANINI, Bruno, PAGANO, Alfonsina et Daniele FERDANI

2018 A Novel Immersive VR Game Model for Recontextualization in Virtual Environments: The μ VRModel. *Multimodal Technologies and Interaction* 2 (2): 1-20.

FAVRE-BRUN, Aurélie

2015 Architecture virtuelle et représentation de l'incertitude : analyse des solutions de visualisation de la représentation 3D. Dans *Actes du Colloque Virtual Retrospect 2013, Archéovision 6*. Sous la direction de R. Vergnieux et C. Delevoie, pp.91-6. Éditions Ausonius, Bordeaux.

FISHER, Scott S., McGREEVY, Michael W., HUMPHRIES, Jeffrey W. et Warren ROBINETT
1987 Virtual Environment Display System. Dans *I3D '86: Proceedings of the 1986 Workshop on Interactive 3D Graphics*. Sous la direction de F. Crow et S.M. Pizer, pp.77-87. Moffett Field, California.

FLEURY, Cédric
2016-2017 Introduction à la Réalité Virtuelle. Polytech Paris-Sud, Université Paris-Sud, Orsay.
https://www.lri.fr/~cfleury/teaching/et5-info/RVI-2016/slides/01_RVI_Introduction_RV.pdf, consulté le 10 février 2020.

FLEURY, Philippe
2010 La réalité virtuelle et son intégration dans un projet. *Les nouvelles de l'archéologie* **122** : 29-33.

FONTANA, Johannes De (Giovannis)
1420 *Bellicorum instrumentorum liber cum figuris*. Bayerische Staatsbibliothek, Italie, Venise.

FORTE, Maurizio
2008 Virtual Archaeology: Communication in 3D and Ecological Thinking. Dans *Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Tools for Discovery in Archaeology*. Sous la direction de B. Frischer et A. Dakouri-Hild, pp. 20 - 34. British Archaeological Reports International Series 1805, Archaeopress, Oxford.
2010 Introduction to Cyber-Archaeology. Dans *Cyber-Archaeology*. Sous la direction de Maurizio Forte, pp.9-13. BAR International Series 2177, Archaeopress, Oxford.
2011 Cyber-Archaeology: Notes on the Simulation of the Past. *Virtual Archaeology Review* **2** (4): 7-18.
2014 Virtual Reality, Cyberarchaeology, Teleimmersive Archaeology. Dans *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and Best Practices, British Archaeological Reports International Series 2598*. Sous la direction de F. Remondino et S. Campana, pp.113-27. Archaeopress, Oxford.
2015 Cyber Archaeology: A Post-Virtual Perspective. Dans *Between Humanities and the Digital*. Sous la direction de D.T. Goldberg et P. Svensson, pp.295-309. MIT Press, Boston.
2016 Cyber Archaeology: 3D Sensing and Digital Embodiment. Dans *Digital Methods and Remote Sensing in Archaeology*. Sous la direction de M.Forte et S. Campana, pp.271-89. Springer, Suisse.

FORTE, Maurizio et Nevio DANELON
2019 Cyber-Archaeology. Oxford bibliographies. <https://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199766567/obo-9780199766567-0207.xml>, consulté le 20 janvier 2020.

FORTE, Maurizio et Gregorij KURILLO
2010 Cyberarchaeology : Experimenting with Teleimmersive Archaeology. Dans *Conferences and Proceedings: 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*. Sous la direction de N.J. Piscataway, pp.155-62. Seoul, South Korea.

FORTE, Maurizio et Alberton SILOTTI
1997 *Virtual Archaeology : Re-Creating Ancient Worlds*. Thames and Hudson Ltd, London.

FORTIN, Catherine
1989 *Les macrorestes végétaux du site du premier Palais de l'intendant à Québec, CeEt-30*. CELAT hors - série 4, Université Laval, Québec.

FRANKLIN, Tom
2000 JTAP Project 305 Human Factors Aspects of Virtual Design Environments in Education: Project Report. *Advanced VR Research Centre* **48** (2): 1-151.

- FRISHER, Bernard, NICCOLUCCI, Franco, RYAN, Nick S. et Juan A. BARCELÓ**
 2002 From CVR to CVRO: The Past, Present, and Future of Cultural Virtual Reality. Dans *Virtual Archaeology: Proceedings of the VAST Euroconference, Arezzo 2000*. Sous la direction de F. Niccolucci, pp.1-12. Archaeopress, Oxford.
- FUCHS, Alain**
 2006 Outils numériques pour le relevé architectural et la restitution archéologique. Thèse de doctorat, Département de Formation Doctorale Informatique, Université Henri Poincaré - Nancy 1, France.
- FUCHS, Philippe**
 2006 Le traité de la réalité virtuelle : L'Homme et l'environnement virtuel. 3^e édition, Volume 1. École des mines, Paris.
- GALLESE, Vittorio**
 2016 Neoteny and Social Cognition : A Neuroscientific Perspective on Embodiment. Dans *Embodiment, Enaction and Culture*. Sous la direction de C. Durt, T. Fuchs et C. Tewes, pp.1-30. MIT Press, United States, Cambridge.
- GAUGNE, Ronan, GOURANTON, Valérie, DUMONT, Georges, CHAUFFAUT, Alain et Bruno ARNALDI**
 2014 Immersia, an Open Immersive Infrastructure : Doing Archaeology in Virtual Reality. Dans *Archeologia e Calcolatori, supplemento 5*. Sous la direction de L. Costa, F. Djindjian et F. Giligny, pp.180-9. UMR IRISA, Inria Rennes Bretagne Atlantique, France.
- GAUGNE, Ronan, NOUVIALE, Florian, RIOUAL, Octavia, CHIRAT, Arnaud, GOHON, Kevin, GOUPIL, Vincent, TOUTIRAIS, Martin, BOSSIS, Bruno et Valérie, GOURANTON**
 2018 EvoluSon:Walking through an Interactive History of Music. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press, Special Issue : Virtual and Augmented Reality in Culture and Heritage* **26** (3): 281-296.
- GIBSON, James J.**
 1981 The Ecological Approach to Visual Perception. *Journal of the Society for General Systems Research* **26** (3): 308-9.
- GIBSON, William**
 1984 *Neuromancer*. Ace Books, New York.
- GOTTARELLI, Antonio**
 1996 Museogratia e informatica: la ricostruzione virtuale della tomba menfita del Generale Horemheb. *Archeologia e Calcolatori* **7**: 1091-9.
- GRAHAM, Shawn**
 2017 Failing Productively. The Open Digital Archaeology Textbook. <https://o-date.github.io/draft/book/failing-productively.html>, consulté le 20 janvier 2020.
- GRANIER, Anne-Elisabeth, KUHN, Olivier et Jean-Dominique ORVOËN**
 1999 Internet - le mot et la chose : étude des mécanismes linguistiques à l'origine du langage d'Internet. École nationale supérieure des télécommunications, France. <http://orvoen.chez.com/internet/annexa.htm>, consulté le 20 janvier 2020.
- GROSMAN, Leore**
 2016 Reaching the Point of No Return: The Computational Revolution in Archaeology. *Annual Review of Anthropology* **45**: 129-45.

HEILIG, Morton L.

1962 *Sensorama simulator*. U.S. Patent US3050870A. United States Patent and Trade Office, Virginia.

HANSEN, Mark B. N.

2006 *New philosophy for new media*. MIT Press, New York.

HOLTORF, Cornelius

2007 *Archaeology Is a Brand!: The Meaning of Archaeology in Contemporary Popular Culture*. Routledge, New York.

HUGGETT, Jeremy

2015 A Manifesto for an Introspective Digital Archaeology. *Open Archaeology* 1 (1): 86-95.

HUNT, Eleazer D.

1992 Upgrading Site-Catchment Analyses with the Use of GIS: Investigating the Settlement Patterns of Horticulturalists. *World Archaeology* 24 (2): 283-309.

HUSSERL, Edmund

2005 Logische Untersuchungen. Ergänzungsband. Zweiter Teil. Texte für die Neufassung der VI. Untersuchung. Zur Phänomenologie des Ausdrucks und der Erkenntnis (1893/94-1921), Ulrich Melle [Logical Investigations. Complete Volume. Part II. New Edition of Book VI of Investigation. Concerning Phenomenology of Expression and Knowledge (1893/94-1921)]. Kluwer, Boston.

HUYNH-QUAN-SUU, Corinne

[non daté] Étymologie du terme « gouvernance ». Service de traduction de l'Union Européenne. https://ec.europa.eu/governance/docs/doc5_fr.pdf, consulté le 20 janvier 2020.

IOANNIDES, Marinos, FINK, Eleanor, MOROPOULOU, Antonia, HAGEDORN-SAUPE, Monika, FRESA, Antonella, LIESTØ, Gunnar, RAJCIC, Vlatka et Pierre GRUSSENMEYER

2016 *Digital Heritage Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. 6th International Conference, EuroMed, 2016, Part I, Springer.

IKEUCHI, Katsushi et Daisuke MIYAZAKI

2008 *Digitally Archiving Cultural Objects*. Springer, Tokyo.

INTERRANTE, Victoria, RIES, Brian, LINDQUIST, Jason, KAEDING, Michael et Lee ANDERSON

2008 Elucidating the factors that can facilitate veridical spatial perception in immersive virtual environments. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality* 17 (2): 176-198.

KARLSSON, Christina

2013 Visualizing Archaeology with Virtual Reality Tools. Master's thesis, Department of Archaeology and Ancient History, Lund University, Sweden.

KENYON, V. Robert, SANDIN, Daniel, SMITH, C. Randall, PAWLICKI, Richard et Thomas DEFANTI

2007 Size-Constancy in CAVE®. *PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments* 16 (2): 172-187.

KIM, Joohan

2001 Phenomenology of Digital-Being. *Human Studies* 24 (1-2): 87-111.

KINTIGH, Keith W., ALTSCHUL, Jeffrey H., BEAUDRY, Mary C., DRENNAN, Robert D., KINZIG, Ann P., KOHLER, Timothy A., LIMP, Fredrick W., MASCHNER, Herbert D.G., MICHENER, William K., PAUKETAT, Timothy R., PEREGRINE, Peter, SABLOFF, Jeremy A., WILKINSON, Tony J., WRIGHT, Henry T. et Melinda A. ZEDER

2014 Grand Challenges for Archaeology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (3): 879-80.

KNABB, Kyle, SCHULZE, Jurgen P., KUESTER, Falko, DeFANTI, Thomas A. et Thomas E. LEVY

2014 Scientific Visualization, 3D Immersive Virtual Reality Environments, and Archaeology in Jordan and the Near East. *Near Eastern Archaeology, Special Issue: Cyber-Archaeology* 77 (3): 228-32.

KOZEL, Susan

2007 *Closer: Performance, technologies, phenomenology*. MIT Press, Cambridge.

KRASNIEWICZ, Louise

2000 Immersive Imaging Technologies for Archaeological Research. Dans *Virtual Reality in Archaeology*. Sous la direction de J.A. Barceló, M. Forte et D. H. Sanders, pp.163-9. British Archaeological Reports International Series 843, Archeopress, Oxford.

LAPOINTE, Richard

1999 Reconstitution 3D du site du second Palais de l'intendant de Québec, vers 1730. *Archéologiques* 1 : 64-70.

LAPOINTE, Camille, BAIN, Allison et Réginald AUGER

2019 *Le site archéologique du palais de l'intendant à Québec : Plus de 35 années de découvertes*. Septentrion, Québec.

LAVENDER, David, WALLIS, Andrew, BOWYER, Adrian et Peter DAVENPORT

1990 Solid Modelling of Roman Bath. Dans *Precirculated Papers for Information Technology Themes at World Archaeological Congress 2, Volume 1*, pp.7-13, IBM UK Scientific Centre, Winchester.

LÉCUYER, Flavien, GOURANTON, Valérie, LAMERCERIE, Aurélien, REUZEAU, Adrien, CAILLAUD, Benoît et Bruno ARNALDI

2020a Unveiling the implicit knowledge, one scenario at a time. *The Visual Computer* 36 : 1951-1963.

LÉCUYER, Flavien, GOURANTON, Valérie, REUZEAU, Adrien, GAUGNE, Ronan et Bruno ARNALDI

2019 Authoring AR Interaction by AR. International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Eurographics Symposium on Virtual Environments, Septembre 2019, Tokyo, Japan.

2020b Action Sequencing in VR, a No-Code Approach. Sous la direction de M. Gavrilova, C. Tan, J. Chang, N. Thalmann, Transactions on Computational Science XXXVII, Lecture Notes in Computer Science, vol. 12230, Berlin, Allemagne.

LEFEBVRE, Anthony et Thierry GALMICHE

2012 Application de la restitution 3D à l'archéologie préventive. Une tuilerie du XVII^e et XVIII^e à Grisolle (AISNE). *Archeologia e Calcolatori, Supplemento* 3 : 329-38.

LÓPEZ-MENCHERO, Victor M.B. et Alfredo GRANDE

2011 The Principles of the Seville Charter. Dans *International Forum of Virtual Archaeology*. Sous la direction de K. Pavelka, pp.2-6. XXIIIrd International CIPA Symposium, Proceedings Prague, Czech Republic.

LUYAT, Marion et Tony REGIA-CORTE

2009 Les affordances : De James Jerome Gibson aux formalisations récentes du concept. *L'Année Psychologique* **109** (2) : 297-332.

MAIN, Peter L., HIGGINS, Tony, WALTER, Andrew, ROBERTS, Alison et Morven LEESE

1995 Using a Three-Dimensional Digitizer and CAD Software to Record and Reconstruct a Bronze Age Fissure Burial. Dans *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1993, British Archaeological Reports International Series 598*. Sous la direction de J. Wilcock et K. Lockyear, pp.133 - 141. Staffordshire University, Oxford.

MASUDA, Tomohito, YAMADA, Yosuke, KUCHITSU, Nobuaki et Katsushi IKEUCHI

2008 Illumination Simulation for Archaeological Investigation. Dans *Digitally Archiving Cultural Objects*. Sous la direction de K. Ikeuchi et D. Miyazaki, pp.419-39. Springer, Tokyo.

MERCIER-MÉTHÉ, Rosalie

2012 L'intendant de la Nouvelle-France et l'architecture : la convenance dans un contexte colonial. Mémoire de maîtrise, Département d'Histoire, Université Laval, Québec.

MÉREUZE, Rémi, JARHAUS, Adam, DAWSON, Pete et Max T. FRIESEN

2017 Documenting a Site in the Arctic Using 3D, Between Archaeological Research and Environmental Changes: Kuukpak, Northwest Territories, Canada. *Digital Archaeology* **1** (1): 1-11.

MERLEAU-PONTY, Maurice

1996 *Le primat de la perception et ses conséquences philosophiques*. Lagrasse : Verdier, France.

MILGRAM, Paul et Herman COLQUHOUN JR.

1999 A taxonomy of real and virtual world display integration. Dans *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*. Sous la direction de Y. Ohta et H. Tamura, pp.1-26. Springer, Berlin.

MONTREAL EN HISTOIRE

2017 Réalité virtuelle. <http://www.montrealenhistoires.com/rv/>, consulté le 27 janvier 2020.

MORGAN, Colleen L.

2009 (Re)Building Çatalhöyük: Changing Virtual Reality in Archaeology. *Archaeologies* **5** (3): 468-87.
2012 Emancipatory Digital Archaeology. Thèse de doctorat, Département d'Anthropologie, Université de Californie, Berkeley.

MOROPOULOU, Antonia, GEORGOPOULOS, Andreas, KORRES, Manolis, BAKOLAS, Asterios, LABROPOULOS, Kyriakos, AGRAFIOTIS, Panagiotis, DELEGOU, Ekaterini, MOUNDOULAS, Petros, APOSTOLOPOULOU, Maria, LAMBROU, Evangelia, PANTAZIS, George, KOTOULA, Lydia, PAPADAKI, Alexandra et Emmanouil ALEXAKIS

2017 Five-Dimensional (5D) Modelling of the Holy Aedicule of the Church of the Holy Sepulchre Through an Innovative and Interdisciplinary Approach. Dans *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*. Sous la direction de M. Ioannides, N. Magnenat-Thalmann et G. Papagiannakis, pp.247-70. Springer.

MOUSETTE, Marcel

1994 *Le site du Palais de l'intendant à Québec : genèse et structuration d'un lieu urbain*. Nouveaux Cahiers du CELAT. Septentrion, Québec.

MUSÉE AMBULANT

2019 Lab ambulant, <https://www.museeambulant.com/lab-ambulant/>, consulté le 27 janvier 2020.

NADEAU, Robert

2008 Le second palais de l'Intendant à Québec : mise en valeur virtuelle d'un lieu archéologique. Mémoire de maîtrise, Département d'Histoire, Université Laval, Québec.

NAKAMOTO, Takamichi, OTAGURO, Shigeki, KINOSHITA, Masashi, NAGAHAMA, Masahiko, OHINISHI, Keita et Taro ISHIDA

2008 Cooking Up an Interactive Olfactory Game Display. *Computer Graphics and Applications* 28 (1): 75-8.

NICOLAS, Théophile, GAUGNE, Ronan, TAVERNIER, Cédric, PETIT, Quentin, GOURANTON, Valérie et Bruno ARNALDI

2015 Touching and interacting with inaccessible cultural heritage. *Presence : Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press* 24 (3): 265-277.

NORDAHL, Rolf, SERAFIN, Stefania et Luca TURCHET

2010 Sound Synthesis and Evaluation of Interactive Footsteps for Virtual Reality Applications. *IEEE Virtual Reality Annual International Symposium* 1: 147-53.

OFFICE QUÉBÉCOISE DE LA LANGUE FRANÇAISE (OQLF)

2020 Cyber-. Banque de dépannage linguistique, http://bdl.oqlf.gouv.qc.ca/bdl/gabarit_bdl.asp?id=4352, consulté le 20 janvier 2020.

OURAMDANE, Nassima, OTMANE, Samir et Malik MALLEM

2009 Interaction 3D en Réalité Virtuelle - État de l'art. *Technique et Science Informatiques* 28 (8) : 1017-49.

PANTELIDIS, Veronica S.

1993 Virtual Reality in the Classroom. *Educational Technology* 33 (4) : 23-27.

PARADIS, Marie-Anne

2019 Réalité Virtuelle : Révéler et contextualiser la culture matérielle. Dans *Dévoiler l'artefact! Les rayons X comme outil polyvalent pour l'étude du mobilier archéologique, L'archéométrie dans tous ses états : Perspectives interdisciplinaires sur une discipline en constante évolution*. Sous la direction de A. Bain, G. Treyvaud, N. Bhiry, P. Francus et J. Woollett, Conférence. *GMPCA 2019 – XXIIe colloque international du Groupe des Méthodes Pluridisciplinaires Contribuant à l'Archéologie*, Montréal, Canada.

PATRIMOINE EXPERTS

2012 Projet Turcot. Surveillance archéologique. Travaux de caractérisation des sols (de septembre 2009 à mars 2011), Ministère des Transports du Québec (MTQ), Montréal.

2018 Projet Turcot. Interventions archéologiques dans les secteurs 6, 7, 8 ; Les zones CN4, 2016-A et sur le site BiFj-115 (ancien parc Thornton). Ministère des Transports, de la Mobilité durable et l'Électrification des transports (MTMDET), Montréal.

PELLETIER, Tommy Simon

2012 Le site de l'îlot des Palais (CeEt-30) : rapport d'intervention de l'opération 61. MCCCFCQ, Québec.

PFARR-HARFST, Mieke

2016 Typical Workflows, Documentation Approaches and Principles of 3D Digital Reconstruction of Cultural Heritage. Dans *How to Manage Data and Knowledge Related to Interpretative Digital 3D Reconstructions of Cultural Heritage?* Sous la direction de S. Münster, M. Pfarr-Harfst, P. Kuroczyński et M. Ioannides, pp.32-46. Springer, Heidelberg, Berlin.

PIETRONI, Eva, PLETINCKX, Daniel, HUPPERETZ, Wim et Claudio RUFA

2013 Etruscanning 3D: An Innovative Project about Etruscans. Dans *Archaeology in the Digital Era II: E-Papers from the 40th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology: Southampton*. Sous la direction de E. Earl, T. Sly, D. Wheatley, A. Chrysanthi, K. Papadopoulos, P. Murrieta-Flores et I. Romanowska, pp.66-76. Amsterdam University Press, Amsterdam.

PILLAI, S. Jayesh, SCHMIDT, Colin et Simon RICHIR

2013 Achieving presence through evoked reality. *Frontiers in Psychology* 4 (86): 1-13.

PIMENTEL, Ken et Kevin TEIXEIRA

1994 *Virtual Reality: Through the New Looking Glass*. 2e édition révisée. Windcrest/McGraw-Hill/TAB Books, Blue Ridge Summit, Pennsylvania.

PLATON

2007 *The Republic*. Traduit par Desmond Lee. Introduit par Melissa Lane. Penguin Classics, London.

POWLESLAND, Dominic

1991 From the Trench to the Bookshelf: Computer use at the Heselton Parish Project. Dans *Computing for Archaeologists*, Oxford University Committee for Archaeology Monograph 18. Sous la direction de S. Ross, J. Moffett et J. Henderson, pp.155-69. Oxford.

REILLY, Paul

1991 Towards a Virtual Archaeology. Dans *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Sous la direction de S. Rahtz et K. Lockyear, pp.133-9. British Archaeological Reports International Series 565, Archaeopress, Oxford.

1995 A management Consultant's View of the Present State of CAA, and Some Thoughts on its Possible Future. Dans *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1993*. Sous la direction de J. Wilcock et K. Lockyear, pp.1-6. British Archaeological Reports International Series 598, Archaeopress, Oxford.

RELPH, EDWARD C.

2014 Phenomenology. Dans *Themes in Geographic Thought*, 3^e édition. Sous la direction de M.E. Harvey et B.P. Holly, pp.99-114. Routledge, New York, NY.

RHEINGOLD, Howard

1991 *Virtual Reality*. Summit Books, New York.

RICHARDS, Julian D.

1998 Recent Trends in Computer Applications in Archaeology. *Journal of Archaeological Research* 6 (4): 331-82.

RICHARDSON, Lorna-Jane et Jaime ALMANSA-SÁNCHEZ

2015 Do You Even Know What Public Archaeology Is? Trends, Theory, Practice, Ethics. *World Archaeology* 47 (2): 194-211.

ROUSSEAU, Mélanie

2017 Des insectes et des Hommes : archéontomologie et paléontomologie à l'Îlot des Palais (CeET-30). Thèse de doctorat, Département des sciences historiques, Université Laval, Québec.

ROUSSET, Thomas, BOURDIN, Christophe, GOULON, Cédric, MONNOYER, Jocelyn et Jean-Louis VERCHER

2018 Misperception of egocentric distances in virtual environments: More a question of training than a technological issue. *Displays* **52** : 8-20.

RUGGLES, Clive L.N. et David J. MEDYCKYJ-SCOTT

1996 Site Location, Landscape Visibility, and Symbolic Astronomy: A Scottish Case Study. Dans *New Methods, Old Problems: Geographic Information Systems in Modern Archaeological Research, Center for Archaeological Investigations, Occasional Paper No. 23, Southern Illinois*. Sous la direction de H.D.G. Maschner, pp.127-46. University Press, Carbondale.

RUGGLES, Clive L.N., MEDYCKYJ-SCOTT, David J. et Alun GRUFFYDD

1993 Multiple Viewshed Analysis Using GIS and its Archaeological Application: A Case Study in Northern Mull. Dans *Computing the Past. CAA91 Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Sous la direction de J. Andersen, T. Madsen et I. Scollar, pp.125-35. Aarhus University Press, Aarhus.

RYAN, Nick S.

1996 Computer Based Visualization of the Past: Technical "Realism" and Historical Credibility. Dans *Imaging the Past, Electronic Imaging and Computer Graphics in Museums and Archaeology*. Sous la direction de T. Higgins, P. Main et J. Lang, pp.95-108. British Museum Occasional Paper No.114, London.

SAVAGE, Stephen H.

1990 GIS in Archaeological Research. Dans *Interpreting Space: GIS and Archaeology*. Sous la direction de K.M.S. Allen, S. W. Green et E.B.W. Zubrow, pp.22-32. Taylor and Francis, London et New York.

SCHOFIELD, Guy, BEALE, Gareth, BEALE, Nicole, FELL, Martin, HADLEY, Dawn, HOOK, Jonathan, MURPHY, Damian, RICHARDS, Julian et Lewis THRESH

2018 Viking VR: Designing a Virtual Reality Experience for a Museum. Dans *DIS '18: Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*. Sous la direction de I. Koskinen, Y. -K. Lim, T. Cerratto - Pargman, K. Chow et W. Odom, pp.805-15. Association for Computing Machinery, New York.

SEMLALI, Anis

2009 Moyens informatiques de restitution en archéologie monumentale : Cas du temple de Karnak. Thèse de doctorat, Département de l'aménagement, Université de Montréal, Canada.

SERAFIN, Stefania et Giovanni SERAFIN

2004 Sound Design to Enhance Presence in Photorealistic Virtual Reality. Dans *Proceedings of ICAD 04-Tenth Meeting of the International Conference on Auditory Display, Sydney*. Sous la direction de S. Barras et P. Vickers, pp.1-4. Stream-Based Sonification.

SHERIDAN, Thomas B.

1992 Musings on telepresence and virtual presence. Dans *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* **1** (1): 120-126.

SIMONEAU, Daniel

1994 3-D Models in the Service of the past: Geomatics in Archaeology. *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology* **26** (1): 11-4.

STATHAM, Nataska

2019 Scientific Rigour of Online Platforms for 3D Visualization of Heritage. *Virtual Archaeology Review* **10** (20): 1-16.

STERNBERGER, Ludovic

2006 Interaction en réalité virtuelle. Thèse de doctorat, Département d'Informatique, Université Louis Pasteur de Strasbourg 1, France.

SUTHERLAND Ivan E.

1964 Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System. Dans *Proceedings of the Spring Joint Computer Conference, Michigan*. Sous la direction de Calvin E. Johnson, pp.329-46. New York, USA.
1965 *The Ultimate Display*. Multimedia: From Wagner to Virtual Reality. Norton, New York.
1968 A Head-Mounted Three-Dimensional Display. Dans *Proceedings of the 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I, AFIPS '68*. Sous la direction de William H. Davidow, pp.757-64. New York, USA.

SWINK, Steve

2009 *Game feel: a game designer's guide to virtual sensation*. Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier, Amsterdam, The Netherlands; Boston, MA.

THOMPSON, B. William, WILLEMSSEN, Peter, GOOCH, A. Amy et Sarah H. CREEM-

2004 Does the Quality of the Computer Graphics Matter when Judging Distances in Visually Immersive Environments?. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality* **13** (5): 560-571.

TILLEY, Christopher Y.

1994 *A Phenomenology of Landscape: Places, Paths and Monuments*. 1^{ère} édition, Berg Publishers, Oxford.
2005 Phenomenological Archaeology. Dans *Archaeology: The Key Concepts*. Sous la direction de C. Renfrew et P. Bahn, pp. 201-7. Routledge, London.
2016 *Interpreting Landscapes: Geologies, topographies, identities*. Routledge, London.

TODRES, Les

2007 *Embodied Enquiry: Phenomenological Touchstones for Research, Psychology and Spirituality*. Palgrave Macmillan, London, United Kingdom.

TREYVAUD, Geneviève, DUPRAS, Samuel et Réginald AUGER

2013 De l'Égypte à Québec, un quatuor d'oudja à l'Îlot des Palais. *Archéologiques* **26** : 145-62.

VAN MANEN, Max

2014 *Phenomenology of Practice: Meaning-Giving Methods in Phenomenological Research and Writing*. Left Coast Press, Inc. Routledge, Abingdon.

VIAL, Stephane

2017 Virtuel ou numérique, EPSAA, Mairie de Paris, <http://moocdigitalmedia.paris/cours/designnumerique/virtuel-ou-numerique/>, entrevue vidéo, consulté le 4 février 2018.

VIENNE, Cyriel, MASFRAND, Stéphane, BOURDIN, Christophe et Jean-Louis VERCHER

2020 Depth Perception in Virtual Reality Systems: Effect of Screen Distance, Environment Richness and Display Factors applications. *IEEEAccess* **8**: 29099-29110.

VILLANI, Daniela, REPETTO, Claudia, CIPRESSO, Pietro et Riva GIUSEPPE

2012 May I experience more presence in doing the same thing in virtual reality than in reality? An answer from a simulated job interview. *Interacting with computers* **24** (4): 265-272.

VILLE DE QUÉBEC

2020 Saint-Roch. Maison Blanche,
https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/patrimoine/quartiers/saint_roch/interet/maison_blanche.aspx, consulté le 05 mars 2020.

WEBB, Esmee

1985 Introduction. Dans *Computer Applications in Archaeology 1985, Proceedings of the Conference on Quantitative Methods, Institute of Archaeology*. Sous la direction de E. Webb, pp.iii. Institute of Archaeology, Londres.

WEFERS, Stefanie, KARMACHARYA, Ashish, BOOCHS, Frank et Mieke PFARR-HARFST

2017 Digital 3D reconstructed models: Using semantic technologies for recommendations in visualization applications. *Studies in Digital Heritage* 1 (2): 537-46.

WILLIAMS, Jeremy I. et Aaron A. BURKE

2016 "You Have Entered Joppa": 3D Modelling of Jaffa's New Kingdom Egyptian Gate. *Near Eastern Archaeology* 79 (4): 260-70.

WOODWARD, John R.

1991 'Reconstructing history with computer graphics'. *IEEE Computer Graphics and Applications* 11 (1): 18-20.

WORLD-TIMEDATE

2011-2020 Astronomy. Moonphase data. Moon Phases for Quebec City, Quebec, Canada. Year 1719, Total Lunar Phases of June. http://www.world-timedate.com/astronomy/moonrise_moonset/moonphase_data.php?city_id=2&year=1719. consulté le 05 mars 2020.

Annexe A – Liste du corpus de données

Sources historiques

Date	Type	Auteur	Nom	Contenu	Utilisé pour :	Référence
1716	Carte	Chaussegros de Léry	Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716	« Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry ». Indique les fortifications existantes et les projets	DPI, Magasins Rivière St-Charles Fortifications Redoutes Potasse Bâtiments agricoles Jardins Rue Saint-Nicolas Tenaille Limoilou	03DFC 399B
1717	Carte	La Guer Morville	Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717.	« Plan des terrains joignant celui du Palais »	DPI Magasins Rivière St-Charles Fortifications Rue Saint-Nicolas Hangart au Roy Maisons adjacentes au palais Vieille boulangerie	Collection Moreau de Saint-Méry. F3 290 87
1715	Dessin d'architecte	La Guer Morville	Profil du Palais bâti en 1715 à Québec.	« Profil du Palais Baty en 1715 à Kebec. Ce qui est en jaune est à faire, ce qui est rouge est fait. La Charpente et la couverture en planche est faite a cette partie. »	Charpente Fondations Élévation de terrain (approx.) Toit	Centre des archives d'outre-mer (France), 03DFC 392C

1715	Dessin d'architecte	La Guer Morville	Palais de Québec 1715	Élévation du côté de la rivière St-Charles Plan du bel étage Élévation du côté de la Côte Plan de l'étage d'en bas	Composition générale du bâtiment Escaliers	Centre des archives d'outre-mer, 03DFC 391C
1715	Dessin d'architecte	La Guer Morville	Plan et [et élévation] du perron du nouveau Palais de Québec. 1715.	« Elevation du peron et des grilles de fer necessaire. Plan du Perron ou terrasse du nouveau Palais de Kebec 1715 pour servir de modele a la grille necessaire »	Jambage et linteau de la porte Positionnement général	Centre des archives d'outremer (France), 03DFC 393C
1718	Dessin d'architecte	Chaussegros de Léry	Élévations du nouveau Palais de Québec, capitale du Canada, Nouvelle France. 26 novembre 1718. Signé Chaussegros de Léry.	« Plans profils elevations du nouveau Palais de Quebec Capitale du canada nouvelle france. »	Toit, portes, fenêtres, escaliers, escalier monumental, cheminées, lanternon, porte, dimensions	Centre des archives d'outre-mer (France), 03DFC 404A
1715	Correspondance générale	La Guer Morville	Mémoire de La Guer Morville	« Dès 1714, les fondations sont achevées et les deux tiers des murs s'élèvent jusqu'à une hauteur de 11 à 12 pieds » (Nadeau, 2008)	Fondations Murs porteurs	Centre des archives d'outre-mer (France), COL CI 1A 35/fol.196-199v (dans Nadeau, 2008)
1719	Lettre	Vaudreuil et Bégon	Lettre de Vaudreuil et Bégon au conseil de la marine	Les travaux du palais de l'Intendant et des magasins sont officiellement déclarés terminés.	Appui chronologique	Fonds des Colonies, CI 1A. Correspondance générale ; Canada. Centre des archives d'outre-mer (France). COL CI 1A 40/fol. I 10-114
1720	Texte	Père Charlevoix	N/D	« C'est un grand pavillon dont les deux extrémités débordent de quelques pieds, et où l'on monte par un perron à double rampe. La façade du jardin, qui a vue sur la petite rivière, et qui y conduit de plein pied, est beaucoup plus riante que celle de l'entrée. »	Composition générale Escaliers	ROY, Pierre-Georges. <i>La ville de Québec sous le Régime français</i> . Québec, service des Archives du gouvernement du Québec, 1930. 2 v., ill., cartes, p.487
1721	Lettre	Chaussegros de Léry	Lettre de Monsieur Chaussegros de Léry au	L'ingénieur militaire Chaussegros de Léry insiste auprès du roi pour l'envoi d'ardoise afin de	Matériau toit	Pierre-Georges Roy, Inventaire des papiers de Léry, Québec, s. n.,

			Conseil de la marine, 25 septembre 1721	compléter la couverture des bâtiments qu'il construit.		vol. 1, 1939, 291 pages.
1755	Dictionnaire d'architecture	Augustin-Charles d'Aviler	Dictionnaire d'architecture civile et hydraulique et des arts qui en dépendent....	Les jardins doivent être symétriques, conçus comme un lieu de promenade pour l'occupant et « procurer] à la [...] maison un coup d'oeil qui plaise, et des objets amusants lorsqu'on s'y promène. »	Jardins	D'AVILER, Augustin-Charles. Dictionnaire d'architecture civile et hydraulique et des arts qui en dépendent... Paris, C. A. Jombert, 1755. 366 pages.
1755	État des fonds	N/D	État des fonds ordonnés pour la construction et réparation des fortifications et bâtiments du roi de la Nouvelle-France et des dépenses faites pendant l'année 1724	Présence d'une « fontaine du roi »	Fontaine	État des fonds ordonnés pour la construction et réparation des fortifications et bâtiments du roi de la Nouvelle-France et des dépenses faites pendant l'année 1724, 30 octobre 1724, COL CHA 46/fol.345-347 (Dans Mercier-Méthé, 2011)

Sources archéologiques

Date	Opération	Auteur	Titre	Contenu	Utilisé pour :	Référence
1991	Campagne 9	Marcel Moussette	Rapport annuel d'activité, Neuvième campagne de fouilles (1990) Le site du premier palais de l'Intendant (CeEt-30)	« L'installation d'un sol aménagé de galets de schiste (28C10) l'événement 2 b, est postérieur aux murs, car il vient butter contre eux et est situé au-dessus de la roche-mère. Il semble que nous puissions dater ce sol de l'époque du Régime français, car les artefacts trouvés sont du XVII ^e et XVIII ^e siècles. »	Élévation	p.8
1991	N/D	Daniel La Roche	La place René-Levesque – Vol. 1 Rapport – Vol. 2	Retour historique, aucune trace archéologique.	-	p.83-84


			Notes – Recherche Archéologiques			
2000	Opération 33	Marie-Michelle Dionne	À la recherche des vestiges du nouveau palais de l'intendant enfouis sous la rue des Prairies : l'opération 33, Intervention archéologique 2000.	« En effet, la surface de 33A11 se situe à environ 6,02 m au-dessus du niveau marin actuel, tandis que le niveau d'utilisation d'origine observable au mur pignon ouest du palais se trouve à une élévation de 5,52 m. Vu la légère inclinaison (...) de la rue Des Prairies, ces deux niveaux peuvent vraisemblablement correspondre à l'utilisation du palais au Régime français. [...] »	Élévation	p.18
2000	Opération 34	Désirée-Emmanuelle Duchaine	De 1693 à aujourd'hui, secteur de la rue Vallière situé à l'ouest du palais de l'intendant : opération 32, Intervention archéologique 2000	« Directement située au-dessus de la couche liée à la destruction du mur de fortification (34A18), nous avons retrouvé une couche d'argile sableuse (34A14) désignée comme étant un sol d'occupation datant du Régime français, certainement après 1713, [...] »	Élévation	p.15
2001	Opération 36	Louis Gilbert	Le site du deuxième Palais de l'Intendant (CeEt-30, opération 36, Intervention archéologique 2001 sur la rue des Prairies)	“Nous croyons qu'il s'agit de la première occupation du second palais de l'intendant, étant donné que l'altitude en surface des lots [...] se situe à quelques centimètres au-dessous de l'altitude du porche ouest des actuelles Voûtes du palais (5,39 m pour les lots contre 5, 52 m pour le porche).”	Élévation	p.20
2002	N/D	Jacques Guimont	L'évolution des fortifications dans le secteur du Parc de l'Artillerie. La tenaille des Nouvelle Casernes et le demi-bastion du Coteau de la Potasse 1690-1871.	Illustration de reconstitution de la redoute du Bourreau et des fortifications. Vestiges archéologiques.	Emplacement exact de la redoute et des fortifications	Centre de documentation en archéologie
2003	Opération 43	Frank Rochefort	Site du Palais de l'Intendant, chantier-école de l'an 2003	Traces de la construction de la maison de Jean Guillot en 1722-1723 dans les lots 43A45, 43A47, 43A48.	Élévation	p.240-241
2004	Opération 45	Marie-Pier Desjardins	Des premières fortifications de la Ville de Québec à aujourd'hui, secteur ouest du second palais de l'Intendant. Le site du palais de l'Intendant, CeEt-30,	Vestiges de la palissade en bois à l'ouest du second palais.	Emplacement et angle de la palissade en bois à l'ouest	p.53 et 123

			opération 45, printemps 2004.			
2012	Opération 61	Tommy Simon Pelletier	Le site de l'Îlot des palais (CeEt-30) : Rapport d'intervention de l'opération 61	"[...] 61A23 semble avoir été la première cour du second palais de l'intendant. Cette aire de circulation aurait été en fonction jusqu'à la création d'une autre surface de circulation, aux environs de 1750.	Élévation	p.35 et 66
2013	Multiples	François Pellerin	Carte géoréférencée des vestiges des fouilles archéologiques des chantiers-écoles de l'Université Laval, Phase IV (1684-1713)	Emplacement des vestiges de la palissade en bois et des fortifications en pierres.	Géoréférencement de la palissade et du tracé de la fortification en pierre	Voir figure 13.
2013	Multiples	François Pellerin	Carte géoréférencée des vestiges des fouilles archéologiques des chantiers-écoles de l'Université Laval, Phase V (1716-1760)	Emplacement des vestiges des murs disparus du second palais.	Géoréférencement des cartes anciennes grâce aux murs pignons	Voir figure 14.
2016	Opération 79	Éli Blouin-Rondeau et Solène Mallet-Gauthier	Site de l'Îlot des Palais (CeEt-30) Opération 79 chantier-école 2016	79A100b et 79B100e représentent le bas d'une porte menant à une aire de circulation datant de la construction du deuxième palais.	Élévation	p.9

Analyses archéologiques environnementales

Date	Auteur	Titre	Contenu	Utilisé pour :	Référence
1989	Catherine Fortin	Macrorestes végétaux du site du premier palais de l'Intendant à Québec (Ceet-30)	Vitis cf. europaea – Nom commun : vignes Phaseolus vulgaris – Nom commun : fève Pisum sativum – Nom commun : pois Brassica sp. – Nom commun : moutarde Juniperus communis – Nom commun : genièvre Fragaria sp. – Nom commun : Les fraises Rubus idaeus – Nom commun : les framboises Chenopodium album L. – Nom commun : Chénopode blanc ou chou gras (etc.)	N/D	FORTIN, Catherine. 'Macrorestes végétaux du site du premier palais de l'Intendant à Québec (Ceet-30)'. Québec, Université Laval, CELAT Hors série 2, 1989, 82 p.
2017	Mélanie Rousseau	Des insectes et des Hommes : archéontomologie et paléontomologie à l'îlot des Palais (CeEt-30), Québec	Forêt de conifères et décidus (Mélèzes, Épinette, Pin, Chêne, Orme, Peuplier, Saule, Aulne) Plantes herbacées (Armoise, Chardon-Marie, Aïrelles, Fraisier, etc.)	Sols, Épinette, Mélèze, Pin ont été intégrés	ROUSSEAU, Mélanie. 'Des insectes et des Hommes : archéontomologie et paléontomologie à l'îlot des Palais (CeEt-30), Québec'. Thèse de doctorat, Québec, Université Laval, 2017, p.114 à 127

Sources numériques

Date	Auteur	Nom	Contenu	Utilisé pour :	Référence
2009-2010-2017	INRS, Mathieu Des Roches, Louis-Frédéric Daigle, Geneviève Treyvaud, Pierre Francus	Tomographie des statuettes égyptiennes de l'Îlot des Palais (CeEt-30)	Modèle 3D de la surface externe et interne des statuettes compatible Matlab et en format .obj	Intégration dans l'environnement numérique des statuettes pour analyse contextuelle et perspective à petite échelle	INRS-ETE, Lab CT Scan, Laboratoire multidisciplinaire de tomodynamométrie pour les ressources naturelles et le génie civil, http://ctscan.ete.inrs.ca/
2013-2014	MTQ	LiDAR de la ville de Québec	Nuage de point de format .las Projection Mercator transverse modifiée Ellipsoïde GRS 1980 Système de référence NAD 1983 Fuseau MTM 7 Superficie de 1 km x 1 km	Topographie moderne	Géoboutique Québec : http://geoboutique.mern.gouv.qc.ca TE Québec Identifiant : 13-2505186F07
2015	Ville de Québec	Modèles 3D de Découvrir Québec	Modèle 3D Sketchup et AutoCAD de la ville de Québec (sans texture)	Analyse comparative avec l'environnement moderne	Entente de partage des données avec François Côté, conseiller à la mise en valeur du patrimoine et le Service de la culture et des relations internationales de la Ville de Québec 
2018	Marie-Anne Paradis	Photogrammétrie de l'Îlot des Palais, été 2018	Mesh et texture de l'Îlot des Palais en format .obj et .max	IDP	N/D

Annexe B : Grille d'analyse visuelle

Site :	CeEt-30	Date :	2019-01-21 / 1 juin 1719
Position :	A - Redoute du Bourreau	Heure départ :	12 h / 8 h
Température :	17 degrés	Heure fin :	13 h 30 / 9 h 30
Jour / nuit :	Jour	Plateforme :	Immersia (salle immersive)
Conditions lumineuses :	Soleil sans nuages		

Visibilité :	Éléments anthropiques	Végétation	Topographie	Autres éléments
Nord	Palais de l'Intendant, Magasins du roi, trois maisons plus petites, grange, palissade en bois, chemin en terre battue, Redoute Saint-Nicolas, Intérieur de la Redoute du Bourreau	Herbes, grève, eau	Falaise abrupte, pente descendante vers l'eau, relativement plate pour le reste, chemin de terre affaissé	On ne voit aucune terre à l'horizon ce qui donne l'impression qu'il s'agit de l'océan. Pas de soleil dans cette direction
Est	Fortifications en pierre, Magasins du roi, Grange, chemin en terre battue, palissade en bois, intérieur de la Redoute du Bourreau	Arbres (conifères), gazon, flan rocheux, eau, grève	Falaise abrupte, pente descendante vers l'eau, chemin de terre affaissé, pente ascendante derrière la redoute	Une terre est perceptible à l'horizon (Lévis), nous pouvons donc comprendre que ce n'est pas l'océan. Pas de soleil dans cette direction
Sud	N/D	N/D	N/D	N/D
Ouest	Palais de l'Intendant, tour de garde, palissade en bois, bâtiment de la potasse, bâtiments agricoles, tenaille, chemin en terre battue, Redoute Saint-Nicolas, fortifications en pierre, clôture, fontaine, jardins, Intérieur de la Redoute du Bourreau	gazon, roches, arbres (conifères), rivière, herbes et arbres différents (jardin)	Falaise, relief plat au bas de la falaise jusqu'à la rivière	Une terre est perceptible à l'horizon (Limoilou), terres agricoles, le soleil n'est pas présent, on distingue bien la rivière qui rétrécit du nord vers l'ouest

Site :	CeEt-30	Date :	2019-01-22 / 1 juin 1719
Position :	B - Devant le deuxième palais de l'Intendant façade nord-ouest	Heure départ :	8 h / 8 h
Température :	17 degrés	Heure fin :	9 h 30 / 9 h 30
Jour / nuit :	Jour	Plateforme :	Immersia (salle immersive)
Conditions lumineuses :	Soleil sans nuages		

Visibilité :	Éléments anthropiques	Végétation	Topographie	Autres éléments
Nord	Palais de l'Intendant, Magasins du roi, deux maisons plus petites, la vieille boulangerie, chemin en terre battue	eau, gazon	pente descendante vers le palais, petites maisons et l'eau	On ne voit aucune terre à l'horizon ce qui donne l'impression qu'il s'agit de l'océan. Pas de soleil dans cette direction
Est	Fortifications en pierre, Magasins du roi, la vieille boulangerie, chemin en terre battue, palissade en bois, fortifications (Nouvelle-Caserne)	gazon, roches (flan rocheux)	Falaise abrupte, pente descendante depuis le bas de la falaise qui est surélevé, vers le nord (eau, palais), le dessus de la falaise n'est pas plat, plutôt accidenté.	Petit chemin étroit entre le magasin et vieille boulangerie, plein soleil
Sud	Palissade en bois, fortifications (Nouvelle-Caserne), Redoute du Bourreau, bâtiment de la potasse, chemin en terre battue	gazon, roches (flan rocheux), arbres (conifères et autres)	Falaise abrupte, accentuée par la palissade qui descend, pente descendante depuis le bas de la falaise qui est surélevé, vers le nord (eau, palais)	Falaise est moins abrupte vers le sud-ouest et semble infinie, pas de soleil dans cette direction
Ouest	Palais de l'Intendant, tour de garde, palissade en bois, bâtiment de la potasse, fortifications, toit d'autres bâtiments inconnus, chemin de terre battue	gazon, arbres (conifères et autres)	Relief relativement plat	Pas de soleil dans cette direction

Site :	CeEt-30	Date :	2019-01-22 / 1 juin 1719
Position :	C - Au travers de la fenêtre du Cabinet (aile ouest du palais)	Heure départ :	10 h / 10 h
Température :	17 degrés	Heure fin :	10 h 20 / 10 h 20
Jour / nuit :	Jour	Plateforme :	Immersia (salle immersive)
Conditions lumineuses :	Soleil sans nuages		

Visibilité :	Éléments anthropiques	Végétation	Topographie	Autres éléments
Ouest	Tour de garde, bâtiment de la potasse, deux bâtiments agricoles, palissade en bois, tenaille, fontaine, clôture, Redoute du Bourreau et Redoute Saint-Nicolas, fortification, chemin de terre battue	gazon, herbes, arbres conifères et feuillus, terres agricoles, rivière	relief relativement plat, falaise abrupte, berge	Une terre est perceptible l'autre côté de la rivière (Limoulu), terres agricoles, le soleil n'est pas présent, on distingue bien la rivière qui rétrécit du nord vers l'ouest
Nord	N/D			
Est				
Sud				

Site :	CeEt-30	Date :	2019-01-23 / 1 juin 1719
Position :	A - Redoute du Bourreau	Heure départ :	7 h 50 / 22 h 15
Température :	17,5 degrés	Heure fin :	8 h 35 / 23 h
Jour / nuit :	Nuit	Plateforme :	Immersia (salle immersive)
Conditions lumineuses :	sans nuages		

Visibilité :	Éléments anthropiques	Végétation	Topographie	Autres éléments
Nord	Toit du palais de l'intendant, lanternes de l'entrée, toit des magasins, toit de la grange	eau	relief relativement plat	N/D
Est	Magasins du roi, grange, fortifications	eau, forêt	Falaise abrupte, plateau au-dessus de la falaise et relief plat au bas de la falaise	Note : la vue est obstruée par la modélisation de la Redoute du Bourreau, mais cela ne semble pas changer la perception
Sud	N/D	N/D	N/D	N/D
Ouest	Palais de l'intendant, Redoute du Bourreau (Incertain : palissade de bois, tenaille et bâtiment de la potasse)	eau, forêt	relief relativement plat, relief relativement plat de l'autre côté de l'eau (Limoilou)	N/D

Site :	CeEt-30	Date :	2019-01-23 / 1 juin 1719
Position :	B - Devant le deuxième palais de l'Intendant façade nord-ouest	Heure départ :	8 h 40 / 23 h 5
Température :	17,5 degrés	Heure fin :	9 h 5 / 23 h 30
Jour / nuit :	Nuit	Plateforme :	Immersia (salle immersive)
Conditions lumineuses :	sans nuages		

Visibilité :	Éléments anthropiques	Végétation	Topographie	Autres éléments
Nord	Palais de l'Intendant, maison, la vieille boulangerie	eau	relief relativement plat	N/D
Est	La vieille boulangerie, les magasins du roi (incertain : palissade en bois, les fortifications)	N/D	Falaise abrupte, au bas de la falaise le terrain est relativement plat	N/D
Sud	Redoute du Bourreau (Incertain : palissade en bois, fortifications)	forêt	Falaise abrupte, plateau au-dessus de la falaise et relief plat au bas de la falaise	N/D
Ouest	Palais de l'Intendant, bâtiment de la potasse, tour de garde, lanternes (Incertain : palissade en bois)	forêt, jardins	Relief relativement plat	N/D

Site :	CeEt-30	Date :	2019-01-23 / 1 juin 1719
Position :	C - Au travers de la fenêtre du Cabinet (aile ouest du palais)	Heure départ :	9 h 15 / 22 h 15
Température :	17,5 degrés	Heure fin :	9 h 30 / 22 h 30
Jour / nuit :	Nuit	Plateforme :	Immersia (salle immersive)
Conditions lumineuses :	sans nuages		

Visibilité :	Éléments anthropiques	Végétation	Topographie	Autres éléments
Ouest	Redoute du Bourreau (Incertain : palissade de bois, tenaille)	forêt, rivière (incertain : jardins)	relief relativement plat, falaise abrupte	N/D
Nord	N/D			
Est				
Sud				

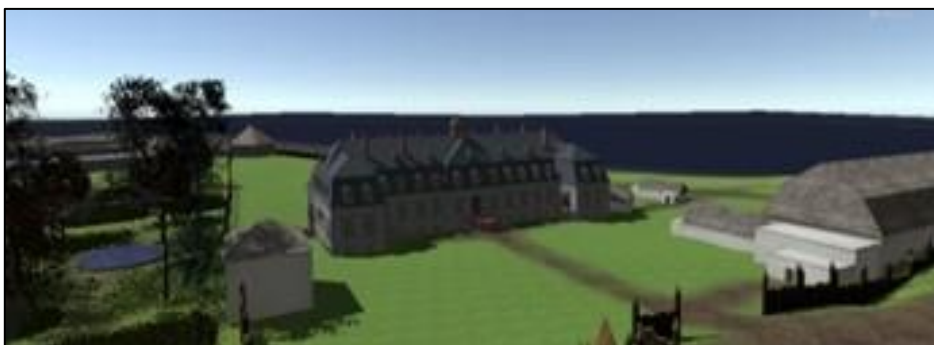
Site :	CeEt-30	Date :	09-sept-19
Position :	B - Devant le deuxième palais de l'Intendant façade nord-ouest	Heure départ :	9 h 50
Température :	14 degrés	Heure fin :	10 h 50
Jour / nuit :	Jour	Plateforme :	<i>In situ</i>
Conditions lumineuses :	Soleil peu de nuages		

Visibilité :	Éléments anthropiques	Végétation	Topographie	Autres éléments
Nord	Voûtes des palais actuel, Bâtiment moderne qui empiète sur les vestiges de la section est de l'ancien palais	gazon	légère pente descendante du sud vers les voûtes du palais	Aucun arbre, soleil se situe à l'Est à cette heure
Est	Murets de pierres, chemin en gravel, table et bancs de parc, présentoir vide en pierre taillée, fortification en pierre	petits arbres (environ 30), gazon	Pente plus prononcée dans la section aménagée (arbres, gazon) plus élevée vers le sud et plus bas vers le nord, plateau pour la route, falaise abrupte couverte par l'enceinte de pierres	Plein soleil, Présence de sans-abri, beaucoup de passants au bas de la falaise et au pied de la côte du palais, grillage de protection sur la fortification
Sud	Piste cyclable, support à vélo, route, barrière, fortifications en pierre, lampadaire, affiches, bâtiments de l'autre côté de la route	gazon, petits arbres (environ 10), haies, trois gros arbres	Légère pente descendante du sud vers les voûtes du palais, falaise abrupte couverte par l'enceinte de pierres	Présence de sans-abri, présence de chiens, plusieurs grands arbres sur le terrain de l'îlot des palais, mais aussi en haut de la falaise bloquent la vue, employé tond le gazon avec un véhicule qui fait beaucoup de bruits
Ouest	Voûtes des palais actuel, Bâtiments modernes, route, stationnement, voitures, grandes boîtes de bois contenant des petits arbres, dalles de béton	Arbres dans les boîtes en bois et de l'autre côté de la rue	Relief relativement plat	La présence et compacité des arbres, bâtiments et voiture bloquent l'horizon

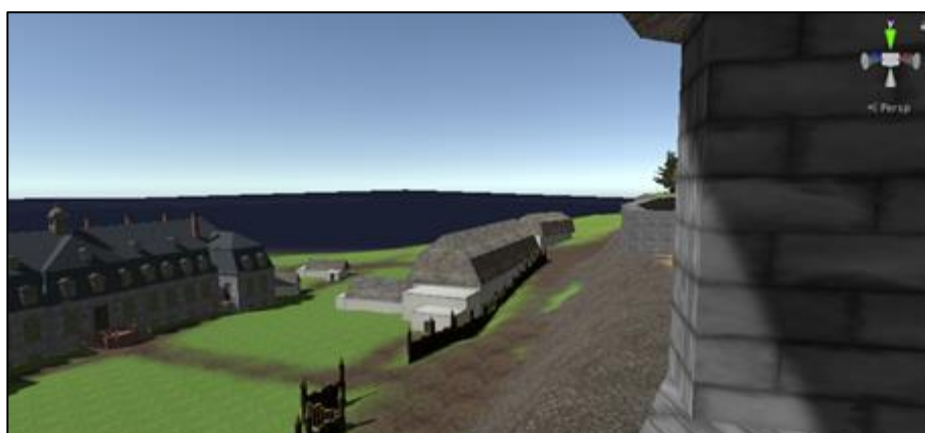
Annexe C : Photos des points de vue A-B-C

Point de vue A : environnement numérique

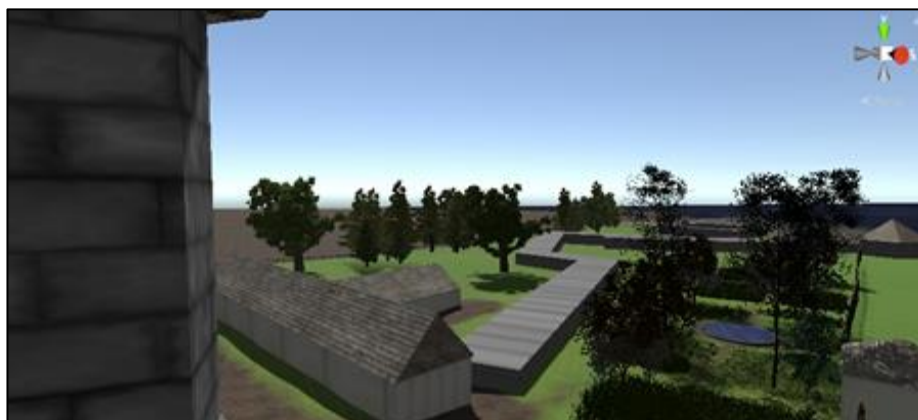
Nord



Est

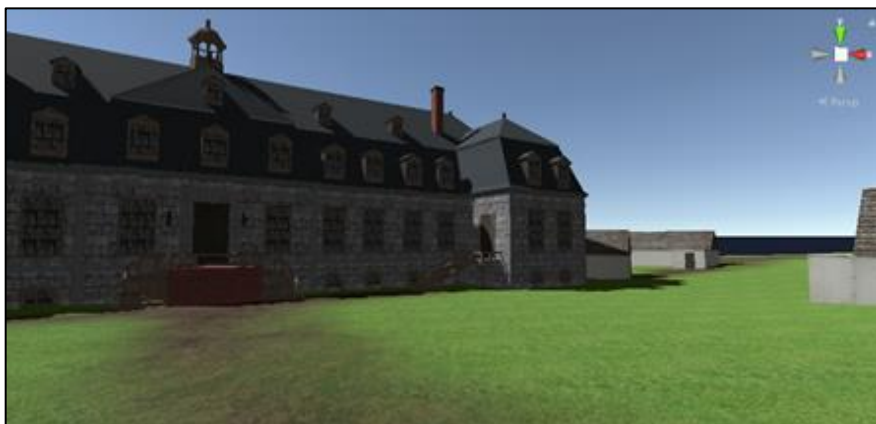


Ouest



Point de vue B : environnement numérique

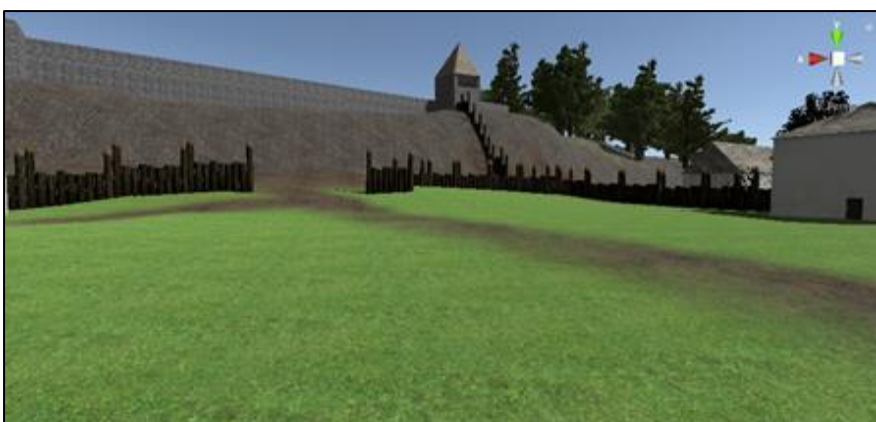
Nord



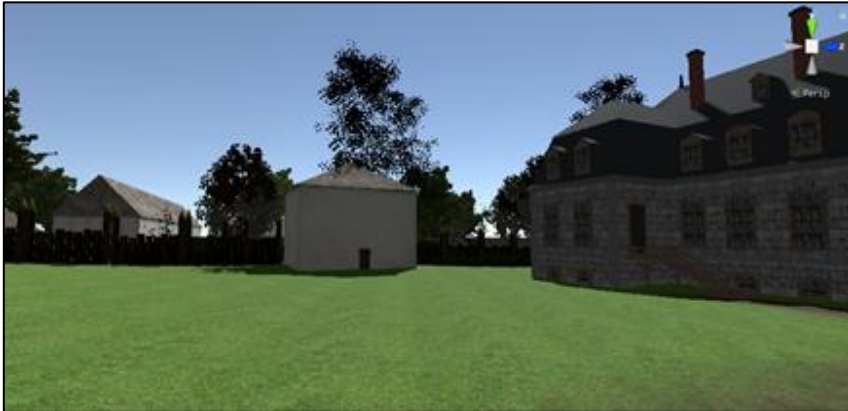
Est



Sud



Ouest

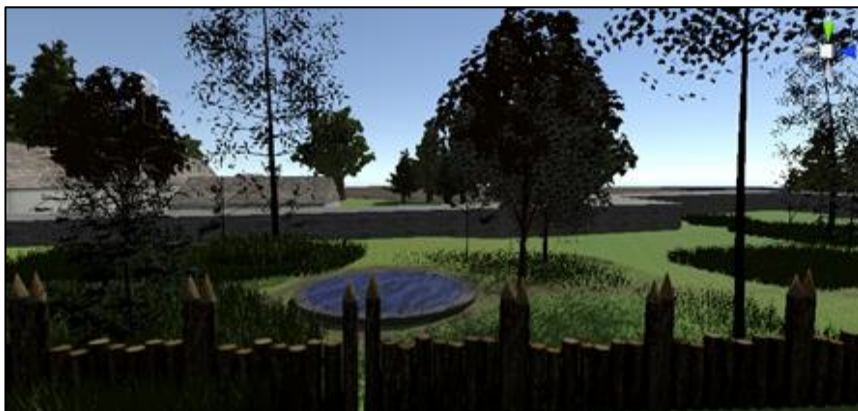


Point de vue C : environnement numérique

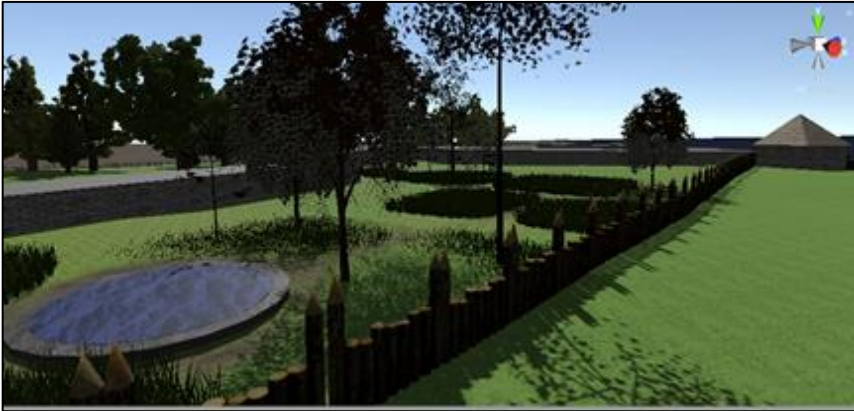
Sud-Ouest



Ouest



Nord-Ouest



Point de vue B : *in situ*

Nord



Est



Sud



Ouest



Annexe D : Présentation publique

Conférence :

Paradis, M.-A., 2019, **Réalité virtuelle : Révéler et contextualiser la culture matérielle**. Séance organisée par Geneviève Treyvaud : Dévoiler l'artefact! Les rayons X comme outil polyvalent pour l'étude du mobilier archéologique, *L'archéométrie dans tous ses états : Perspectives interdisciplinaires sur une discipline en constante évolution*, GMPCA 2019 – XXIIe colloque international du Groupe des Méthodes Pluridisciplinaires Contribuant à l'Archéologie, 9 au 12 mai 2019, Montréal, Canada.

&

Affiche :

M.-A. Paradis, G. Treyvaud, R. Gaugne, J.-B. Barreau, R. Auger, V. Gouranton, 2019, **Réalité virtuelle : Révéler et contextualiser la culture matérielle**. Colloque annuel conjoint de l'Association canadienne d'archéologie (ACA) et de l'Association des Archéologues du Québec (AAQ), 15 au 18 mai 2019, Québec, Canada.

Texte et visuel de la présentation spécifique à l'intégration des statuettes égyptiennes retrouvées sur le site de l'Îlot des Palais :

Cas d'étude

Le cas d'étude présenté est celui de amulettes égyptiennes (*oudjas*) retrouvées au site du Palais de l'Intendant (CeEt-30) à Québec lors des fouilles archéologiques de 2009 pour documenter les occupations de la cour du Second palais de l'intendant, dont l'état du vestige de l'escalier monumental qui aurait orné la façade (1714-1759). Les statuettes proviennent d'un lot situé au pied des assises de l'escalier à environ 1,40 m sous la surface. Les quatre figurines reposaient près l'une de l'autre dans un remblai comportant un assemblage caractéristique du Régime français de la première moitié du XVIII^e siècle. Pour remettre en contexte ces amulettes, une démonstration 4D multi-échelles scénarisée a été réalisé en réalité virtuelle incluant toutes les informations recueillies depuis leur découverte. La première échelle révèle l'intérieur d'une de ces statuettes, dévoilée grâce à la technique de tomodensitométrie. La deuxième consiste à visualiser à quel endroit elles ont été retrouvées, c'est-à-dire l'aire de fouille de l'escalier monumental du deuxième palais. Puis, afin de mieux comprendre leur contexte d'usage, nous pouvons voir une reconstitution de l'escalier monumental à l'époque de déposition des statuettes. Ce retour dans le temps vient nous confronter à la réelle utilisation de ces artefacts, mais également au contexte historique du site de l'Îlot des palais au début du XVIII^e siècle. Enfin, la dernière démonstration est celle de l'état actuel du site de l'Îlot des Palais.

Tomodensitométrie

L'analyse aux rayons X a permis de dévoiler des inclusions à l'intérieur de deux amulettes d'à peine quelques millimètres. Les coefficients de densité selon les valeurs Hounsfield permettent d'avancer que les inclusions

seraient constituées de plomb. Cette analyse interne a également révélé le processus de fabrication de cette « faïence égyptienne ». Il est ainsi possible de confirmer l'utilisation d'un moule en terre puis la cuisson de l'amulette jusqu'au tout début d'une vitrification de la matière. En effet, cette technique se rapproche plutôt de la fabrication du verre que d'une terre cuite glaçurée. Une des amulettes est une représentation de Nephtys ce qui détermine un terminus post quem à la XXVI^e dynastie (664-525 av. J.-C.). L'analyse technologique a pu établir que le mode de fabrication des amulettes témoigne d'un artisanat systématisé. Historiquement, la fabrication de ces statuettes se faisait avec du lapis-lazuli et du turquoise et elles étaient destinées à l'aristocratie égyptienne. Cependant, à la suite d'une démocratisation de la religion et l'épuisement des ressources, la « faïence égyptienne » remplace les pierres pour la fabrication des statuettes. Les inclusions quant à elles pourraient témoigner d'une technique marchande pour augmenter la stabilité de l'objet et la ressemblance avec le poids de la pierre semi-précieuse. (Treyvaud *et al.*, 2013)

Photogrammétrie de l'aire de fouille

Grâce aux archives des rapports de fouille du chantier-école, il a été possible de récupérer des photographies de l'aire de fouille de 2009. Avec ces photos, une reconstitution 3D de l'opération au niveau approximatif de découverte des amulettes égyptienne a été possible. Puisque les photos n'avaient pas été prises en fonction d'un traitement de photogrammétrie, il manque plusieurs angles de vue rendant un modèle dont la qualité n'est pas optimale. Cependant, le résultat permet tout de même de représenter le contexte de découverte et surtout, de visualiser le positionnement des artefacts par rapport aux fondations de l'escalier monumental du second palais de l'Intendant. Plusieurs se questionnent sur cet emplacement inusité. Est-ce un pur hasard ou un dépôt volontaire empreint de sens et de symbolique qui échappe à notre compréhension aujourd'hui ? Il est désormais possible de continuer à se poser ces questions avec un appui visuel 3D accessible à tous et de prolonger la démarche scientifique même 10 ans après avoir refermé cette aire de fouille.

Modélisation de l'escalier monumental

Pour bien comprendre le contexte de déposition des amulettes dans l'espace, l'escalier monumental du second palais de l'Intendant de 1719 a été reconstitué selon les plans d'architecte de l'époque ainsi que les vestiges archéologiques. Les matériaux ont été choisis en fonction de la représentation sur le plan de Chaussegros de Léry (1718) puisque peu de traces de la partie supérieure ont été retrouvées durant les fouilles. Ce travail a été réalisé en collaboration avec un infographiste au moyen du logiciel 3DS Max puis intégré au projet de réalité virtuelle dans logiciel Unity. Cet escalier central au bâtiment avait comme objectif de distinguer l'accès à ce logis de haute importance de l'accès à une maison d'un particulier. Cet escalier ne porte alors pas seulement une fonction utilitaire, mais également une fonction symbolique pour exprimer le statut du propriétaire. Cela permet donc d'interroger la fonction qu'aurait pu avoir les amulettes, en tant qu'objet porteur de sens, mais également tant qu'objet portant un nouveau sens par son dépôt au pied d'un élément d'architecture particulier. Cette

proposition 3D permet de mettre en lumière cette relation entre les deux éléments et d'être un témoin de la « potentialité » de chacun.

Photogrammétrie de l'Îlot des Palais moderne

La réalité virtuelle permet aussi de dépasser les limites spatio-temporelles moderne. Ainsi, il est possible de transposer le bâtiment d'aujourd'hui dans le modèle 3D afin de le comparer aux cartes anciennes, modélisations, données de tomographie et autres photogrammétries. Cette manipulation évite à l'utilisateur d'avoir à connaître préalablement le site ou d'être présent sur le site pour assimiler tous ces éléments au même moment. Il est plus aisé de cette façon de contextualiser les fouilles de 2009 et visualiser l'architecture du palais de l'Intendant moderne pour ensuite faire les liens avec les artefacts à l'étude.

Références

DUPONT-HÉBERT, Céline et DAVIAU, Marie-Hélène. L'îlot des Palais, chantier-école l'Université Laval, saison 2009. CELAT, 43, 2017.

MERCIER-MÉTHÉ, Rosalie. L'Intendant de la Nouvelle-France et l'architecture, la convenance dans un contexte colonial. Mémoire, Université Laval, 2011.

TREYVAUD, Geneviève, DUPRAS, Samuel et AUGER, Réginald. De l'Égypte à Québec, un quatuor d'oudja à l'îlot des Palais, Archéologiques, 26, 2013.



Plan de présentation

01 Mise en contexte

Projet de recherche, objectif, cas d'étude

02 Production du contexte 3D

Tomodensitométrie, photogrammétrie, modélisation 3D

03 Analyse

Mise en commun des données, résultats

04 Conclusion

Discussion sur les possibilités, limites et perspectives



Mise en contexte

- Le projet INTROSPECT est une collaboration multidisciplinaire entre chercheurs en informatique et en archéologie provenant de la France et du Québec.
- Production du modèle 3D s'est déroulé lors de mon stage de deuxième cycle d'une durée de cinq mois à Rennes.
- Cadre de recherche est le concept d'archéologie numérique qui englobe quatre composantes : l'acquisition et traitement des informations, l'intégration en réalité virtuelle, l'analyse et la médiation des résultats en perpétuelle évolution.

Objectif

- Explorer un nouvel angle de traitement au croisement entre l'informatique et l'archéométrie par la contextualisation d'un artefact, de la nature intrinsèque de celui-ci, à son contexte de découverte, de celui de fabrication, ou d'usage.



Cas d'étude

Îlot des Palais de Québec

Les amulettes sont retrouvées lors des fouilles archéologiques sur le site de l'Îlot des Palais (CeEt-30) à Québec en 2009. Elles proviennent d'un lot situé au pied des escaliers de l'escalier du second palais l'Intendant. Les quatre figurines reposaient près l'une de l'autre dans un lot comportant un assemblage caractéristique du Régime français de la première moitié du XVIII^e siècle.

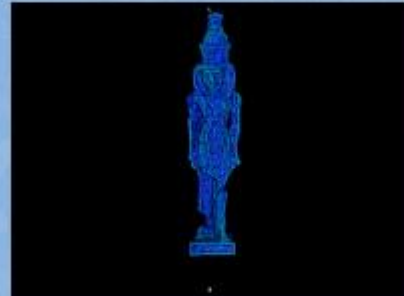


Production du contexte 3D

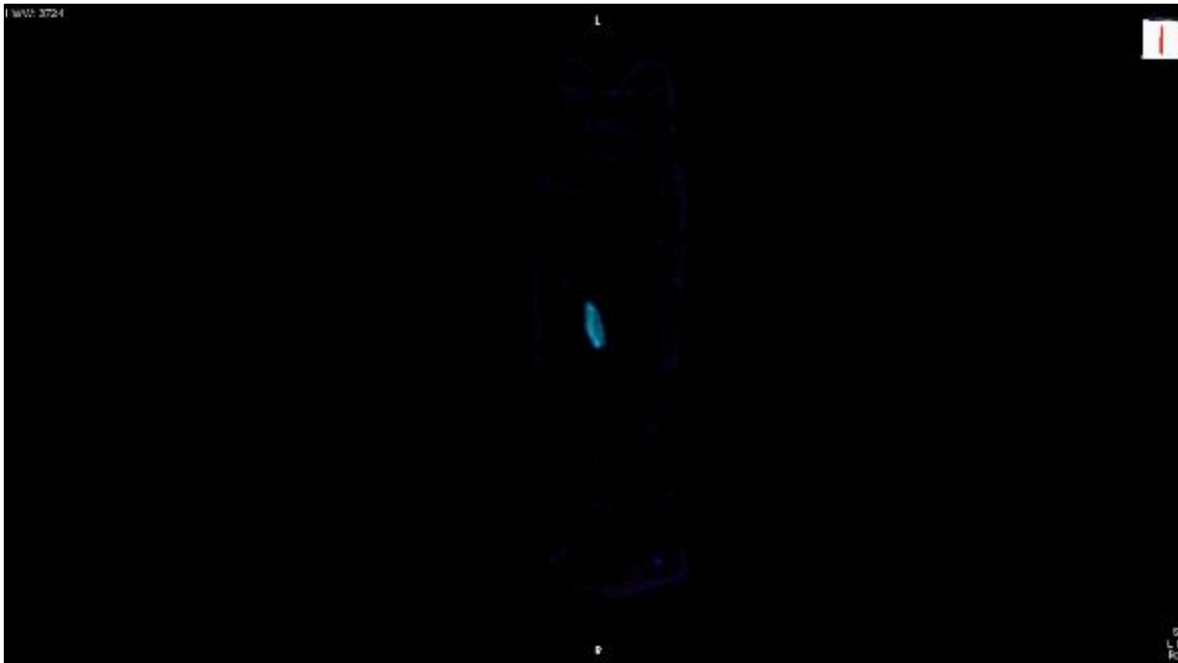
Tomodensitométrie

Technique de fabrication

- « Faïence égyptienne »
- Artisanat systématisé
- Inclusions de plomb



I WW: 3724



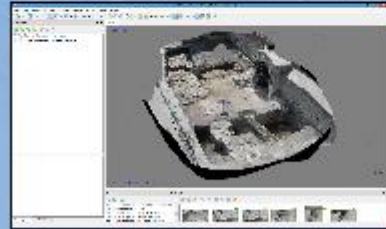
Production du contexte 3D

Photogrammétrie

Fouille archéologique (2009)

Peu de photos

Contexte de découverte



Production du contexte 3D

Photogrammétrie

Îlot des Palais (2018)

Accessibilité

(Canon EOS Rebel T4i, lentille 20 mm, 641 photos)



Production du contexte 3D

Modélisation

Escalier monumental (1719)

Distinction du statut du propriétaire

Fonction de ce contexte

« Potentialité »

Selon le plan « Elévations du nouveau Palais de Québec »
26 novembre 1718.

Centre des archives d'outre-mer (France), 03DFC 404A
modélisation dans le logiciel 3DS Max
intégration dans le logiciel Unity



Analyse

Mise en commun des données



Documents historiques et archéologiques

Textes, cartes anciennes, plans d'architectes, rapport de fouille



Photogrammétrie

Aire de fouille, emplacement moderne, artefacts



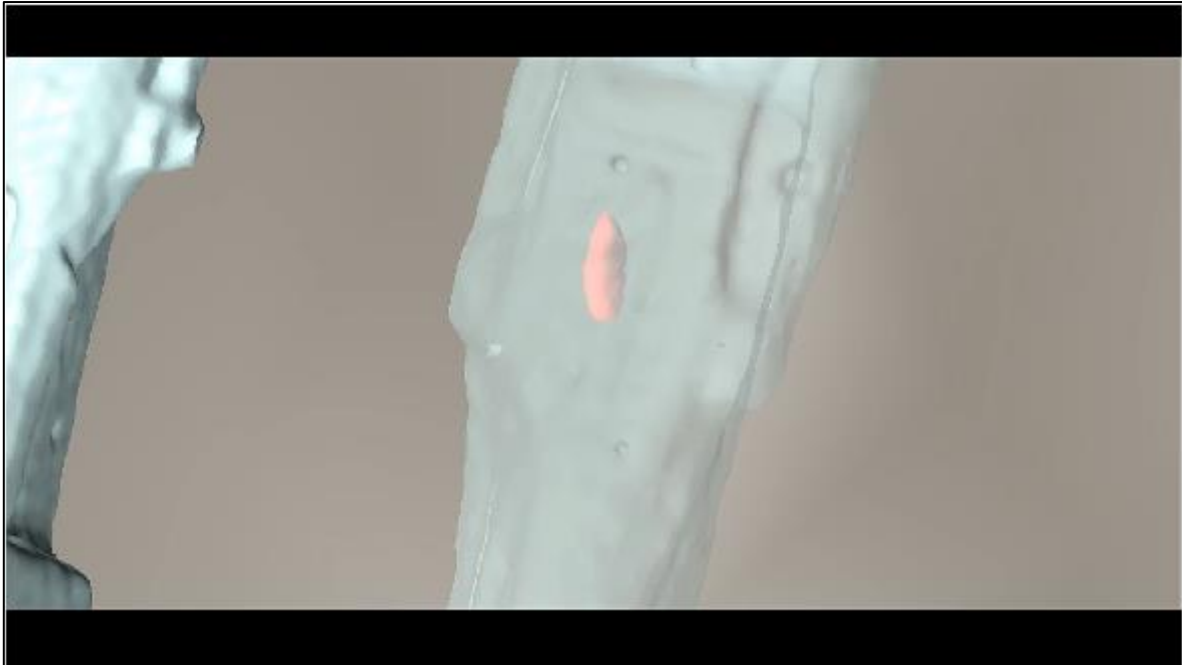
Modélisation de l'hypothétique

Transposer les interprétations en image 3D

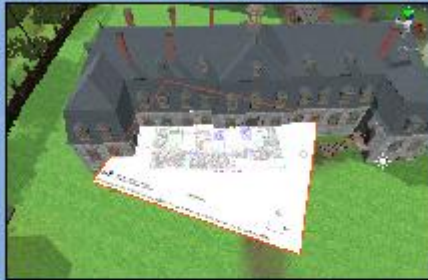


Tomodensitométrie

Informations sur la structure interne, matériaux, techniques de fabrication



Relevés de fouille



Modélisation de la ville de Québec



Cartes anciennes



Analyse

Mise en commun des données

Variété de données
Observation d'informations de format différent au même endroit



Avantages techniques
Manipulation des amulettes sans dommage et sur 360°



Immersion
Visualisation rapide sous plusieurs échelles et l'immersion permet une nouvelle perspective de l'assemblage des données



Résultats

Ajouts à l'interprétation

Emplacement décalé de l'escalier : Plus grande emvergure initiale ou changements importants après 1719.

Contexte historique

Historique de dépôts de fondation rituels en Egypte pour les bâtiments significatifs dont une étape consiste à placer des « plaques d'or et de pierres précieuses » (e.g. lapis lazuli et turquoise)!

Intendance d'érudits

À cette époque, l'intendant Raudot, puis Du puy, possédent chacun une vaste bibliothèque qui reflète leur curiosité pour la science, la littérature, la religion, etc.

Références
FURNIT, Gavin R. Foundation rituals and the culture of building in Ancient Greece. University of North Carolina, 2006.

Discussion

Possibilités

« Infinies »
D'autres échelles, informations, données traitées, autres formats, prise de notes, travail en simultané...



Perspectives

Nouveau regard pour la recherche scientifique et la démocratisation des données archéologiques pour le grand public

Limites

Travail de synthèse requiert un temps considérable ce qui affecte plusieurs autres facteurs : coûts, choix d'angle de recherche, équipe de travail, logiciels, équipement et bien plus.

Annexe E : Traitement LiDAR

Pour le deuxième palais de l'Intendant et ses environs, nous avons plusieurs éléments qui existent encore aujourd'hui. Nous débutons donc la création de l'environnement virtuel du site avec une base topographique de la région et de la situation actuelle du bâtiment des Voûtes du palais. Cette base est soutirée d'un fichier LiDAR (.las) acheté sur le site du gouvernement du Québec. Ce fichier ne coûte que quelques dollars et permet d'avoir un nuage de points pris en 2013 de 1 km sur 1 km et d'une précision de 25 cm. Le logiciel libre de droits *CloudCompare* (version utilisée : 2.10 alpha pour Windows) permet de consulter et modifier le fichier afin d'aller récupérer la topographie de la région et l'emplacement exact des Voûtes du palais (figure 28).

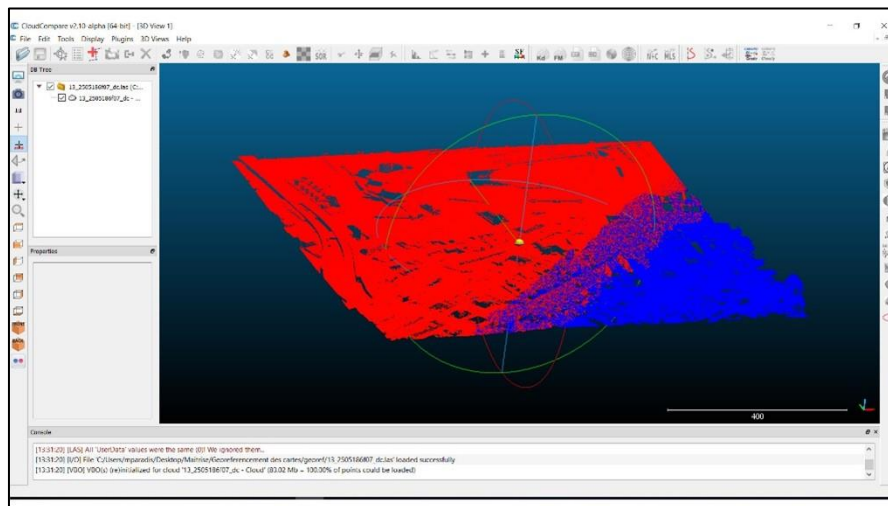


Figure 28. Ouverture du fichier Lidar dans CloudCompare

Après avoir ouvert le fichier Lidar, on sélectionne le document dans le *DB tree* pour voir apparaître les propriétés de celui-ci. Ce nuage de points du gouvernement a un système de classification des objets qui nous permet d'isoler le sol des bâtiments récents (figure 29) :

- 1) Dans la section *Scalar Fields*, puis *Active*, sélectionner *Classification*.
- 2) Dans la section *SF displays params*, un diagramme est généré en fonction des valeurs. Nous avons sélectionné, dans ce cas-ci, la ligne bleue qui signifie les valeurs les plus élevées avec le cercle blanc.
- 3) Nous avons ensuite généré deux fichiers distincts : les bâtiments (ou plutôt les toits) et le sol. Dans *Edit – Scalar Fields – Filter By Value*, cliquer ensuite *Split* pour lancer le traitement.

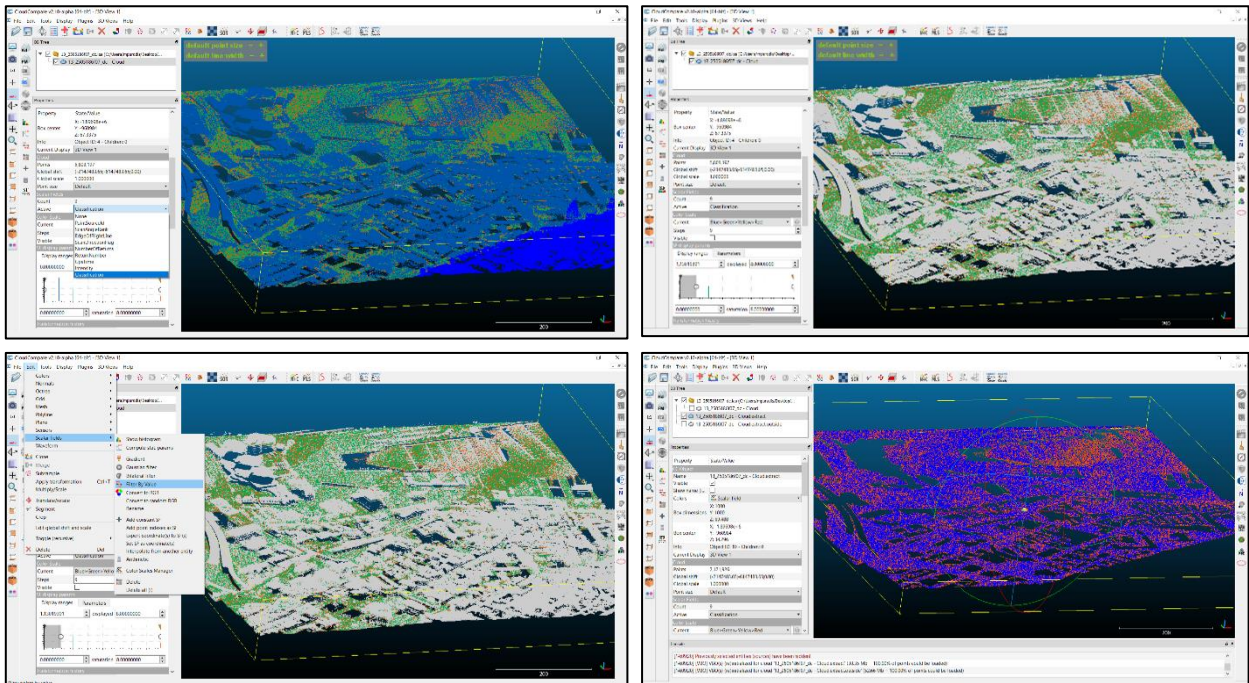


Figure 29. Séparation des bâtiments et du sol du fichier Lidar dans CloudCompare

À la suite de cette séparation, on distingue des zones sans surface puisque les bâtiments ont été retirés. Nous pouvons donc générer des surfaces temporaires pour ne pas avoir de trous dans le modèle 3D (figure 30) :

- 4) Dans *Edit - Normals - Compute*, nous avons pris les valeurs par défaut puisque nous sommes effectivement sur une surface plane (*Surface approximation - Local surface model - plane*).
- 5) On sélectionne ensuite le *Poisson Surface Reconstruction*. Dans notre cas ici présent, nous avons pris un *Octree Depth* de 12 et nous avons sélectionné le *Output density as SF*.
- 6) En sélectionnant le *mesh* produit dans le *DB Tree*, nous pouvons ajuster encore une fois le modèle en enlevant les valeurs qui ne sont pas nécessaires dans la section *SF display params*. Nous pouvons par la suite répéter l'étape de dissociation (étape 3) pour avoir le modèle 3D sans les bâtiments récents et sans les vides.

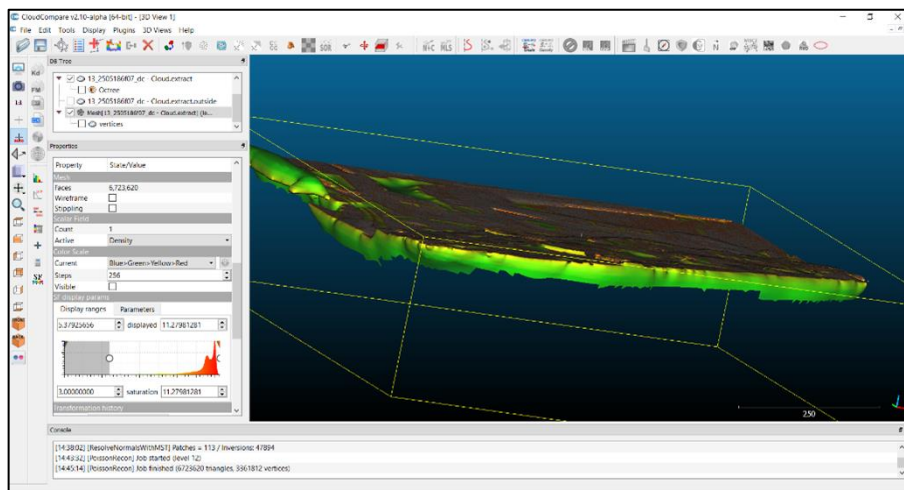
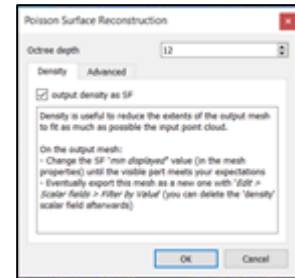
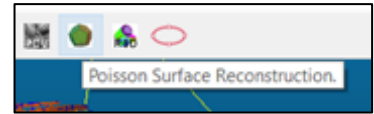
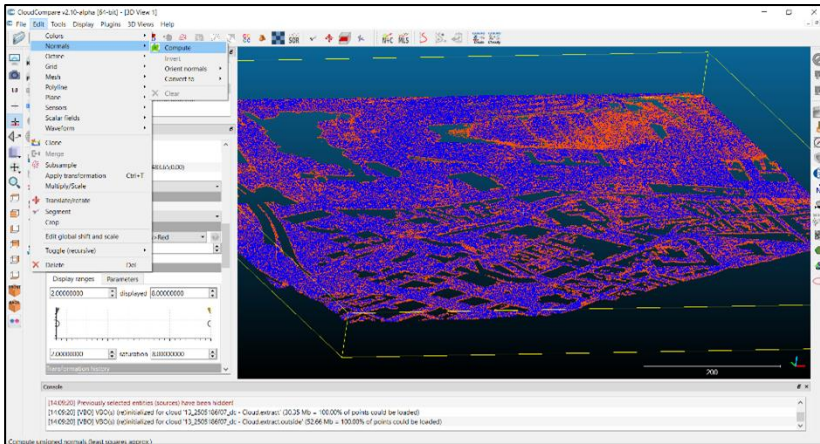


Figure 30. Traitement du fichier de sol pour créer une surface dans les zones vides

Annexe F : Métadonnées

- Texte d'introduction visible sur deux panneaux à l'ouverture de l'environnement numérique:

« Ce projet financé par INTROSPECT (ANR-FRQSC) a été réalisé dans le cadre d'un stage de 2e cycle en collaboration avec l'Université Laval, INRIA et IRISA.

Archéologue et étudiante de 2e cycle : Marie-Anne Paradis

Programmeur principal : Laurent Garnier

Programmeurs associés : Flavien Lécuyer, Adrien Reuzeau, Quentin Petit et Florian Nouviale

Infographiste : Jean-Baptiste Barreau

Supervision technique : Valérie Gouranton et Ronan Gagne

Supervision du contenu : Réginald Auger et Théophile Nicolas

Objectif : Réaliser une première proposition de modélisation du deuxième palais de l'Intendant de Québec en 1719 afin de réaliser des analyses de phénoménologie dans un contexte de réalité virtuelle. Le second objectif est de respecter les Principes de Séville en donnant accès aux sources et aux niveaux de fiabilité des hypothèses dans le mode Édition.

Réalisation d'octobre 2018 à janvier 2019. »

- Exemple du tableau de pointage pour le niveau de fiabilité :

	Dimensions	Morphologie	Localisation spatiale	Apparence visuelle = texture/ matériau	Temporalité	
Intervalle 1 (0 à 0,1)	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	
Intervalle 2 (0,2 à 0,4)	Déduction	Comparaison Déduction	Déduction	Sources textuelles, orales	Déduction Siècle	
Intervalle 3 (0,5 à 0,7)	Données approximatives	Sources textuelles, orales	Données approximatives	Dessins	Année	
Intervalle 4 (0,8 à 1)	Données métriques précises Objet réel	Iconographies Objet réel	Données spatiales précises Objet <i>in situ</i>	Photographies Objet réel	(Jour/ mois/ année)	Total
	1	0,8	1	0,7	0,9	4,4

- Informations incluses dans des panneaux d'informations à l'intérieur de l'environnement numérique, disponibles en mode « édition ».

Élément : désigne chaque objet modélisé, présent dans l'environnement numérique

Source : référence bibliographique

Modélisation : approximation des caractéristiques qui ont pu être modélisées dans le cadre du projet

Limites : connaissances actuelles des lacunes dans la documentation

Possibilités : connaissances actuelles des possibilités de modélisation qui pourraient être complétées dans un projet futur

Élément	Sources	Modélisation	Limites	Possibilités	Commentaires	Niveau de fiabilité x/5
Deuxième palais de l'Intendant 1719	<p>Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B</p> <p>Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717. Atlas Moreau de Saint-Méry. Centre des archives d'outre-mer (France) F3 290 87</p> <p>Carte géoréférencée des vestiges des fouilles archéologiques des chantiers-écoles de l'Université Laval, François Pellerin, Ville de Québec.</p> <p>"Plan élévation du nouveau Palais de Québec, capitale du Canada, Nouvelle France" fait le 26 novembre 1718 [signé] Chaussegros de Léry. Centre des archives d'outre-mer (France), 03DFC 404A. CL DAFCAOM03_03DFC0404A03_H.</p> <p>MERCIER-MÉTHÉ, Rosalie 2012 L'intendant de la Nouvelle-France et l'architecture : la convenance dans un contexte colonial. Mémoire de maîtrise, Département d'Histoire, Université Laval, Québec.</p>	<p>-Dimensions - Morphologie -Localisation spatiale -Apparence visuelle</p>	<p>-Morphologie exacte du toit, des vitres de fenêtres et des portes - Matériaux exacts des murs</p>	Continuer la modélisation de l'intérieur du palais	Puisque nous avons beaucoup d'informations, nous sommes confiants de la fiabilité de cette modélisation.	4.4 / 5

Magasins du roi	<p>Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B</p> <p>Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717. Atlas Moreau de Saint-Méry. Centre des archives d'outre-mer (France) F3 290 87</p> <p>Carte géoréférencée des vestiges des fouilles archéologiques des chantiers-écoles de l'Université Laval, François Pellerin, Ville de Québec.</p> <p>"Plan profil et élévations Magasins et prison du Roy de Québec" fait à Québec le 9 novembre 1718 [signé] LaGuerMorville. Centre des archives d'outre-mer (France), 1718 LGM DAFAOM03_03DFC0403B01_H.</p> <p>Morisset, Lucie K. et Noppen, Luc. Histoire de l'architecture : Régime colonial français. The Canadian encyclopedia, https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/histoire-de-larchitecture-regime-colonial-francais, mars 2015, consulté le 12 janvier 2019</p>	<p>-Dimensions -Morphologie -Localisation spatiale</p>	<p>-Morphologie exacte du toit, des vitres de fenêtres et des portes - Matériaux exacts</p>	<p>Continuer la modélisation de l'intérieur des magasins, la morphologie extérieure et l'apparence extérieure</p>	<p>Modélisation non terminée. Le plan d'architecte de 1718 ainsi que les nombreuses fouilles archéologiques conduites par la ville de Québec devraient être employés pour compléter les informations manquantes. Liste non exhaustive des fouilles archéologiques concernées : Guimont, Jacques. 1985 opérations 13-14-15-17; Brassard, Michel. 1987 opérations 23-24; Côté, Hélène. 1988 opération 27.</p>	4.1 / 5
Bâtiments agricoles	<p>Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B</p> <p>Morisset, Lucie K. et Noppen, Luc. Histoire de l'architecture : Régime colonial français. The Canadian encyclopedia, https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/histoire-de-larchitecture-regime-colonial-francais, mars 2015, consulté le 12 janvier 2019</p>	<p>-Dimensions, morphologie, localisation spatiale et apparence visuelle approximatives</p>	<p>-Hauteur exacte -Morphologie du toit, fenêtres et portes - Localisation exacte sans fouilles archéologiques - Matériaux sans fouilles archéologiques -Dimensions sans fouilles archéologiques</p>	<p>Modéliser avec plus de précisions la Maison blanche de Charles Aubert de la Chesnaye</p>	<p>Extrait de Morisset et Noppen utilisé pour l'apparence visuelle des toits : « Les planches chevauchées qui couvrent temporairement les toitures incomplètes dans le paysage sont remplacées par des substituts qui se popularisent, notamment le bardeau de cèdre noirci et la tôle métallique de « style canadien », comme s'il s'agissait des ardoises en quinconce qui parent les toits en France. »</p>	2.6 / 5

Bâtiment nommé « Vieille boulangerie »	<p>Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717. Atlas Moreau de Saint-Méry. Centre des archives d'outre-mer (France) F3 290 87</p> <p>Morisset, Lucie K. et Noppen, Luc. Histoire de l'architecture : Régime colonial français. The Canadian encyclopedia, https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/histoire-de-larchitecture-regime-colonial-francais, mars 2015, consulté le 12 janvier 2019</p> <p>Séguin, R. (1972). L'habitation traditionnelle au Québec. Les Cahiers des dix, (37), 191–222.</p>	-Localisation spatiale Dimensions, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Hauteur exacte - Morphologie du toit, fenêtres et portes	Modéliser avec plus de précision le bâtiment avec des informations supplémentaires. (Rapport de fouilles du secteur)	Modélisation non terminée. Information supplémentaire : "L'édifice désigné comme la vieille boulangerie aurait servi à cette époque aux gardes-magasins et aux commis aux écritures." - Moussette, M., 1994. Le site du Palais de l'intendant à Québec : genèse et structuration d'un lieu urbain. Nouveaux Cahiers du CELAT. CELAT, Québec. p. 121	2.6 / 5
Fontaine	<p>MERCIER-MÉTHÉ, Rosalie 2012 L'intendant de la Nouvelle-France et l'architecture : la convenance dans un contexte colonial. Mémoire de maîtrise, Département d'Histoire, Université Laval, Québec.</p> <p>Plan de Québec en 1732. Fait à Québec le 15 octobre 1732 par Chaussegros de Léry. NMC 1601 H3/340/Québec/1732</p>	-Dimensions, morphologie, localisation spatiale et apparence visuelle inventées	N/A	Aucune	Modélisation inventée, le tout est basé uniquement sur des sources historiques. Rosalie Mercier-Méthé affirme que la fontaine était présente à l'époque du deuxième palais, mais elle n'apparaît que sur une carte de 1732 et elle est de forme circulaire. Nous la représentons donc sous cette forme et au centre des jardins faute d'autres indications et avec les sources historiques limitées qui y sont associées.	0.7 / 5
Fortifications sur la falaise	Guimont Jacques, "L'évolution des fortifications dans le secteur du Parc de l'Artillerie. La tenaille des Nouvelles Casernes et le demi-bastion du Coteau de la Potasse 1690-1871", 2002.	-Localisation spatiale exacte -Dimensions -Morphologie approximative	N/A	Modélisation des hypothèses proposées par Guimont (2002)	Modélisation non terminée. Nous avons placé une fortification de maçonnerie à l'emplacement exact retrouvé en fouilles archéologiques avec une morphologie approximative. La précision de sa structure n'est pas prioritaire dans le projet.	3.3 / 5
Maison (Côte du Palais)	<p>Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717. Atlas Moreau de Saint-Méry. Centre des archives d'outre-mer (France) F3 290 87</p> <p>Morisset, Lucie K. et Noppen, Luc. Histoire de l'architecture : Régime colonial français. The Canadian encyclopedia, https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/histoire-de-larchitecture-regime-colonial-francais,</p>	-Localisation spatiale Dimensions, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Hauteur exacte -Morphologie du toit, fenêtres et portes - Localisation exacte sans fouilles archéologiques - Matériaux sans fouilles archéologiques	Modélisation plus précise selon les informations historiques sur les maisons canadiennes (Séguin, R. (1972). L'habitation traditionnelle au	Extrait de Morisset et Noppen utilisé pour l'apparence visuelle des toits : « Les planches chevauchées qui couvrent temporairement les toitures incomplètes dans le paysage sont remplacées par des substituts qui se popularisent, notamment le bardeau de cèdre noirci et la tôle métallique de « style canadien », comme s'il	2.6 / 5

	e/histoire-de-larchitecture-regime-colonial-francais, mars 2015, consulté le 12 janvier 2019		-Dimensions sans fouilles archéologiques	Québec. Les Cahiers des dix, (37), 191–222.)	s'agissait des ardoises en quinconce qui parent les toits en France. »	
Jardins de l'Intendance	Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B	-Localisation spatiale Dimensions, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Localisation spatiale exacte -Nombre exact de chaque plante et arbre	- Modélisation plus précise des espèces Voir : FORTIN, Catherine. «Macrorestes végétaux du site du premier palais de l'Intendant à Québec (Ceet-30)». Québec, Université Laval, CELAT Hors série 2, 1989, 82 p. ROUSSEAU, Mélanie. « Des insectes et des Hommes : archéontomologie et paléontomologie à l'îlot des Palais (CeEt-30), Québec ». Thèse de doctorat, Québec, Université Laval, 2017, p.114 à 127.	Modélisation non terminée. Nous avons utilisé des plantes et arbres déjà existants afin d'accélérer la conception globale et alléger l'environnement. Nous avons tout de même sélectionné des espèces indigènes d'arbres qui ont été placées aléatoirement dans le paysage et des espèces différentes pour le jardin afin de représenter son hétérogénéité dans le secteur.	1.9 / 5
Palissade	Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B Desjardins, Marie-Pier. ceEt-30, Site de l'Îlot des Palais, opération 45 (mai-juin 2004). Fouille archéologique. Des premières fortifications de la	-Localisation spatiale : sections exactes et sections approximatives -Dimensions approximatives -Morphologie et apparence	-Datation exacte de son démantèlement - Localisation exacte de l'ensemble de la palissade -Morphologie exacte -Hauteur exacte	Modélisation des hypothèses actuelles sur sa structure et essences d'arbres utilisées Voir :	Modélisation non terminée. La palissade est un modèle provenant du magasin en ligne de Unity, il ne s'agit donc pas d'une hypothèse valide sur le mode de construction, mais plutôt une référence visuelle ayant comme composante principale des pieux en bois.	3 / 5

	<p>ville de Québec à aujourd'hui, secteur ouest du palais de l'Intendant. Université Laval, Québec, CELAT 31, 2010.</p> <p>Parent, Caroline et Beaudry, Mathieu, Le site de l'îlot des palais (CeEt-30), rapport d'intervention 2008, opération 62. – Vol 1 rapport (CDROM)</p> <p>Gagné-Dumont, Geneviève et Lamontagne, Huguette. 2014. Le site de l'îlot des palais (CeEt-30). Rapport d'intervention sur les opérations 70A et 71A.</p> <p>Fournisseur : Unity Asset Store Nom du mesh : Wooden_Wall_Fence_01_hi.FBX</p>	visuelle approximatives		Jacques Guimont "L'évolution des fortifications dans le secteur du Parc de l'Artillerie. La tenaille des Nouvelles Casernes et le demi-bastion du Coteau de la Potasse 1690-1871", 2002.	<p>La palissade a été détruite au courant du XVIII^e siècle, mais il est difficile de savoir l'année exacte. Pour l'analyse de phénoménologie complétée dans le cadre de ce mémoire, nous avons décidé de la garder présente avec en tête l'hypothèse qu'elle aurait été démantelée en 1722 lors de la construction des latrines du palais de l'Intendant. Dans l'environnement numérique, l'hypothèse de son absence a également été conservée ce qui permettrait de compléter une deuxième analyse de phénoménologie avec une deuxième hypothèse de recherche.</p> <p>L'achat de cette structure de bois 3D déjà modélisé a pour objectif d'alléger l'environnement numérique. Il ne s'agit pas d'une représentation exacte des connaissances sur le sujet en 2019.</p>	
Bâtiment de la potasse	<p>Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B</p> <p>"Plan élévation et profil du Battiment de la Potasse attenant La cour du Palais de la Ville de quebec". fait à quebec le 12 octobre 1720 [signé] Chaussegros Lery. CL DAFCAOM03_03DFC0406B01_H</p> <p>Morisset, Lucie K. et Noppen, Luc. Histoire de l'architecture : Régime colonial français. The Canadian encyclopedia, https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/histoire-de-larchitecture-regime-colonial-francais, mars 2015, consulté le 12 janvier 2019</p>	-Localisation spatiale, dimension, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Morphologie exacte du toit, des vitres de fenêtres et des portes - Matériaux exacts	<p>Modélisation plus précise du bâtiment.</p> <p>Voir : Lapointe, Richard. Le bâtiment de la potasse Québec, d'une industrie du XVII^e siècle aux industries du XX^e siècle. Intervention archéologique 2000. Chantier-école de l'an 2000. CELAT, 9, 2000.</p>	<p>Modélisation non terminée. Nous avons priorisé une modélisation qui représente l'emplacement, le volume et une morphologie approximative afin de compléter le paysage industriel du secteur.</p>	4.1 / 5

				"Plan élévation et profil du Battiment de la Potasse attendant La cour du Palais de la Ville de quebec". fait à quebec le 12 octobre 1720 [signé] Chaussegros Lery. CL DAFCAOM03_03 DFC0406B01_H		
Redoute du Bourreau	Jacques Guimont "L'évolution des fortifications dans le secteur du Parc de l'Artillerie. La tenaille des Nouvelles Casernes et le demi-bastion du Coteau de la Potasse 1690-1871", 2002.	-Localisation spatiale exacte -Dimension, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Morphologie exacte -Matériaux exacts	Modélisation plus précise de l'hypothèse proposée et modélisation d'autres hypothèses	Modélisation inspirée (non complétée) de la figure 45 : vue en élévation de la redoute du Bourreau et du parapet du cavalier en 1709 (vue vers l'ouest) (Guimont, 2002)	3.3 / 5
Redoute Saint-Roch	Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B	-Localisation spatiale, dimension et morphologie approximatives -Apparence visuelle inventée	Tous les éléments sont limités aux informations qui seraient retrouvées en fouille archéologique.	N/A	Matériaux représentés sont fictifs.	2 / 5
Redoute Saint-Nicolas	Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B	-Localisation spatiale, dimension et morphologie approximatives -Apparence visuelle inventée	Tous les éléments sont limités aux informations qui seraient retrouvées en fouille archéologique.	N/A	Matériaux représentés sont fictifs. N'a pas été retrouvé en fouille archéologique jusqu'à maintenant (janvier 2019)	2 / 5
Hangar du Roy	Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717. Atlas Moreau de Saint-Méry. Centre des archives d'outre-mer (France) F3 290 87	-Localisation spatiale, dimension, morphologie et apparence visuelle approximatives	N/A	N/A	Information supplémentaire : Nous proposons l'hypothèse qu'il s'agissait d'un hangar pour entreposer le bois de chauffage, car c'est un fait qu'il en fallait une grande quantité pour chauffer le palais et il n'y avait pas un autre endroit assez grand pour entreposer les cordes.	2.6 / 5

					<p>« Cependant, quand on considère les édifices de grandes dimensions, comme celui des ursulines de Québec, les quantités de bois de chauffage dépensé deviennent presque astronomiques, comme en témoigne le texte de Marie de l'Incarnation cité par Palardy : "À quatre cheminées que nous avons, nous brûlons par an 175 cordes de bois, et après tout quoique le froid soit si grand, nous tenons le cœur tout l'hiver, mais l'on y souffre un peu". » p.55 - Moussette, Marcel. Le chauffage domestique au Canada, des origines à l'industrialisation. Thèse de doctorat, Université Laval, 1980</p> <p>Une corde fait 2,4 de longueur x 1,21 m de hauteur x 1 m de largeur, si on multiplie par 175, cela fait beaucoup de bois à entreposer. Les hangars ici présentés ne font pas l'entièreté de ces dimensions.</p>	
Sol – topographie	<p>Fichier LIDAR : Provenance : Géoboutique Québec Numéro de produit : LiDAR/ 13-2505186F07/ LAS/ MTM/TEL Description du produit : 13-2505186F07 - TE Québec</p> <p>Les sources archéologiques détaillées en Annexe A pages 103-105.</p> <p>Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B</p>	-Localisation exacte -Morphologie approximative	Morphologie exacte	Morphologie pourrait être plus détaillée avec l'ajout de données provenant de rapports de fouille archéologique.	<p>Le nuage de points a été transformé en <i>mesh</i> avec <i>CloudCompare</i> puis découpé pour la région à l'étude dans <i>3DS Max</i>. Des points d'élévation ont été extraient des rapports de fouille archéologique pour niveler le terrain à l'époque à l'étude (début 18^e). Le <i>mesh</i> a donc été abaissé en fonction de ces points, puis retravaillé avec <i>Mudbox</i> pour éliminer les routes modernes de la falaise. Ce <i>mesh</i> a par la suite été converti en "terrain" Unity pour y ajouter de la texture et des arbres.</p>	4 / 5

					Les modifications de la falaise ont été basées sur le dessin en plan : carte de Québec 15 octobre 1716 de Chaussegros Lery : Palais, magasins, etc. - Source : Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets ; 03DFC 399B	
Tenaille de la Gottase (?)	Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B	-Localisation spatiale, dimension et morphologie approximatives -Apparence visuelle inventée	Tous les éléments sont limités aux informations qui seraient retrouvées en fouille archéologique.	N/A	Matériaux représentés sont fictifs.	2 / 5
Maisons (Propriétaires : Guillot, Toupine, Lépine)	Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717. Atlas Moreau de Saint-Méry. Centre des archives d'outre-mer (France) F3 290 87 Morisset, Lucie K. et Noppen, Luc. Histoire de l'architecture : Régime colonial français. The Canadian encyclopedia, https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/histoire-de-larchitecture-regime-colonial-francais , mars 2015, consulté janvier 2019.	-Localisation spatiale exacte -Dimension, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Morphologie exacte du toit, des vitres de fenêtres et des portes - Matériaux exacts	Modélisation plus précise selon les informations historiques sur les maisons canadiennes (Séguin, R. (1972). L'habitation traditionnelle au Québec. Les Cahiers des dix, (37), 191-222.)	Modélisation non terminée. Extrait de Morisset et Noppen utilisé pour l'apparence visuelle des toits : « Les planches chevauchées qui couvrent temporairement les toitures incomplètes dans le paysage sont remplacées par des substituts qui se popularisent, notamment le bardeau de cèdre noirci et la tôle métallique de « style canadien », comme s'il s'agissait des ardoises en quinconce qui parent les toits en France. »	2.6 / 5
Corps de garde	Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B ARPIN, Caroline. ceEt-30, Site de l'Îlot des Palais, opération 39 (mai-juin 2002). Fouille archéologique. À la recherche du mur d'enceinte de la cour intérieure des Palais. Université Laval, Québec, CELAT 17, 2005.	-Localisation spatiale exacte -Dimension, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Morphologie exacte du toit, des vitres de fenêtres et des portes - Matériaux exacts	Modélisation plus précise avec les informations présentes dans le rapport de fouille archéologique du secteur.		3 / 5

Rivière Saint-Charles	<p>Plan de la ville de Québec, Capitale du Canada. Octobre 1716 "Levé sur les lieux le mois d'octobre 1716 [signé] Chaussegros de Léry". Indique les fortifications existantes et les projets; 03DFC 399B</p> <p>Plan du Palais de Québec et de ses environs. Novembre 1717. Atlas Moreau de Saint-Méry. Centre des archives d'outre-mer (France) F3 290 87</p>	-Localisation et morphologie approximative	N/A	N/A		3 / 5
Lanternes	<p>Fournisseur : Unity Asset Store Noms des mesh : LampPost_wall.fbx Lantern2.fbx Glass2.fbx Candle3.fbx red_flame_0.controller</p> <p>Collections objets domestiques, Éclairage. (sans date). Dans Maison Saint-Gabriel en ligne. Repéré à http://www.maisonsaint-gabriel.qc.ca/fr/expositions-et-collections/collections-objets-dom-eclairage.php</p>	-Localisation spatiale, dimension, morphologie et apparence visuelle approximatives	-Localisation spatiale exacte -Nous ne pouvons garantir la présence des artefacts en 1719.	Modélisation de différentes hypothèses	Il est probable, compte tenu du statut social élevé des occupants du palais de l'Intendant, qu'ils aient eu les moyens financiers d'avoir des chandelles en cire importées de France disposées dans des bougeoirs à goulot, des chandeliers sur pied et de plafond. Il est aussi probable que des lanternes pour se déplacer aient été utilisées. Les données sont limitées, nous ne pouvons donc pas affirmer hors de tout doute quel était le type exact d'éclairage de 1713 à 1725 au second palais de l'Intendant. L'éclairage du modèle est donc une première hypothèse pouvant être modifiée par la suite.	3.3 / 5

