
Mémoire de fin d'études : "Valeurs portées par les représentations numériques d'un bâtiment (le cas de la maison Rigo)"

Auteur : Roussel, Dylan

Promoteur(s) : Hallot, Pierre

Faculté : Faculté d'Architecture

Diplôme : Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9824>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



UNIVERSITÉ DE LIÈGE – FACULTÉ D'ARCHITECTURE

**VALEURS PORTÉES PAR LES REPRÉSENTATIONS
NUMÉRIQUES D'UN BÂTIMENT**
(Le cas de la maison Rigo)

Travail de fin d'études présenté par Dylan ROUSSEL en vue de l'obtention du grade de
Master en Architecture

Sous la direction de : Pierre HALLOT

Année académique 2019-2020

Axe de recherche : NUMÉRIQUE

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à la contribution de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Je voudrais d'abord adresser toute ma reconnaissance au promoteur de ce mémoire, Monsieur Pierre Hallot, pour ses judicieux conseils et la mise à disposition de ses différents relevés de la maison Rigo qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Ensuite je tiens à remercier les membres de mon jury, Messieurs Stéphane Dawans et Philippe Sosnowska, pour le temps qu'ils consacreront à la lecture de ce mémoire.

Je désire aussi remercier les professeurs de l'université de Liège, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études en architecture.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers ma famille et amis qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Un grand merci à Véronique pour sa précieuse aide à la relecture et à la correction de mon mémoire.

Enfin, je tiens à témoigner toute ma gratitude à Héléna pour sa confiance et son soutien inestimable.

INTRODUCTION

Aujourd'hui, la question de la conservation du patrimoine architectural occupe une place importante lors des discussions sur le réaménagement du territoire. Quels bâtiments conserver ? Comment les conserver ? Pourquoi ? Pour qui ? A quel prix ? En effet, il est important de comprendre qu'un bâtiment est porteur de toute une série de valeurs pour sa ville, son quartier et ses habitants : valeurs sociales, culturelles, économiques,... et la suppression de celui-ci entraîne une perte définitive de la plupart des valeurs qu'il véhiculait.

L'importante évolution du numérique dans le domaine ces dernières années, permet aujourd'hui une certaine forme de conservation virtuelle du patrimoine grâce à la modélisation de maquettes de représentation 3D. Mais serait-il pensable, après la disparition de certaines de ces valeurs suite à la destruction du bâtiment, de les remplacer par l'utilisation de nouvelles technologies comme la réalité virtuelle ou la réalité augmentée ?

Mon étude sur la question s'appuie sur un cas existant à Liège, la maison Rigo qui a été démolie en 2017, pour faire place au nouveau projet d'aménagement du quartier des Guillemins avec notamment la gare, la Tour Paradis, la passerelle « La Belle Liégeoise » et prochainement le nouvel éco-quartier « Paradis Express ».

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
INTRODUCTION	4
TABLE DES MATIERES	6
TABLE DES FIGURES	8
1. CONTEXTE ET PROBLEMATIQUES	10
1.1 Motivations.....	10
1.2 Questions de recherches	11
1.3 Structure du travail et méthodologie.....	11
1.4 Objectifs	13
2. ETAT DE L'ART	14
2.1 Réalité Augmentée.....	14
2.1.1 Présentation de la technologie	14
2.1.2 Comparaison avec la Réalité Virtuelle	19
2.2 Cas d'utilisation : La Maison Rigo	23
2.2.1 Présentation	24
2.2.3 Relevé planimétrique et photographique.....	28
2.2.4 Traitement du nuage de points	32
2.3 Systèmes d'évaluations	39
2.3.1 La grille de Nara de Van Balen.....	40
2.3.2 L'importance des valeurs de Fredheim et Khalaf	43
3. METHODOLOGIE	45
3.1 Choix de la RA	45
3.2 Etude typologique des valeurs du bien.....	48
3.2.1 Temps 1 : identification et classification.....	49
3.2.2 Temps 2 : explications.....	50
3.2.3 Temps 3 : qualificatif de valeurs.....	56
3.3 Présentation des cas pratiques	62

4. APPROFONDISSEMENT	63
4.1 Cas pratique 1 : privé	63
4.2 Cas pratique 2 : semi public	69
4.3 Cas pratique 3 : public.....	74
4.4 Analyse des résultats	80
4.5 Propositions	81
5. CONCLUSION.....	84
6. REFERENCES	86
6.1 Bibliographie	86
6.2 Webographie.....	87
6.3 Programmes et applications.....	89

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : EyeTap lors du Digifest en 2004 (Wikimédia Commons, 2020)	15
Figure 2 : Illustration du « Sensorama » de Morton Heilig (Wikimédia Commons, 2020)	15
Figure 3 : Tableau récapitulatif des différents types de système RA (Grella M., 2019)	16
Figure 4 : Affichage en RA d'un cerveau sur la tête de l'utilisateur (WXYZ.fr, 2013)	18
Figure 5 : RA proposée par le jeu Pokemon GO	18
Figure 6 : Le continuum Réalité – Virtualité (Milgram, 1996)	19
Figure 7 : Vue depuis l'Avenue Blondin (Vervloesem M., 2018)	23
Figure 8 : Vue depuis la Rue de Fagnée (Vervloesem M., 2018)	23
Figure 9 : Portrait de l'architecte L. Bécasseau (Vervloesem M., 2018)	24
Figure 10 : Plan d'implantation de la maison Rigo (Vervloesem M., 2018)	25
Figure 11 : Zoom sur le plan d'implantation	25
Figure 12 : Photo panoramique de la façade arrière de la maison Rigo (Hallot P., 2017)	27
Figure 13 : Photo panoramique de la façade arrière de la maison Rigo (Hallot P., 2017)	27
Figure 14 : Photo panoramique de la façade avant de la maison Rigo (Hallot P., 2017)	27
Figure 15 : Photo panoramique de la façade arrière de la maison Rigo depuis le jardin (Hallot P., 2017)	27
Figure 16 : Photo panoramique de la façade avant de la maison Rigo (Hallot P., 2017)	27
Figure 17 : Composition du plan par rapport aux irrégularités (Vervloesem M., 2018)	27
Figure 18 : L'escalier d'apparat entre le rez et le 1 ^{er} étage (Hallot P., 2017)	29
Figure 19 : Le hall principal (Hallot P., 2017)	29
Figure 20 : La salle à manger (Hallot P., 2017)	29
Figure 21 : L'escalier de service (Hallot P., 2017)	29
Figure 22 : La cuisine (Hallot P., 2017)	29
Figure 23 : Plan du Rez-de-chaussée (Vervloesem M., 2018)	29
Figure 24 : Le couloir d'entrée (Hallot P., 2017)	29
Figure 25 : Le salon du Rez-de-chaussée (Hallot P., 2017)	29
Figure 26 : Le salon du 1 ^{er} étage avec la loggia (Hallot P., 2017)	30
Figure 27 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)	30
Figure 28 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)	30
Figure 29 : Fumoir/bureau (Hallot P., 2017)	30
Figure 30 : Palier de service (Hallot P., 2017)	30
Figure 31 : Annexe de la chambre (Hallot P., 2017)	30
Figure 32 : Palier principal (Hallot P., 2017)	30
Figure 33 : Petit salon (Hallot P., 2017)	30
Figure 34 : Chambre de couture (Hallot P., 2017)	30
Figure 35 : Plan du premier étage (Vervloesem M., 2018)	30
Figure 36 : Espace non-identifié de forme identique au palier du 1 ^{er} étage (Hallot P., 2017)	31
Figure 37 : Plan du deuxième étage (Vervloesem M., 2018)	31
Figure 38 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)	31
Figure 39 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)	31
Figure 40 : Espace de vie secondaire (Hallot P., 2017)	31
Figure 41 : Espace de vie secondaire (Hallot P., 2017)	31

Figure 42 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)	31
Figure 43 : Circulation 2 ^{ème} étage accessible par l'escalier de service (Hallot P., 2017)	31
Figure 44 : 3D de la maison Rigo	33
Figure 45 : 3D de la maison Rigo	33
Figure 46 : 3D de la maison Rigo	33
Figure 47 : Elévation avant depuis la rue de Fragnée	34
Figure 48 : Coupe transversale dans le hall et palier principal.....	34
Figure 49 : Elévation latérale depuis l'esplanade de la tour des finances	35
Figure 50 : Coupe longitudinale dans le hall et palier principal	36
Figure 51 : Coupe longitudinale dans le salon du 1 ^{er} étage et la circulation horizontale	37
Figure 52 : Coupe transversale dans la cage d'escalier de service	38
Figure 53 : Elévation arrière	38
Figure 54 : Valeurs portées après la disparition de la maison Rigo selon une grille de Nara (Vervloesem M., 2018).....	41
Figure 55 : Valeurs portées par la maison Rigo selon une grille de Nara (Vervloesem M., 2018)	41
Figure 56 : Valeurs portées par la conservation virtuelle de la maison Rigo selon une grille de Nara (Vervloesem M., 2018).....	42
Figure 57 : Plan du projet de réaménagement du quartier de Guillemins (Dethier Architecture, 2014)	46
Figure 58 : Position des points d'observation	46
Figure 59 : Simulation de la maison Rigo en RA depuis la position n°1	46
Figure 60 : Simulation de la maison Rigo en RA depuis la position n°2	47
Figure 61 : Simulation de la maison Rigo en RA depuis la position n°3	48

1. CONTEXTE ET PROBLEMATIQUES

1.1 Motivations

La présence du numérique ne cesse d'accroître dans notre société actuelle. Les technologies, aussi différentes et innovantes soient-elles, se développent très rapidement et sont de plus en plus présentes dans nos habitudes du quotidien.

Dans le monde professionnel, ces technologies apportent de grandes nouveautés dans la création, la gestion, la communication,... ce qui bouscule considérablement la manière d'approcher notre profession. Cependant, toutes ces techniques comptent encore beaucoup de sceptiques à leur égard et posent encore beaucoup de questions : des promesses en terme d'évolution, d'apports au quotidien en passant par les problèmes environnementaux et sociaux, jusqu'aux incertitudes quant à la santé des utilisateurs. Ce monde numérique nécessite encore beaucoup d'études pour faire la lumière sur ce sujet.

Durant mes études, il a souvent été question de l'impact de ces avancées sur la profession d'architecte au quotidien. Les plans papiers tracés aux instruments ont disparu des bureaux pour faire place aux plans numériques. On modélise les projets en 3D au lieu de réaliser des maquettes en carton. La relation avec les clients a aussi évolué. On parle même d'un changement de paradigme avec des nouvelles méthodes de conception comme le BIM.

Cependant, malgré cette réalité observée, j'ai constaté que notre formation universitaire ne porte actuellement que peu d'intérêt à ces technologies. Pourquoi ? A-t-on peur de se lancer dans l'utilisation de ces dispositifs numériques trop vite ? Sont-ils vraiment prometteurs ? A-t-on réalisé suffisamment d'études et le recul est-il suffisant pour affirmer l'efficacité de ces nouveaux procédés dans le domaine de l'architecture ? Ces technologies sont-elles aujourd'hui encore trop inaccessibles lorsque plusieurs centaines d'étudiants suivent la formation d'architecte en même temps ?

Autant de questions qui m'ont poussé à me diriger vers l'axe « culture numérique » pour réaliser mon travail de fin d'études.

1.2 Questions de recherches

Je me suis renseigné sur des possibilités de recherche concernant les technologies numériques et après en avoir discuté avec mon promoteur, j'ai pu déterminer le sujet d'études développé dans ce travail.

J'en suis arrivé à me poser une première question : les Xr permettent-elles de (re)donner certaines valeurs disparues avec la suppression du bâtiment ? (Le terme général Xr reprend les technologies comme la réalité virtuelle¹, la réalité mixte² et la réalité augmentée³.)

Pour plus d'efficacité je vais essayer de répondre à cette question au travers d'un exemple. Mon choix s'est finalement porté sur la Maison Rigo à Liège, pour plusieurs raisons évoquées ci-après.

Je me suis arrêté sur une technologie en particulier : la réalité augmentée. En effet, utilisée sur site, elle semble avoir un réel potentiel qui mérite d'être approfondi. En me limitant à cette technologie, je peux étudier l'ensemble du processus de mise en place d'une réalité augmentée de la maison Rigo. Cela me permet de réaliser un vrai test sur le site et répondre au mieux à la question de recherche suivante : La réalité augmentée est-elle capable de (re)donner certaines valeurs disparues avec la suppression du bâtiment (dans ce cas-ci la maison Rigo) ?

1.3 Structure du travail et méthodologie

Pour la réalisation de ce travail, j'ai opté, en accord avec le promoteur, pour une approche scientifique de type Hypothético-déductive. Cela consiste à formuler une hypothèse de réponse à la question de recherche posée qui devra ensuite être vérifiée par différentes actions de ma part. Je peux ainsi structurer l'écriture du travail sous forme de trois chapitres, correspondant aux différentes actions réalisées pour arriver à une conclusion.

En reprenant la question de recherche énoncée ci-dessus, je peux poser l'hypothèse suivante : la RA, utilisée sur le site, est capable de rendre des valeurs à un bâtiment qui n'existe plus. Pour être dans les meilleures conditions et tenter d'y répondre, il faut au préalable que les éléments

¹ Dans la suite de ce travail, le terme réalité virtuelle peut être abrégé en RV.

² Dans la suite de ce travail, le terme réalité mixte peut être abrégé en RM.

³ Dans la suite de ce travail, le terme réalité augmentée peut être abrégé en RA.

principaux de la question soient définis de manière claire. Ces éléments, que j'ai choisi de nommer « outils », font l'objet du premier chapitre de ce travail sur l'état de l'art.

Le premier élément concerne la technologie RA. Il s'agira, sur base de sources fiables, de décrire précisément l'entièreté du matériel et des logiciels nécessaires, d'expliquer comment l'utiliser et de donner ses atouts. Il est également important de faire la différence entre cette technologie et d'autres concurrents tels que la RV, et de justifier mon choix.

Le deuxième élément concerne les valeurs portées d'un bâtiment et plus précisément par la maison Rigo. Quelles sont-elles ? Pour ce chapitre, je m'appuierai sur le tfe « la maison Rigo (étude critique des débats autour de son avenir) » (Vervloesem M., 2018) qui apporte les informations nécessaires sur la maison Rigo. L'auteur a déjà, sous forme d'une grille de Nara, défini et décrit les différentes valeurs portées par le bâtiment avant et après sa destruction.

Le troisième et dernier outil concerne les méthodes d'évaluation de valeurs. L'objectif lors de cette présentation est, sur base d'évaluations existantes déjà formulées et des nouvelles valeurs identifiées, de formuler une analyse plus adaptée à l'utilisation d'une technologie numérique, et plus précisément l'utilisation de la réalité augmentée.

La deuxième partie du travail concerne les expérimentations réalisées sur bases des outils à disposition. Suite aux conditions sanitaires que nous avons connues en 2020, j'ai dû revoir la manière d'envisager le déroulement des tests sur site. Un premier chapitre sera consacré à l'étude des typologies de valeurs attachées à la maison Rigo. Un second permettra d'évaluer la restitution des valeurs perdues. Après réflexion, j'ai choisi de préciser des cas pratiques pour répondre à l'hypothèse posée. Il y aura trois exemples différents :

Tout d'abord, un exemple où le modèle numérique est resté privé et ne sert qu'au sein de l'Université pour réaliser des études, participer à la formation des étudiants dans certains cours, etc.

Un deuxième exemple partira de l'hypothèse où le modèle numérique est devenu semi public. C'est-à-dire qu'il devient complémentaire à un musée de la Ville où sont exposés des éléments démontés du bâtiment. Il n'y a dans ce cas que les visiteurs du musée qui ont accès au modèle en RA sur le site.

Enfin, le troisième exemple est celui où le modèle est devenu accessible à tout public. Une simple application à télécharger sur smartphone ou des bornes fixes présentes sur le site permettent à chacun d'observer la maison Rigo en RA.

Dans ces trois cas, l'utilisateur a des attentes différentes sur les valeurs du bâtiment rendu par le modèle numérique. Il sera intéressant de comparer l'efficacité du modèle selon les cas pratiques envisagés pour enfin arriver à une conclusion sur l'ensemble du travail effectué.

1.4 Objectifs

Dans l'hypothèse d'une réponse à la question de recherche totalement ou en partie confirmée, je trouverais intéressant de proposer un dispositif de ce modèle numérique de la maison Rigo en réalité augmentée à l'ensemble des habitants du quartier ou aux personnes curieuses de voir l'aboutissement de toute cette étude. On peut alors imaginer une étude future qui établirait un parcours ludique au sein de la ville, montrant divers lieux sous des angles différents ou d'autres époques.

2. ETAT DE L'ART

2.1 Réalité Augmentée

La réalité augmentée est un système informatique qui permet d'intégrer au sein d'un environnement existant des éléments virtuels en 3D. Il utilise la superposition d'images réelles et virtuelles, créées en temps réel par un appareil capable à la fois de capter l'environnement existant et de générer l'élément fictif. L'objectif de la réalité augmentée est de proposer à l'utilisateur une interaction en temps réel par insertion d'éléments virtuels dans un environnement existant.

Aujourd'hui, les appareils qui proposent cette technologie sont nombreux. Les plus courants sont les smartphones, les tablettes et les lunettes numériques. Concrètement, tout type d'ordinateur qui dispose au minimum d'une caméra et d'une application capable de générer des images virtuelles peut faire de la réalité augmentée.

Généralement, la réalité augmentée est utilisée pour modifier la vision de son utilisateur. Ce programme peut également affecter les cinq sens de celui-ci. Des sons artificiels peuvent, par exemple, être ajoutés à un environnement sonore réel.

2.1.1 Présentation de la technologie

Le concept de réalité augmentée est d'abord apparu en littérature avant d'évoluer jusqu'à devenir la technologie telle que nous la connaissons aujourd'hui. C'est donc en 1901 que *L. Frank Baum*, un célèbre auteur américain, décrit dans son ouvrage « *The Master Key* » des lunettes qui permettent à celui qui les portent de voir apparaître, sur le front de la personne rencontrée, une lettre définissant son caractère : « ... *give you the Character Marker. It consists of this pair of spectacles. While you wear them every one you meet will be marked upon the forehead with a letter indicating his or her character. The good will bear the letter 'G,' the evil the letter 'E.'* The wise will be marked with a *W*, etc. Thus you may determine by a single look the true natures of all those you encounter. »¹

¹ Traduction personnelle : « ... vous donne le marqueur de personnage. Il se compose de cette paire de lunettes. Pendant que vous les portez, chaque personne que vous rencontrerez sera marquée sur le front d'une lettre indiquant son caractère. Le bon portera la lettre «G», le mal la lettre «E». Le sage sera marqué d'un W, etc. Ainsi vous pourrez déterminer par un seul regard la vraie nature de tous ceux que vous rencontrez. »

Le premier appareil qui propose un système de réalité augmentée apparaît à l'aube des années 1980. Cependant, le « Sensorama » de *Morton Heilig*, créé en 1962 et précurseur de la réalité virtuelle, pose les premières bases d'une possible évolution de la réalité augmentée.

C'est donc dès 1978 qu'apparaît le premier appareil capable d'afficher des informations virtuelles en superposition d'images réelles. Le « EyeTap » est un casque composé d'une lunette électronique dotée d'une caméra et d'un écran relié à un ordinateur capable de générer des images. *Steve Mann*¹, l'inventeur du dispositif, est aussi considéré comme le précurseur de l'ordinateur portable. C'est ainsi qu'en 1981, il propose une évolution de l'EyeTap avec le premier ordinateur portable installé dans un sac à dos, ce qui rend son appareil de réalité augmentée entièrement mobile. *Steve Mann* va porter son dispositif tous les jours pendant 2 ans afin d'expérimenter et d'améliorer la portabilité de son invention et il dira : « Mon EyeTap est tellement devenu une partie de ma vie quotidienne qu'il faisait partie de moi, une partie de mon corps et de mon esprit ». Il va apporter de nombreuses améliorations à l'appareil au court du temps pour arriver à un dispositif aussi léger qu'une paire de lunettes.

Le terme réalité augmentée désigne l'ensemble des interactions entre une situation réelle et des éléments virtuels. Ces éléments peuvent être présentés sous forme d'images 2D, de modèles 3D. Selon *Fabrice Arsicot*², l'interaction est possible si trois dispositifs sont réunis :

Tout d'abord, il nécessite un appareil, surnommé « Device », qui réalise toute une série de calculs afin de positionner et de suivre les éléments numériques en temps réel. C'est-à-dire tout ordinateur équipé au minimum d'une caméra, d'une application et d'un écran pour retranscrire les images générées. Dans cette gamme d'appareils capables de réaliser une réalité augmentée, on retrouve principalement les smartphones, puis les tablettes, les lunettes et les casques.

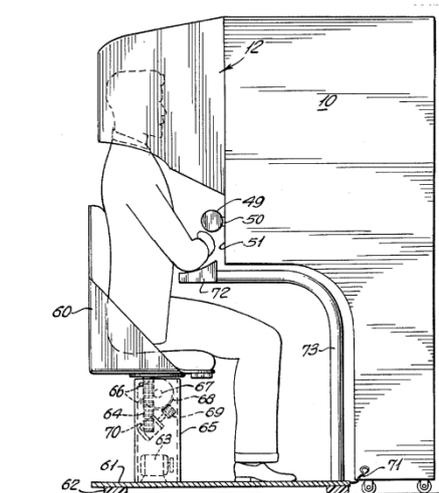


Figure 2 : Illustration du « Sensorama » de *Morton Heilig* (Wikimédia Commons, 2020)



Figure 1 : EyeTap lors du Digifest en 2004 (Wikimédia Commons, 2020)

¹ *Steve Mann* (1962) est un professeur canadien à l'université de Toronto dans le département des sciences appliquées.

² *Fabrice Arsicot* est directeur du Pôle digital de l'entreprise « Publicorp ». Propos retenu sur <https://www.realite-virtuelle.com/definition-realite-augmentee/>.

Ensuite, il faut ce qu'on appelle un « Marqueur » ou « Déclencheur ». Il s'agit d'un symbole, d'une image ou d'un logo qui, une fois dans le viseur de la caméra, va être reconnu par l'application comme la zone d'intégration de l'élément virtuel. Par exemple, on retrouve aujourd'hui plusieurs applications, disponibles notamment sur smartphone, capables d'ajouter un filtre sur le visage de l'utilisateur lorsqu'il emploie la webcam. Le « marqueur » ou « déclencheur » dans ce cas-ci est le visage de la personne reconnu grâce à un algorithme complexe généré par l'application et calculé par le « Device ». D'autres types d'applications utilisent plutôt les données GPS comme « déclencheur ». Sur un smartphone, ce sont la boussole et l'accéléromètre qui fournissent les informations nécessaires sur la position et l'orientation de l'utilisateur à l'application.

Enfin, le dernier élément nécessaire pour obtenir une RA est le contenu généré par l'application. C'est-à-dire l'élément virtuel qui est ajouté à l'environnement réel. Il peut être en 2D, 3D, une vidéo, un jeu, etc.

Il existe à ce jour cinq dispositifs d'affichages différents pour la RA (Silva, Oliveira, Giraldi, 2003). Dans le travail de fin d'étude « Apports de la réalité augmentée dans la revue de projets d'architecture » (Grella M., 2019), l'auteur a cité cette source et en a réalisé un tableau récapitulatif affiché ci-dessous :

Type de système	Support de fonctionnement	Prix	Caractéristiques principales
Optical See-Trough	Nécessite un masque ou un casque du type Hololens, LeapMotion ou Aryzon.	Coûtant généralement quelques milliers on trouve aujourd'hui des produits sous la barre des 1000€.	<ul style="list-style-type: none"> • Liberté des mouvements. • Contraste limité. • Champ de vision limité. • Recalage compliqué dû aux mouvements de la tête. • Généralement application propriétaire.
Virtual-Retina	Nécessite des lunettes sur lesquelles le projecteur rétinien est fixé.	Inconnu.	<ul style="list-style-type: none"> • Stade de prototype uniquement.
Video See-Trough	Nécessite un masque ou casque. L'écran de projection est cependant opaque.	Peut coûter de quelques centaines d'euros à plusieurs milliers d'euros.	<ul style="list-style-type: none"> • Liberté des mouvements. • Perte du côté naturel de l'environnement réel. • Très bon recalage du réel et du virtuel. • Champs de vision est en fonction du masque.
Monitor-Based	Nécessite un écran déporté tel qu'un écran d'ordinateur, une tablette ou un smartphone.	Coûte le prix d'un écran d'une tablette + le coût du logiciel.	<ul style="list-style-type: none"> • Accessible. • Performance variable en fonction du software. • Grand choix d'applications. • Évolutif. • Perte de la liberté de mouvements.
Projector display	Nécessite un projecteur calibré à une surface physique de projection.	Nécessite l'achat d'un projecteur. Varie de quelques centaines à plusieurs milliers d'euros.	<ul style="list-style-type: none"> • Liberté de mouvements. • Calibrage nécessaire. • Système multi-user. • Bonne résolution d'affichage.

Figure 3 : Tableau récapitulatif des différents types de système RA (Grella M., 2019)

Aujourd'hui, la RA a un avantage relativement conséquent par rapport à la réalité virtuelle au niveau de l'accessibilité. Evidemment, les deux technologies sont très différentes. La RV, qui propose une immersion totale dans un environnement virtuel, a besoin d'équipements plus spécifiques. L'abaissement du prix des casques de RV la rend accessible à un plus grand nombre. La réalité augmentée quant à elle peut se développer sur un smartphone qu'une grande partie de la population utilise pour ses besoins personnels au quotidien.

Un casque de réalité augmentée développé par Microsoft, le HoloLens, sorti en 2017, offre une expérience plus immersive de la réalité augmentée que l'on appelle réalité mixte (le casque se rapproche de celui utilisé pour la réalité virtuelle). Cependant, il nécessite un investissement plus conséquent pour l'utilisateur et présente tout de même encore quelques lacunes, ce qui signifie qu'il doit encore gagner en maturité (Arnaldi, Guitton, Moreau, 2018). Premièrement, le Casque de RA devrait idéalement atteindre un champ de vision identique à celui de l'être humain (180°). Or, à ce jour, il n'atteint qu'un maximum de 100-110°. Un deuxième problème connu est la résolution d'affichage : l'écran du casque étant très proche de l'œil, il est capable d'en apercevoir les pixels. Le dernier problème principal concerne la capacité de calculs effectués par le device. Toujours plus performante, la RA doit encore s'améliorer compte tenu des hautes résolutions graphiques produites actuellement.

Sur les plateformes de téléchargement telles que l'App Store d'Apple ou le Play Store de Google, qui représentent la majorité des systèmes d'exploitations des smartphones, on trouve assez facilement des applications, gratuites ou payantes, qui permettent de faire de la RA. L'application AUGIN est une application gratuite qui permet de réaliser des tests en réalité augmentée facilement. En effet, elle propose des plugins, également gratuits, compatibles avec Sketchup, Revit, ArchiCad et d'autres. De nombreux modèles 3D existent sur ces plateformes, avec notamment des bibliothèques complétées par la communauté comme la 3D Warehouse de Sketchup.

La technologie RA est utilisée dans de nombreux domaines comme l'art, le divertissement, la médecine, l'éducation, ... Toutes les utilisations visent le même but : améliorer une expérience vécue par l'apport d'éléments virtuels à l'environnement réel.

Pour citer quelques exemples d'utilisation, on retrouve la RA dans le domaine de l'apprentissage. Avec notamment son côté interactif, la réalité augmentée a démontré lors de

plusieurs recherches, que Margarita Anastassova¹ a compilé dans sa thèse, des aspects positifs concernant la pédagogie. Lors de l'exposition Cervorama de Cap-Sciences à Bordeaux, l'application « CervoMaton » a permis, de manière ludique, d'expliquer le fonctionnement du cerveau au public.



Figure 4 : Affichage en RA d'un cerveau sur la tête de l'utilisateur (XYZ.fr, 2013)

Dans un autre domaine, celui des jeux vidéo, la RA a également suscité son utilisation par certaines franchises. Ainsi à l'été 2016, le jeu Pokemon Go développé par Niantic, fait énormément parler de lui. Le concept est simple mais nouveau : il faut attraper des créatures issues de l'univers Pokemon en marchant dans la rue. Les tentatives de captures utilisent la caméra du smartphone qui permet de faire apparaître la créature virtuellement devant soi.

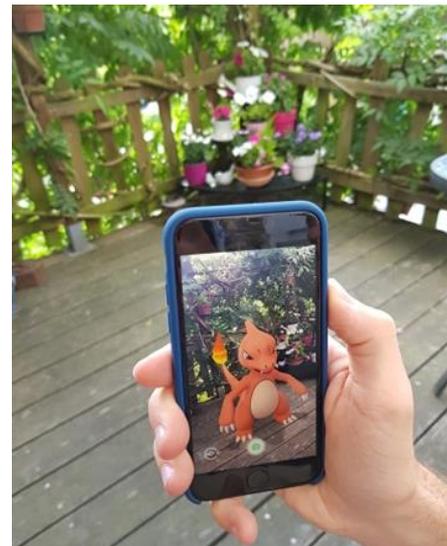


Figure 5 : RA proposée par le jeu Pokemon GO

Un dernier exemple, qui mérite toute notre attention, est celui de l'abbaye de Cluny reconstruite partiellement en réalité augmentée. Le domaine de la conservation du patrimoine est très concerné par la notion du numérique. Beaucoup d'ouvrages récents remettent en question les méthodes actuelles de préservation curatives et proposent des nouvelles solutions de conservations préventives grâce au numérique (citer travail M. Hallot). L'abbaye, d'une dimension exceptionnelle, date du Moyen-Age et n'a malheureusement pas survécu à la révolution française. Il n'en reste aujourd'hui que quelques vestiges. Depuis peu, un plan de restauration a débuté. Il se divise en deux parties. L'une est centrée sur la restauration en réalité augmentée. Cette technologie permet d'éviter la démolition de bâtiments plus récents construits sur le site mais qui s'inscrivent tout de même dans l'histoire du lieu. Ainsi, le visiteur peut lors d'une balade, observer sur une tablette, par la RA, l'abbaye de Cluny comme elle était à son époque.

¹ Margarita Anastassova, docteur en psychologie et ergonomie cognitive de l'Université Paris Descartes, est actuellement chercheur au Laboratoire d'Interfaces Sensorielles et Ambiantes (LISA) en France.

2.1.2 Comparaison avec la Réalité Virtuelle

En 1996, Milgram explique avec son continuum la différence entre les deux technologies. Proche de l'environnement réel placé à gauche du continuum, la réalité augmentée permet d'interagir avec cet

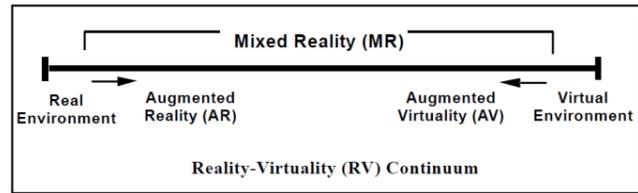


Figure 6 : Le continuum Réalité – Virtualité (Milgram, 1996)

environnement tandis que la réalité virtuelle n'interfère qu'avec l'environnement virtuel, placé à l'extrême droite du continuum. Au centre on retrouve toutes les réalités mixtes qui dialoguent avec les deux environnements. La RV est donc une technologie informatique qui simule la présence physique de l'utilisateur dans un environnement artificiel généré par des logiciels. L'utilisateur peut visualiser le monde artificiel, s'y déplacer et interagir avec des éléments virtuels dans un environnement généré par des logiciels. Comme expliqué ce dessus, il est impossible pour l'utilisateur d'interagir avec le monde réel avec la RV. L'objectif de la réalité virtuelle est d'arriver à reproduire artificiellement une expérience sensorielle incluant la vue, le toucher, l'ouïe ou l'odorat.

Aujourd'hui, les exemples de réalité virtuelle les plus courants sont les casques de réalité virtuelle et l'environnement multi-projeté. Dans le premier cas, l'effet de réalité virtuelle est obtenu par un casque apposé sur la tête muni d'un petit écran placé devant les yeux. L'environnement multi-projeté n'agit par directement sur l'utilisateur. Il propose une réalité virtuelle dans une salle munie de plusieurs grands écrans ou de projecteurs qui génèrent des images, des sons et d'autres sensations.

Généralement, la réalité virtuelle intègre une rétroaction auditive et visuelle mais elle peut permettre d'autres types de rétroaction sensorielle, notamment par la technologie haptique¹.

Tout comme la réalité augmentée, les premières références de réalité virtuelle telle que nous l'entendons aujourd'hui proviennent souvent de la science-fiction. *Stanley G. Weinbaum* publie en 1935 une nouvelle intitulée « Pygmalion's Spectacles » dans laquelle il décrit des lunettes qui permettent à celui qui les portent d'entrer dans un monde virtuel où il peut interagir, toucher et sentir. Quelques années plus tard, on retrouve les premières vraies inventions considérées

¹ Définition « haptique » : étude scientifique du toucher. Dictionnaire Larousse, consulté le 26 juillet 2020 à : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/haptique/39040>.

Les technologies haptiques permettent de faire ressentir à l'utilisateur un contact physique lors de la manipulation d'un objet virtuel en 3D.

comme les ancêtres de la réalité virtuelle. Ainsi, *Morton Heilig* met au point une « expérience de théâtre » qui englobe tous les sens du spectateur. C'est en 1962 qu'il construit son prototype, surnommé « Sensorama », et enregistre cinq—courts métrages qui serviront à réaliser l'expérience. Proposé aux spectateurs, il a pour but de stimuler plusieurs sens : la vue, l'ouïe, l'odorat et le toucher. Le spectateur vit une expérience d'immersion visuelle et auditive dans une scène réelle filmée au préalable. Heilig a également développé le « masque de télésphère ». Breveté en 1960, c'est un appareil de télévision télescopique à usage individuel. Le spectateur est immergé dans le film avec une sensation complète de réalité, grâce à la 3D stéréoscopique, à la vision large et au son stéréo. Innovants pour l'époque, ces systèmes restent de simples dispositifs mécaniques puisqu'ils ne nécessitent aucun calcul numérique. Durant la même période, *Douglas Engelbart* invente la souris informatique. Cet outil que l'on connaît tous aujourd'hui devient la première interface homme-machine qui exploite le mouvement de la main.

En 1968, *Ivan Sutherland* crée le premier système de réalité virtuelle posé sur la tête et qui utilise des images générées par un ordinateur. Relativement primitif en termes d'interface et de réalisme visuel, les graphismes générés numériquement sont des salles et des objets représentés de manière filaire. L'appareil est tellement lourd qu'il doit être suspendu au plafond, d'où son nom « épée de Damoclès ».

C'est à l'Université de l'Utah, dans les années 1970, que *Daniel Vickers* crée le premier casque de réalité virtuelle tel que nous le connaissons aujourd'hui. Il est constitué de deux écrans et offre à l'utilisateur la possibilité d'observer la scène virtuelle qui lui est présentée en tournant la tête. Quelques années plus tard apparaît une nouvelle interface pour améliorer l'expérience : le gant de données « DataGlove ». Cette technologie créée en 1982, mesure le déplacement de la main et des doigts et les communique à l'ordinateur.

Les années 1980 marquent une augmentation de popularité de la réalité virtuelle et plusieurs appareils voient le jour comme le DataGlove l'EyePhone et l'audiosphère. Cependant, son coût reste généralement très élevé ce qui la rend inaccessible au grand public. C'est ainsi que l'industrie VR va rester discrète et se développera essentiellement dans le secteur médical, automobile dans l'aviation et lors d'entraînements militaires.

La réalité virtuelle réapparaît dans les années 1990 dans le secteur du jeu vidéo par l'initiative de Sega qui crée le Sega VR pour sa console « Mega Drive », un casque qui réagit aux

mouvements de la tête de l'utilisateur. En 1992, *Carolina Cruz-Neira*, *Daniel J. Sandin* et *Thomas A. DeFanti*, de l'Université de l'Illinois à Chicago créent la première salle immersive cubique nommée « Cave Automatic Virtual Environment » (CAVE). Développé lors de la thèse de doctorat de Cruz-Neira, le projet consiste à créer un environnement multi-projeté, similaire au holodeck, qui permet aux utilisateurs de voir leur propre corps par rapport aux autres dans la salle. Depuis 2016, plusieurs casques de réalité virtuelle sont commercialisés à des prix plus abordables pour le grand public. Parmi eux, on retrouve l'Oculus Rift, le HTC Vive et le PlayStation VR.

La réalité augmentée dispose de cinq dispositifs d'affichage différents décrits précédemment. Concernant la RV, on l'obtient par quatre méthodes différentes appelées interfaces visuelles :

- Le Workbench : Le dispositif mis en place pour cette méthode est une « table à dessin » constituée généralement de deux écrans, un vertical et l'autre horizontal. Grâce à un système de tracking à deux caméras ou plus, le Workbench permet un travail de conception simple à échelle 1:1 pour des prototypes virtuels de taille inférieure à 1 m³.
- La salle immersive (CAVE, Icube, SASCube) : Cela consiste à équiper une salle de plusieurs écrans ou projecteurs afin d'obtenir des images stéréoscopiques et synchronisées. L'utilisateur est ainsi immergé dans un environnement géométriquement cohérent grâce aux images qui recouvrent les murs, le sol et le plafond de la pièce. Un système de capture de position recalcule en temps réel les perspectives pour respecter le point de vue de l'utilisateur présent dans la salle.
- L'écran stéréoscopique avec calcul en temps réel : Pour cette méthode, l'utilisateur regarde l'écran et voit la scène virtuelle en vision stéréoscopique. C'est-à-dire que les deux images stéréoscopiques doivent correspondre aux points de vue de chaque œil de l'observateur. Le système peut être amélioré avec la technologie Eye Tracking. Dans ce cas, les images sont recalculées en temps réel par l'ordinateur pour correspondre au point de vue de l'utilisateur.
- Le casque de réalité virtuelle : c'est le dispositif le plus répandu à l'heure actuelle. Il propose deux technologies pour une immersion totale dans le virtuel. La première est la stimulation du système visuel grâce au visiocasque. Le visiocasque est un dispositif d'affichage qui, posé sur la tête, place un petit écran devant chaque œil. L'utilisateur ne

voit plus que l'écran une fois le dispositif en place. La deuxième technologie est la localisation de la tête de l'utilisateur. Des capteurs intégrés permettent à l'ordinateur de calculer en temps réel les images à l'intérieur du visiocasque suivant les mouvements de la tête effectués par l'utilisateur.

Le domaine d'action de la technologie RV s'élargit de plus en plus aujourd'hui. Plusieurs secteurs d'activités ont déjà adopté cette technologie pour simuler des cas réels lors de formations et ainsi améliorer l'apprentissage. La compréhension de phénomènes complexes peut également être améliorée par l'interface : accès facile aux informations et rendus visuels proposés. Actuellement, les domaines principaux d'utilisation de la réalité virtuelle restent le jeu vidéo et le divertissement (Arnaldi, Guitton, Moreau, 2018).

Pour citer quelques exemples de RV, dans le domaine de l'enseignement, la réalité virtuelle remplace la vidéoconférence en apportant plusieurs avantages. Les étudiants se connectent simplement sur une plateforme internet. On peut ainsi donner cours à des milliers d'élèves en même temps sans pour cela construire d'énormes auditoriums pour les accueillir. L'enseignant organise la salle de classe comme il l'entend. Pour les cours donnés en laboratoire par exemple, l'ordinateur peut calculer et simuler les réactions chimiques, physiques ou mathématiques puis les communiquer instantanément aux enseignants et aux étudiants.

Les pompiers belges utilisent également des simulateurs de réalité virtuelle dans le cadre de leur formation à la conduite de véhicules prioritaires (Het Nieuwsblad, 2013). Ils peuvent ainsi s'entraîner virtuellement à se déplacer dans la circulation et mieux appréhender la réaction des autres conducteurs. Dans un avenir proche, des projets similaires sont attendus pour tous les conducteurs de véhicules prioritaires, comme notamment la police.

Depuis un certain temps, la réalité virtuelle fait son apparition dans le domaine de l'architecture. Plusieurs compagnies sur le marché proposent aux bureaux d'architecture et aux sociétés immobilières, des logiciels qui permettent des visites virtuelles.

Enfin, on a pu apprécier, ces dernières semaines, les multiples utilisations de la réalité virtuelle face à la crise sanitaire que nous connaissons. Notamment à l'hôpital universitaire George Washington où les médecins utilisent la VR pour surveiller les patients atteints du Covid-19. De cette manière, ils peuvent modéliser avec précision les poumons du patient et examiner précisément leur état (futura-sciences, 2020).

2.2 Cas d'utilisation : La Maison Rigo

Afin de répondre au mieux à l'hypothèse posée, l'étude d'un cas spécifique est nécessaire. Cela me permettra de fournir une réponse précise sur le cas étudié en ayant pris en compte l'ensemble des caractéristiques du bâtiment. Par la suite, il sera possible de formuler une conclusion plus générale sur base de cette étude en prenant soin de ne pas trop généraliser.

Le choix du cas spécifique s'est porté vers la maison Rigo, un hôtel de maître situé à Liège à l'angle de la rue de Fragnée et de l'avenue Blonden.

Réalisée par l'architecte Lucien Bécasseau au début du 20^{ème} siècle, la demeure s'est construite en raison de la forme singulière du terrain où elle est implantée et selon les styles d'époque suivant l'inspiration de l'architecte.

L'œuvre emprunte un vocabulaire ancien, d'inspiration mosane, qui ne l'empêche en aucun cas d'être parfaitement adaptée à la manière de vivre de son époque avec notamment la présence d'un garage et d'un bow-window.

Plusieurs raisons ont orienté mon choix vers ce bâtiment.

Premièrement, le bâtiment est classé à l'inventaire du patrimoine culturel immobilier wallon depuis 2004. On comprend déjà, avant de réaliser l'étude plus approfondie sur le bien, qu'il apporte différentes valeurs sociales, culturelles et économiques à la Ville de Liège, au quartier et à certains habitants.

Ensuite, il a été démoli en 2017 dans le cadre du projet de réaménagement du quartier des Guillemins. Cette démolition a suscité de nombreuses réactions de la part des conservateurs ainsi qu'un long débat entre les différents acteurs. Suite à sa disparition, la question de lui redonner vie par l'utilisation d'une technologie numérique prend tout son sens.

Le débat sur l'avenir du bâtiment liégeois a fait l'objet d'un travail de fin d'étude (Vervloesem M., 2018). Le mémoire propose une monographie suffisamment complète sur le bâtiment illustrée de nombreuses sources inédites. Dans ses différents scénarios de conservation l'auteur



Figure 7 : Vue depuis l'Avenue Blonden
(Vervloesem M., 2018)



Figure 8 : Vue depuis la Rue de Fragnée
(Vervloesem M., 2018)

a réalisé une première recherche intéressante sur les avantages et inconvénients de l'utilisation d'une méthode numérique.

Enfin, un relevé précis sous forme d'un nuage de points ainsi qu'un reportage photographique complet a été réalisé par Monsieur Hallot avant la démolition du bâtiment. Le nuage de points a permis de réaliser une première maquette numérique utilisable pour la recherche.

Pour plus d'informations sur le bâtiment et le débat qu'il a suscité, j'invite tous les lecteurs intéressés, à lire le mémoire « La maison Rigo (Etude critique des débats autour de son avenir) » Disponible sur le site internet de l'Université de Liège « MatheO ». La majorité des informations concernant la maison Rigo sont issues de cet ouvrage.

2.2.1 Présentation

Tout d'abord, l'architecte de la maison Rigo est Lucien Bécasseau (1865-1941), un liégeois discret qui doit sa renommée à ses réalisations en région liégeoise.

On connaît peu de chose sur le personnage. Ce qui est important à retenir, selon moi, c'est notamment sa formation d'architecte. Un rapport de ses professeurs, daté de 1890-1891, permet d'apprendre qu'il a fréquenté l'académie Royale des beaux-arts de Liège. Un de ses professeurs était Charles Etienne Soubre, connu pour de nombreuses réalisations dans l'arrondissement de Liège et Verviers. En suivant cette filière, on comprend mieux son intérêt pour la création de bâtiments d'inspiration ancienne. En effet, l'une des principales qualités de la maison Rigo est son inspiration mosane et ses nombreux détails de style ancien.



Figure 9 : Portrait de l'architecte L. Bécasseau (Vervloesem M., 2018)

En 1929, la « Gazette de Liège » publie un numéro spécial lors l'inauguration de ses nouveaux locaux réalisés par Lucien Bécasseau. Un portrait de l'architecte, âgé de 45 ans, est présent. Le journal ne manque pas de mettre en avant toutes les qualités de l'architecte et de se vanter d'avoir choisi : « le meilleur architecte pour une gazette encore plus performante ». L'article n'est pas objectif dans ses propos. Toutefois, on peut supposer que Bécasseau a su devenir, au cours de sa carrière, un architecte assez renommé pour se voir confier la conception des locaux d'un journal régional considéré à l'époque comme le symbole de la communication et de la liberté d'expression. Les locaux de la « Gazette de Liège » ainsi que la maison Rigo sont très

certainement ses deux principales réalisations. Lucien Bécasseau n'a pas laissé d'archives sur l'ensemble de ses œuvres. Un recensement a été réalisé par l'auteur du mémoire précédant sur la maison Rigo sur base de l'inventaire du patrimoine wallon. Peut-être incomplet, il permet cependant de découvrir plusieurs réalisations de l'architecte. La majorité de ses œuvres identifiées se situent dans la ville Liège et ses environs.

Le propriétaire du terrain, monsieur Léon Rigo est un homme d'affaires liégeois né le 29 juin 1875. Fort de sa formation d'avocat, il commence les démarches concernant le permis d'urbanisme de sa maison personnelle au début du 20^e siècle. Durant sa carrière, Rigo a notamment travaillé pour la banque liégeoise « Dubois » en tant que conseiller d'administration. Selon certaines rumeurs, plusieurs décors intérieurs de la maison Rigo proviendraient de la Banque lors de son déménagement de la place St Lambert vers la rue de l'Université.

Le bâtiment se situe au croisement de l'avenue Blonden et de la rue de Fragnée en plein cœur du quartier des Guillemins. Le terrain, bordé autrefois d'une rue à pavés, s'inscrit dans un contexte d'habitations majoritairement de deux à trois étages. Les styles architecturaux varient très fortement dans le quartier et certains bâtiments sont aménagés en rez-de-chaussée commercial.

La géométrie du terrain est assez inhabituelle, caractérisée par un angle de rue. La parcelle regroupe deux terrains jumelés. L'ensemble présente une façade longue de 18 mètres répartie comme suit : 6 mètres sur l'avenue Blonden et 12 mètres rue de Fragnée. Le terrain offre également une profondeur très intéressante d'une trentaine de mètres.

Pour l'organisation volumétrique du bâtiment, l'architecte a décidé d'étaler le corps principal de l'habitation sur l'entièreté du front de voirie. Ce corps principal se compose lui-même de deux parties, bien visibles sur les plans, avec un grand rectangle légèrement tronqué par l'angle de rue auquel s'ajoute une annexe cohérente dans l'ensemble de l'architecture qui reprend la déformée du terrain. Ensuite, au corps principal viennent s'ajouter deux autres volumes en longueur adossés aux

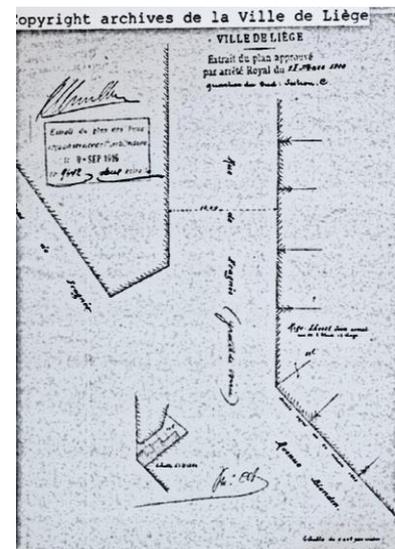


Figure 10 : Plan d'implantation de la maison Rigo (Vervloesem M., 2018)

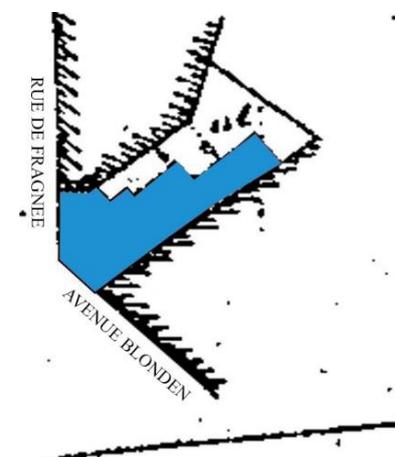


Figure 11 : Zoom sur le plan d'implantation

pignons du voisin Avenue Blonden. Successivement, ils se rétrécissent en largeur et hauteur afin de laisser entrer un maximum de lumière dans l'habitation.

L'architecte tire parti de la singularité du terrain, c'est-à-dire de l'angle généré par la rue, pour réaliser deux façades remarquables, autonomes mais unies par le style architectural. Pour la première façade, il tire profit de sa longueur pour créer une symétrie centrale sur la porte cochère placée au centre. L'unicité de cette façade noie complètement la jonction entre le volume rectangulaire et le volume « annexe » constituant le corps principal. Pour la deuxième façade, Avenue Blonden, il reprend une typologie déjà observée dans plusieurs de ses réalisations, c'est à dire une façade composée à partir d'un élément, la loggia.



Figure 16 : Photo panoramique de la façade avant de la maison Rigo (Hallot P., 2017)



Figure 14 : Photo panoramique de la façade avant de la maison Rigo (Hallot P., 2017)



Figure 13 : Photo panoramique de la façade arrière de la maison Rigo (Hallot P., 2017)

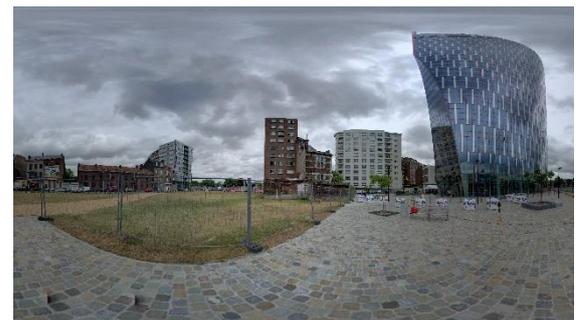


Figure 12 : Photo panoramique de la façade arrière de la maison Rigo (Hallot P., 2017)



Figure 15 : Photo panoramique de la façade arrière de la maison Rigo depuis le jardin (Hallot P., 2017)

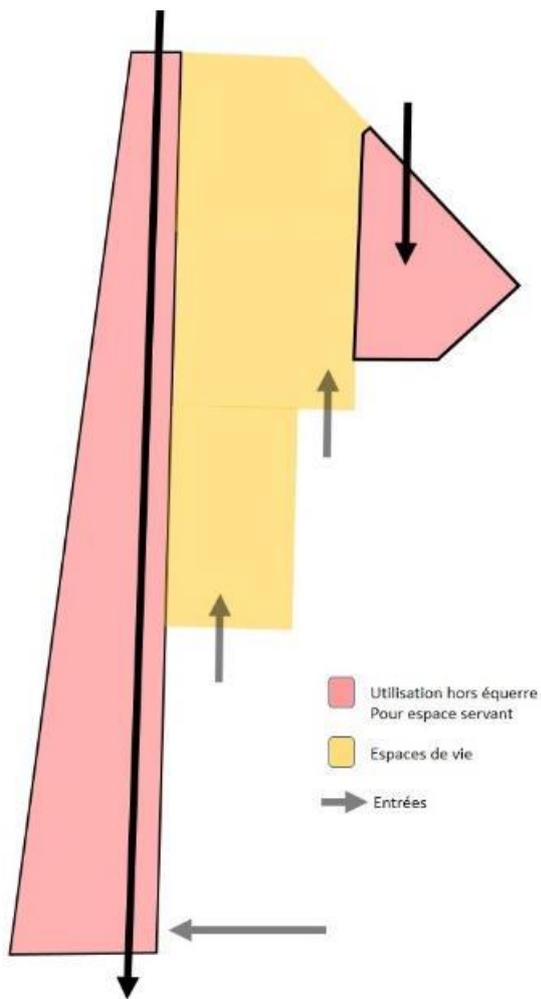


Figure 17 : Composition du plan par rapport aux irrégularités (Vervloesem M., 2018)

2.2.2 Relevé planimétrique et photographique

De mars 2016, date où la démolition a été proposée, à février 2018 date où la maison Rigo a été définitivement mise à terre, une longue période de résistance de la part de défenseurs du bâtiment a eu lieu et a généré de nombreux rebondissements. Malheureusement, du côté de ces défenseurs, la défaite a suscité beaucoup d'émotions tant les efforts fournis ont été conséquents. Chez les plus actifs, cela a été vécu comme un échec difficile à accepter.

En réalisant cette étude, il convient donc d'être prudent et de ne pas raviver les émotions que cette « saga » a générées. Il ne faut en aucun cas relancer ce débat et amener un quelconque regret au travers de ce travail. Le but est d'étudier, de manière totalement neutre et en faisant abstraction de tout le débat (qui a déjà fait l'objet d'un travail de fin d'étude), les valeurs véhiculées par la maison et voir si certaines peuvent être rétablies d'une quelconque manière par l'utilisation d'une technologie numérique.

Durant cette période de débat, la question de la méthode de conservation a été au centre de la table. Un relevé photographique complet ainsi qu'un relevé de nuage de points ont été effectués en amont d'une possible étude sur la conservation du bien numériquement. L'ensemble des photos panoramiques 360° du bâtiment présentes dans cet exposé proviennent de ce relevé photographique. Les photos ont été assemblées par un programme générateur de photos panoramiques (Hugin).

Les plans exposés ci-dessous montrent l'organisation du bâtiment au moment de sa fonction initiale en maison personnelle. Par la suite, le bâtiment a accueilli diverses fonctions liées à l'administration liégeoise. Notamment le Ministère de la Communauté Française des fonds scolaires provinciaux et communaux en 1987 et le bureau du commissaire du gouvernement auprès de l'Université de Liège en 2000.

Le bâtiment ayant servi à des fonctions privées, l'intérieur n'a jamais été accessible au public. Il sera donc, selon moi, intéressant d'étudier s'il y a un quelconque intérêt à lui donner une valeur publique par l'utilisation de la maquette numérique.

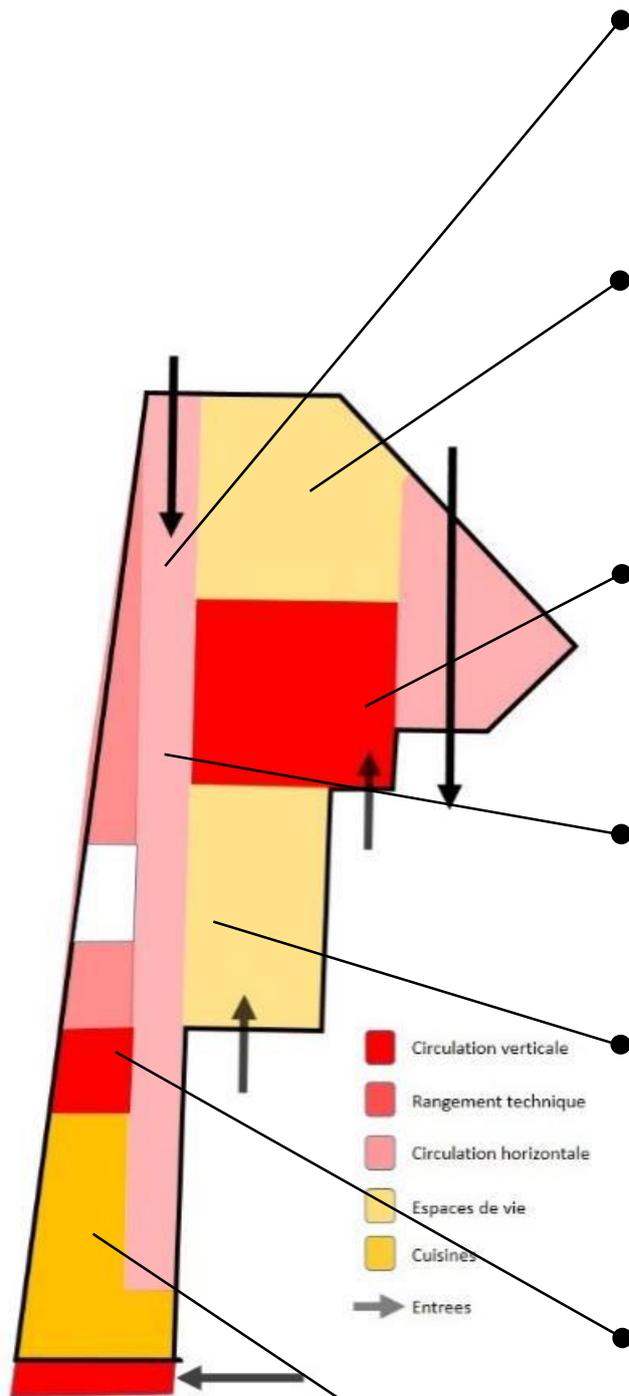


Figure 23 : Plan du Rez-de-chausée (Vervloessem M., 2018)



Figure 24 : Le couloir d'entrée (Hallot P., 2017)



Figure 25 : Le salon du Rez-de-chausée (Hallot P., 2017)



Figure 18 : L'escalier d'apparat entre le rez et le 1^{er} étage (Hallot P., 2017)



Figure 19 : Le hall principal (Hallot P., 2017)



Figure 20 : La salle à manger (Hallot P., 2017)



Figure 21 : L'escalier de service (Hallot P., 2017)



Figure 22 : La cuisine (Hallot P., 2017)



Figure 26 : Le salon du 1^{er} étage avec la loggia (Hallot P., 2017)



Figure 29 : Fumoir/bureau (Hallot P., 2017)



Figure 28 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)



Figure 32 : Palier principal (Hallot P., 2017)



Figure 27 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)



Figure 31 : Annexe de la chambre (Hallot P., 2017)



Figure 30 : Palier de service (Hallot P., 2017)



Figure 34 : Chambre de couture (Hallot P., 2017)

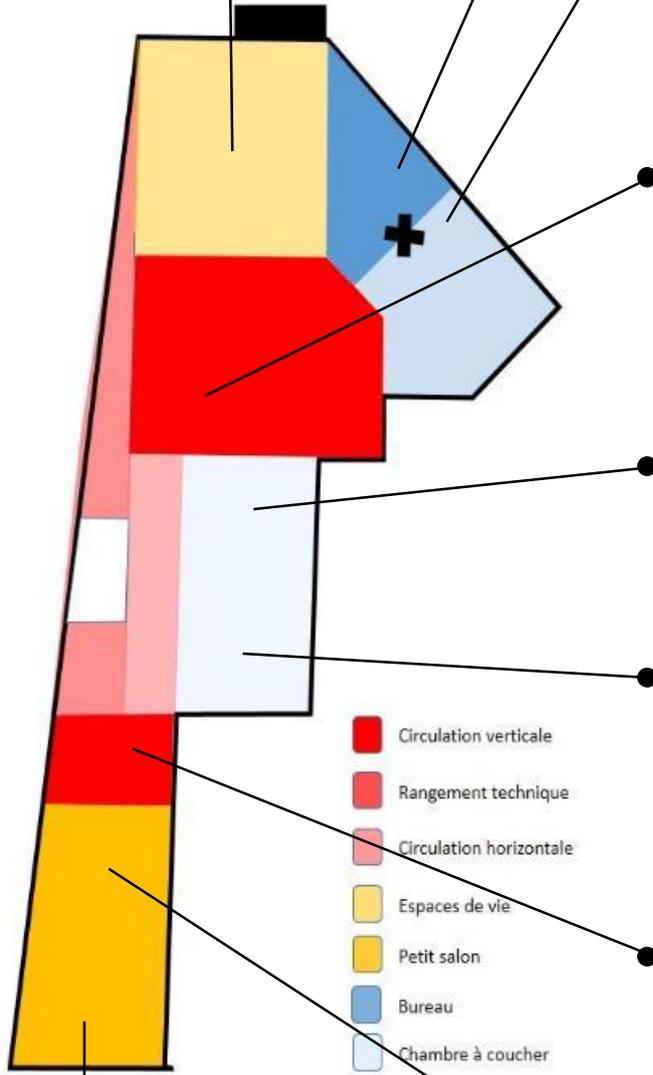


Figure 35 : Plan du premier étage (Vervloesem M., 2018)



Figure 33 : Petit salon (Hallot P., 2017)

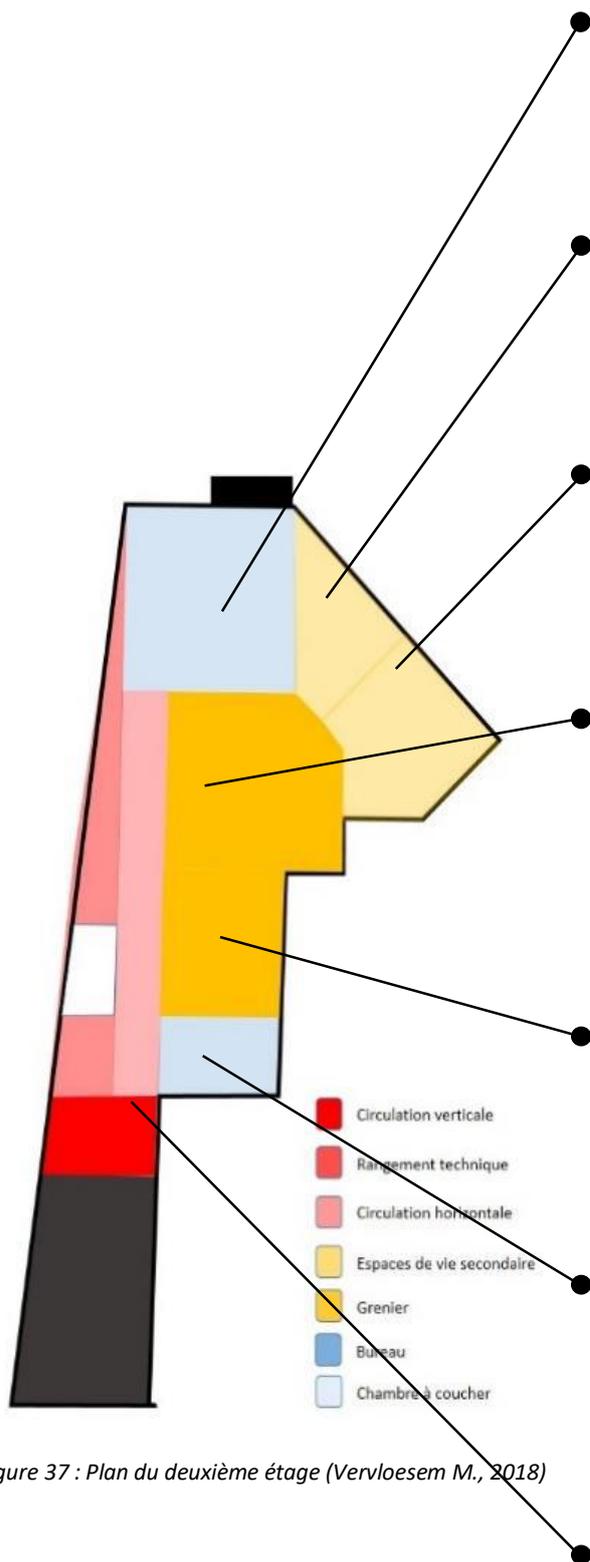


Figure 37 : Plan du deuxième étage (Vervloesem M., 2018)



Figure 42 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)



Figure 41 : Espace de vie secondaire (Hallot P., 2017)



Figure 40 : Espace de vie secondaire (Hallot P., 2017)



Figure 36 : Espace non-identifié de forme identique au palier du 1^{er} étage (Hallot P., 2017)



Figure 39 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)



Figure 38 : Chambre à coucher (Hallot P., 2017)



Figure 43 : Circulation 2^{ème} étage accessible par l'escalier de service (Hallot P., 2017)

2.2.3 Traitement du nuage de points

Le scan 3D de la maison Rigo a permis de sauvegarder numériquement l'intérieur et l'extérieur du bâtiment sous forme d'un nuage constitué de millions de points. Chaque point possède des coordonnées en X, Y, Z, qui le positionne dans l'espace par rapport à une origine. L'ensemble des points réunis recrée la volumétrie scannée. Dans cet exemple, le but de ce procédé est de virtualiser la maison Rigo, pour permettre l'analyse et le traitement informatique. Le bien patrimonial ayant été démoli, les seules sources d'information le concernant sont le traitement de nuages de points, les éléments particuliers démontés et conservés par la Ville de Liège, la collaboration et l'échange d'informations. Cette méthode de virtualisation permet une gestion plus efficace de la conservation d'un bien, par le concept du « digital twin » (Jouan, Hallot, 2020). Ce concept est expliqué plus en détail dans le chapitre suivant. Chaque nuage de points obtenu, a pu être traité et assemblé afin de reconstituer la maison dans son ensemble. M. Hallot, à l'origine de ce scan et détenteur de la maquette, m'a fourni le modèle afin de mener à bien ma recherche.

Le nuage de points est en format .57, compatible avec de nombreux programmes 3D nécessitant parfois un plugin supplémentaire. Pour ma part, j'ai ouvert le nuage de points sur le programme REVIT. Le programme ne demande pas de plugin supplémentaire, il suffit d'ouvrir le fichier au préalable dans ReCAP, une application fournie avec Revit, pour ensuite obtenir un fichier au format Revit. J'ai également testé le fichier sur Sketchup grâce au plugin « UNDET » en version d'essai. J'ai opté pour ce premier afin de réaliser quelques sections en plans, coupes ainsi que des vues en élévation, affichées ci-dessous en présentation du modèle numérique du bâtiment.

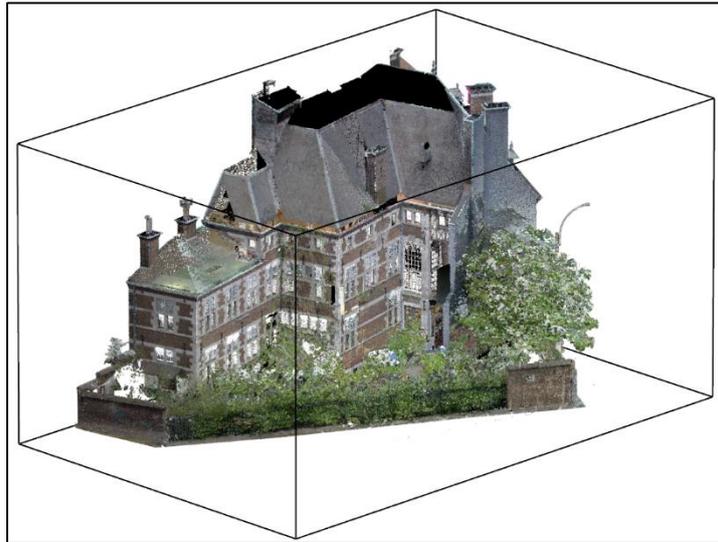


Figure 45 : 3D de la maison Rigo

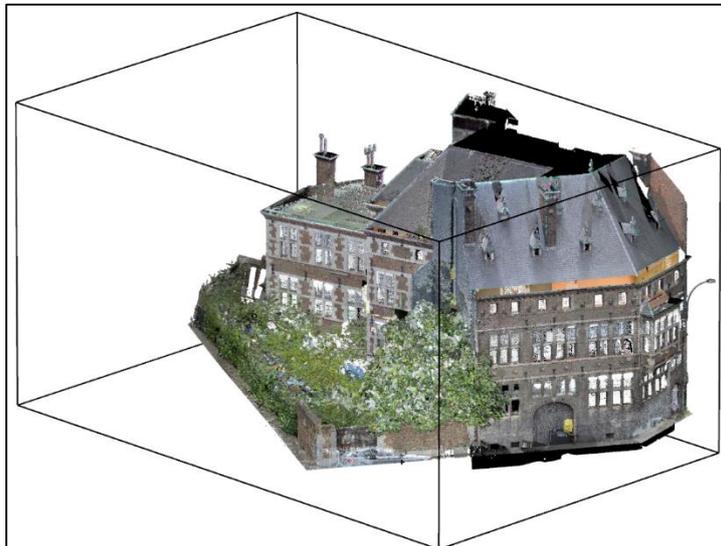


Figure 44 : 3D de la maison Rigo

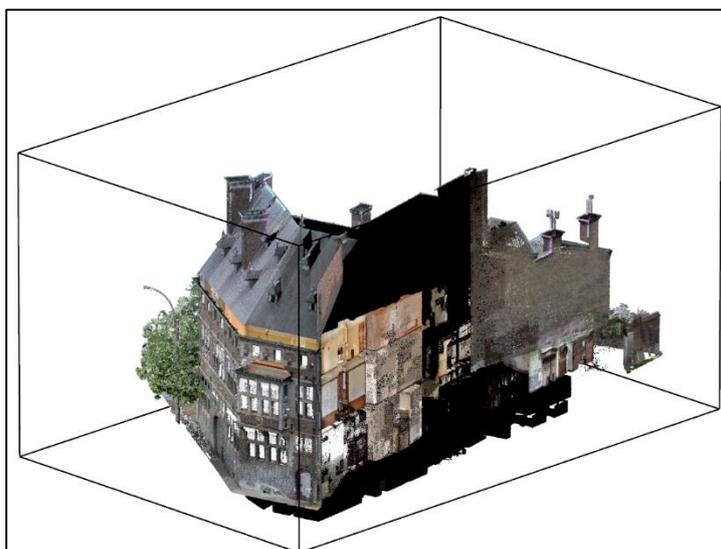


Figure 46 : 3D de la maison Rigo



Figure 47 : Elévation avant depuis la rue de Fragnée



Figure 48 : Coupe transversale dans le hall et palier principal



Figure 49 : Élévation latérale depuis l'esplanade de la tour des finances

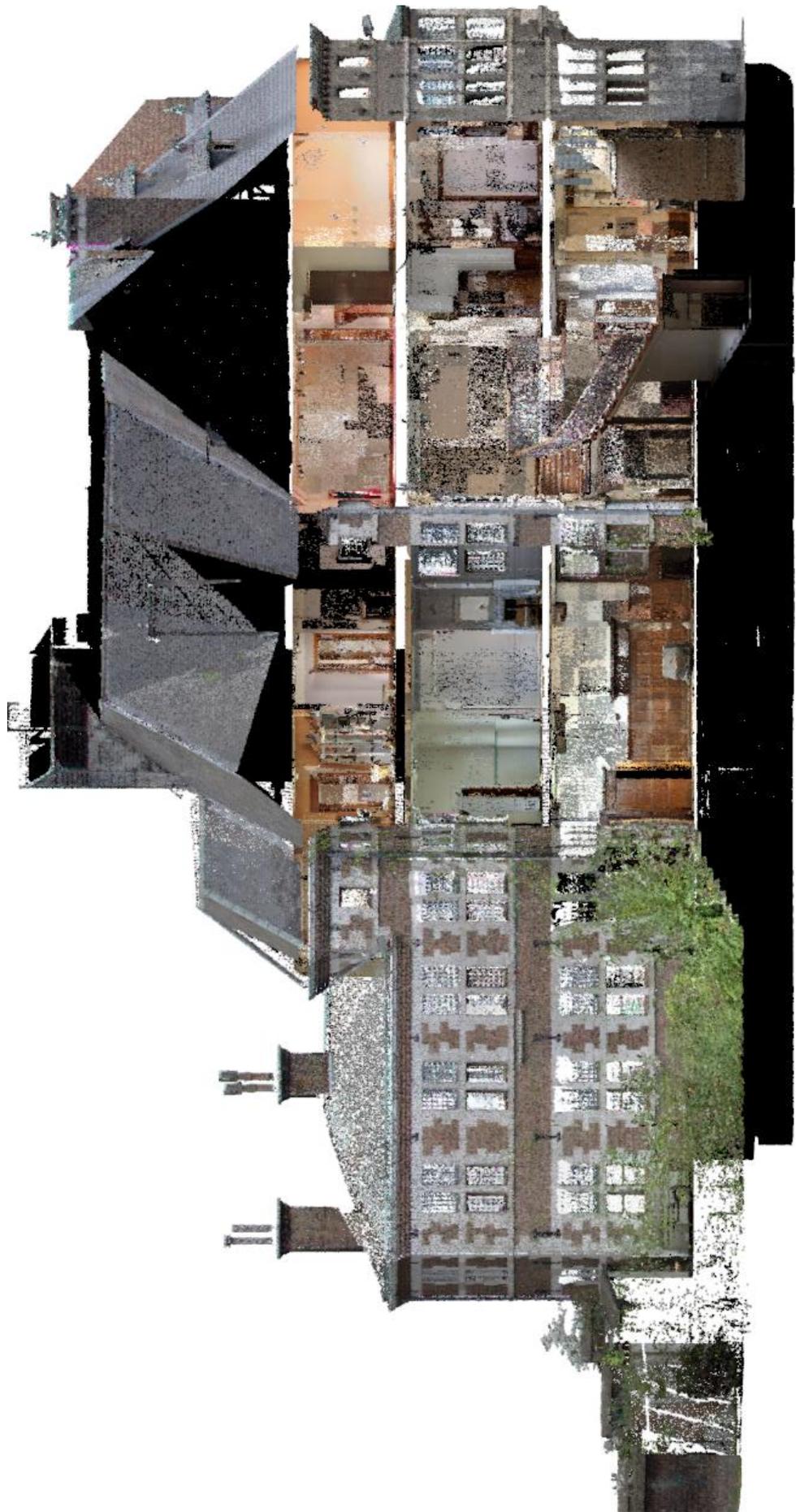


Figure 50 : Coupe longitudinale dans le hall et palier principal

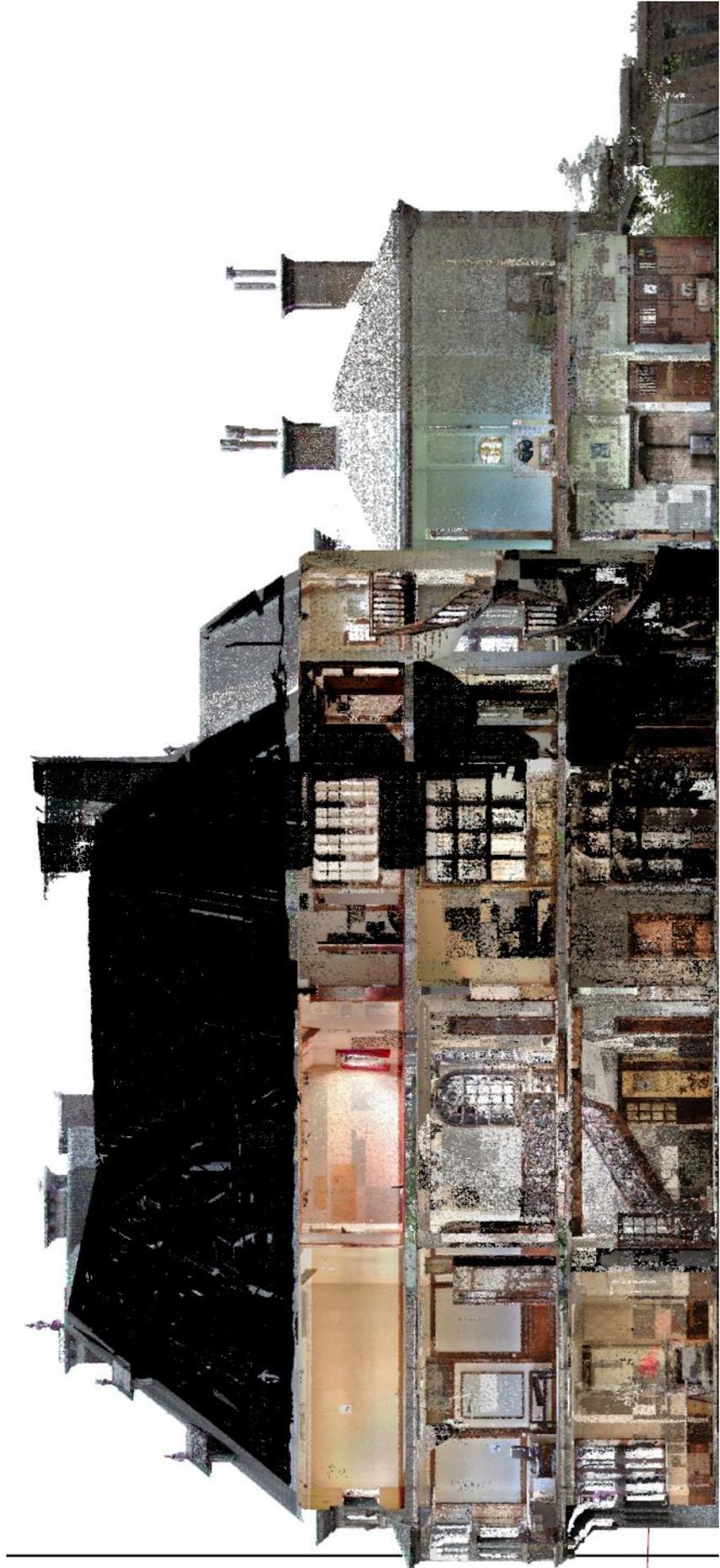


Figure 51 : Coupe longitudinale dans le salon du 1^{er} étage et la circulation horizontale



Figure 53 : Élévation arrière



Figure 52 : Coupe transversale dans la cage d'escalier de service

2.3 Systèmes d'évaluations

La présentation des différents outils nécessaires pour répondre à la question formulée se clôture par le développement d'un troisième outil concernant les systèmes d'évaluations. En effet, la question sur la conservation du patrimoine et plus précisément sur « comment » le conserver est la principale préoccupation de nombreux chercheurs mondiaux. La plupart sont d'accord sur l'importance d'arriver à évaluer les valeurs d'un bien patrimonial pour rendre efficace sa gestion. C'est pourquoi on retrouve des systèmes d'évaluations qui tentent, au mieux, d'uniformiser l'évaluation des typologies de valeurs de manière la plus objective possible.

Depuis longtemps, la gestion du patrimoine se base sur une notion de conservation curative du bien. Cette notion semble, aujourd'hui, bien dépassée et laisse place à une nouvelle notion, la conservation préventive. Elle est possible grâce à l'arrivée de supports numériques dans le domaine comme les modèles HBIM (Jouan, Hallot, 2020). Lorsqu'il y a utilisation d'une maquette virtuelle en parallèle au bien existant dans la gestion de la conservation, on parle d'un nouveau concept appelé « jumeaux numériques ». La méthode préventive favorise une préservation plus durable et conserve mieux l'importance culturelle des bâtiments par son approche plus stratégique et pluridisciplinaire. Elle permet une meilleure compréhension du bien afin d'identifier ses futures pathologies possibles. On étudie à l'avance les éventuelles anomalies qui peuvent survenir de par la conception du bâtiment, son utilisation et la manière dont il a été construit que l'on confronte au vieillissement naturel.

Ces nouvelles avancées dans la gestion de la conservation permettent une meilleure compréhension par le public. En effet, grâce à ces méthodes de typologie des valeurs établies avant toutes actions de conservations, les experts identifient les éléments particuliers et surtout ils expliquent de manière universelle en quoi ils sont particuliers. Quand on sait que certains travaux de conservations peuvent être très coûteux, il est important de pouvoir justifier pourquoi de telles dépenses peuvent être engendrées pour un élément plutôt qu'un autre.

Dans le cas qui nous occupe, le bien patrimonial a disparu. Il n'y a pas de gestion de conservation du bien réel étayé par une maquette virtuelle grâce au concept de « jumeaux numériques ». La maison Rigo, classée au patrimoine wallon avant sa démolition, était porteuse d'une série de valeurs connues. L'objectif est donc, à partir d'une de ces méthodes de typologie de valeurs utilisées pour la gestion de la conservation, de voir si la maquette virtuelle, à elle seule, peut restituer un certain nombre de valeurs disparues. En adaptant un système existant d'évaluation de typologie de valeurs pour cette recherche, on pourra vérifier le plus

objectivement possible, si des valeurs perdues ont été récupérées. On pourra ainsi démontrer l'avantage de modéliser une maquette précise et de créer une application de RA, ce qui a un certain prix et demande beaucoup de travail. Cela permettra aussi de déterminer les valeurs « plus importantes » que d'autres.

Les deux chapitres suivants présentent d'une part le système d'évaluation par la grille de Nara et son application dans le cadre de la maison Rigo et d'autre part, une nouvelle méthode d'évaluation plus récente qui sera utilisée dans le cadre de ce travail. Je vous décrirai de façon précise le fonctionnement de ce système d'évaluation.

2.3.1 La grille de Nara de Van Balen

Cette méthode, proposée en 2008 par Van Balen, permet d'établir selon le document de Nara (paru en 1994), une typologie de valeurs basée sur l'authenticité. Sous forme de grille, elle permet de confronter différentes valeurs portées par le bien patrimonial selon différentes dimensions et différents aspects. Cette méthode permet une certaine objectivité. Toutefois, les critères se trouvant dans la grille résultent d'un choix qui nécessite une justification.

Pour reprendre le travail de M. Vervloesem, il a réalisé une analyse des valeurs de la maison Rigo par l'utilisation d'une grille de Nara. Il a pu la compléter selon différentes suppositions concernant l'avenir du bâtiment : la conservation, le déplacement et la démolition. Deux grilles sont reprises ci-dessous. Celle concernant le déplacement de la maison Rigo n'est plus d'actualité puisque cette éventualité n'a pas été retenue.

Dimensions	Artistique	Historic	Social	Scientifique
Form and design	Artistique	Historique	Social	Scientifique
Materials and substance	Forme et conception			
Use and functions	Matériau x et substance			
Tradition technique and workmanship	Usage et fonctions		Un espace de rassemblement.	
Location and setting	Tradition technique et maîtrise exécution			Capacité de destruction et système de tri efficace
Spirit and feeling	Location and setting	Nouvelle Axe Guillemins-media cité		
	Spirit and feeling	- Symbol d'une politique urbanistique qui ne laisse pas de place pour le passer.		

Figure 54 : Valeurs portées après la disparition de la maison Rigo selon une grille de Nara (Vervloesem M., 2018)

Dimensions	Artistique	Historic	Social	Scientifique
Aspect	Artistique	Historique	Social	Scientifique
Form and design	Forme et conception	Historique	Social	Scientifique
Materials and substance	Matériaux et substance	Historique	Social	Scientifique
Use and functions	Usage et fonctions	Historique	Social	Scientifique
Tradition technique and workmanship	Tradition technique et maîtrise exécution	Historique	Social	Scientifique
Location and setting	Situation et localisation	Historique	Social	Scientifique
Spirit and feeling	Esprit et sentiments	Historique	Social	Scientifique

Figure 55 : Valeurs portées par la maison Rigo selon une grille de Nara (Vervloesem M., 2018)

L'auteur nous propose également une quatrième éventualité, à savoir la conservation du bien numériquement. Cette dernière analyse, réalisée sans nul doute consciencieusement, propose un résultat qui relève plus d'un ressenti personnel. La grille est complétée en généralisant le terme « technologie » et sans véritable test avec les différents dispositifs numériques existants. Néanmoins cela a permis d'ouvrir la porte à une étude future qui permettrait non seulement d'approfondir le sujet concernant la maison Rigo mais également de pousser la recherche sur la conservation numérique de valeurs après la disparition d'un patrimoine. Cette grille offre des réponses intéressantes, reprises ci-dessous.

Dimensions		Artistique	Historic	Social	Scientific
Aspect		Artistique	Historique	Social	Scientifique
Form and design	Forme et conception	C'est une architecture éclectique du début 20 ^e siècle d'inspiration mosane typique de la province de Liège. -La Façade mosane reflète d'une grande réflexion de composition. Composé comme un tableau, une œuvre d'art. -Décors intérieur remarquable de différente inspiration -Plan unique -Architecte liégeois fort connu à cette époque	-C'est un rare exemple d'habitation d'architecture mosane assez fidèle aux mosan d'origine. Réalisé. -Réalisé pendant la guerre, acte de résistance par l'appartenance du style typique la région ? -Elle montre un monde non-binaire ou différent style architectural se côtoient. -Exemple d'intervention de sauvegarde de la deuxième partie du 20 ^e siècle	- La conception du plan de la maison témoigne des façons de vivre de l'époque du début 20 ^e siècle.(relation rue, relation intérieur,...) -	Un des derniers néo-mosan fidèle aux mosan d'origine avec des adaptations contemporaine. La prise de partis des plans par rapport aux terrains montre qu'il y avait une recherche de spatialité du vide qui dépasse la simple copie de plan mosan
Materials and substance	Matériaux et substance				
Use and functions	Usage et fonctions				
Traditionechnique and workmanship	Tradition technique maîtrise exécution	- Compositions de la façade en alternance de brique et de pierre calcaire. -Beaucoup d'exemple reflétant le savoir-faire des artisans de l'époque (Pierre sculpture, menuiserie intérieur et extérieur, décors intérieurs,	- Combinaisons d'une structure bois ainsi qu'une structure métallique pour la charpente -Utilisation des nouveaux matériaux de construction	-Montre une société en transition qui utilise l'artisanat et les nouvelles techniques de construction -Mixte de production entre l'artisanal et l'industrie	-Montre les connaissances techniques d'un architecte de cette époque.
Location and setting		- Le contraste entre les différente architecture peuvent être considérés comme faisant partie de la beauté relative de Liège.	- Un des Derniers témoins d'un quartier entier démolis pour la construction d'un nouvel axe		
Spirit and feeling		-Porte étendard d'un passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique. -Décors intérieur ont subjugué bon nombre de liégeois et personnes extérieures. -Extensions pouvant refléter le potentiel artistique de notre époque	-Symbol restant d'un quartier -Parcourir la maison c'est voyager entre différentes époques qui cohabitent	-Le style de l'architecture donne un sentiment d'appartenance à l'identité liégeoise. -Devenu le symbole de la résistance du patrimoine à Liège	

Figure 56 : Valeurs portées par la conservation virtuelle de la maison Rigo selon une grille de Nara (Vervloesem M., 2018)

2.3.2 L'importance des valeurs de Fredheim et Khalaf

Dans le cadre de mon travail, j'ai préféré choisir une méthode plus récente que la grille de Nara. Il s'agit de celle formulée par Fredheim¹ et Khalaf². Cette analyse des valeurs d'un bien patrimonial est plus précise et universelle. En effet, selon les auteurs, les méthodes énoncées jusqu'à maintenant ne proposent pas de typologie suffisamment inclusive ni de mécanisme capable d'examiner les évaluations antérieures d'importance. Ce qui a comme conséquence qu'elles ne parviennent pas à saisir l'ensemble des modes de valorisation du patrimoine. Dans de nombreuses parutions scientifiques, elles n'arrivent pas à convaincre comme approche universelle. De plus, opter pour cette nouvelle méthode d'utilisation plutôt que de réutiliser celle présentée dans le travail de M. Vervloesem pourra apporter d'autres éléments de réponses. Toutefois, les différentes grilles qu'il a réalisées ne sont pas à mettre de côté. Au contraire, la comparaison des résultats obtenus permettra de mieux synthétiser l'apport que peut avoir le numérique sur la restitution de valeurs d'un bien disparu.

La méthode décrite dans l'ouvrage « *Digital Twin: Research Framework to Support Preventive Conservation Policies* » écrit par P. Jouan et P. Hallot consiste en l'identification des valeurs d'un bien répartie en trois temps :

Dans un premier temps, selon un modèle établi par Stephenson sur les valeurs culturelles, identifier et classer les éléments particuliers qui constituent le bien en trois catégories : la forme, la relation et l'usage. La forme concerne, parmi ces éléments identifiés, ceux qui ont un aspect tangible naturellement et culturellement. Les deux autres catégories reprennent, au contraire, les éléments identifiés à caractère intangible. La relation, comprend des éléments particuliers attachés aux interactions entre l'Homme et le site patrimonial (y compris la spiritualité, les souvenirs, les histoires, le sens du lieu,...). L'usage, concerne plutôt des processus et des événements liés au site (événements et processus historiques, systèmes et activités humaines,...). Cette identification et classification doit se répéter à toutes les échelles afin de bien identifier toutes les caractéristiques particulières du bien (Jouan, Hallot, 2020). En effet, selon ces auteurs : « les objets patrimoniaux sont considérés comme faisant partie d'un site patrimonial (par exemple un bâtiment sur un site), mais l'objet patrimonial peut également être

¹ Harald Fredheim est un docteur en philosophie. Il est chercheur dans le domaine des études du patrimoine, avec une formation en conservation et en archéologie, au musée d'archéologie de Londres.

² Manal Khalaf est un docteur en philosophie à l'université de Bassorah.

considéré comme un site patrimonial contenant d'autres objets patrimoniaux (par exemple un escalier dans le bâtiment) ».

L'objectif dans un premier temps, est d'obtenir un tableau comprenant les descriptions claires de l'ensemble des éléments porteurs de valeurs.

Dans un second temps, on détermine en quoi chaque objet patrimonial est particulier. Cette information permet plus d'accessibilité aux personnes moins expérimentées dans le domaine. Il s'agit d'établir une description, courte et compréhensible, des raisons de l'importance des différentes caractéristiques, selon quatre aspects de la valeur : associatif, sensoriel, probatoire et fonctionnel.

Pour terminer on utilise des qualificatifs de valeur, par exemple authenticité, rareté, bon ou mauvais état. Cela permet de spécifier la valeur des fonctions identifiées. Selon P. Hallot et P. Jouan, cette troisième phase est essentielle car « elle fait le lien entre les interprétations, les jugements et les valeurs, et explique comment ces éléments sont perceptibles à travers l'observation de l'objet physique ».

3. METHODOLOGIE

3.1 Choix de la RA

Pour réaliser cette analyse, j'ai dû faire un choix entre les différents dispositifs de réalité augmentée, présentés dans le chapitre 2.1.1, J'ai finalement opté pour le dispositif « Optical See-Trough ». Sous forme d'une borne fixe, surmonté d'une espèce de lunettes/jumelles, positionnée à un endroit précis dans l'espace public, on pourrait observer le terrain avec la maison Rigo ajoutée par la RA.

Tout d'abord, j'avais besoin d'un dispositif qui convient pour une recherche sur le site à Liège, comme dit dans la question de recherche « La réalité augmentée est-elle capable de (re)donner certaines valeurs disparues avec la suppression du bâtiment (dans ce cas-ci la maison Rigo) ? ». La gestion d'un nuage de points demande énormément de ressources pour un programme de RA et aujourd'hui, peu de développeurs en proposent et à des prix encore très élevés. Un modèle précis, réalisé sur un programme de modélisation 3D, serait donc nécessaire afin de proposer une réalité augmentée de qualité. Comme expliqué dans l'article « Numérisation du patrimoine, l'ultime sauvegarde » de P. Hallot, un modèle de qualité demande un certain travail en amont de la disparition du bien. Une fois détruit : « La représentation numérique devient donc une ultime sauvegarde ». Les images qui suivront seront des simulations de RA par superposition de photos, prises à l'endroit où le point d'observation a été défini, et d'une vue 3D du nuage de points. Si l'hypothèse est confirmée, il sera dès lors justifié de réaliser un modèle 3D précis permettant de mettre réellement en place le dispositif RA.

Concernant la méthode d'utilisation de la RA, il m'a semblé préférable, comme dans le cas de l'abbaye de Cluny en RA¹, d'envisager une RA de la maison selon des points d'observation fixes définis au préalable et de manière stratégique. En effet, comme la maison Rigo, classée au patrimoine wallon pour ses nombreuses qualités architecturales, semble tout de même peu connue (selon des sources recueillies auprès de personnes de mon entourage, proches ou plus éloignées, liégeoises ou non), j'ai du mal à imaginer des visiteurs extérieurs qui déambulent autour du site vide pour l'observer virtuellement, comme pourrait le permettre le dispositif RA « Monitor-Based ». De plus, la construction actuelle du nouvel éco-quartier « Paradis Express » des Guillemins pourrait compromettre l'expérience. Les points d'observation fixes d'où on

¹ On peut observer le dispositif RA dans la vidéo de présentation (1'17") à l'adresse <https://galerie-numerique.org/dispositif/abbaye-de-cluny>.

pourra voir le bâtiment en RA, seront choisis en fonction de ce nouveau quartier, de la nouvelle passerelle qui génère un flux de passage intéressant et qui montre des points de vue mettant en valeur le bien patrimonial.

Placés sur la photo aérienne (Fig. 49), j'ai opté pour 3 points d'observation qui permettent de voir la maison sous tous ses angles. Ils sont justifiés comme tels :



Figure 57 : Plan du projet de réaménagement du quartier de Guillemins (Dethier Architecture, 2014)



Figure 58 : Position des points d'observation

Point d'observation 1 :

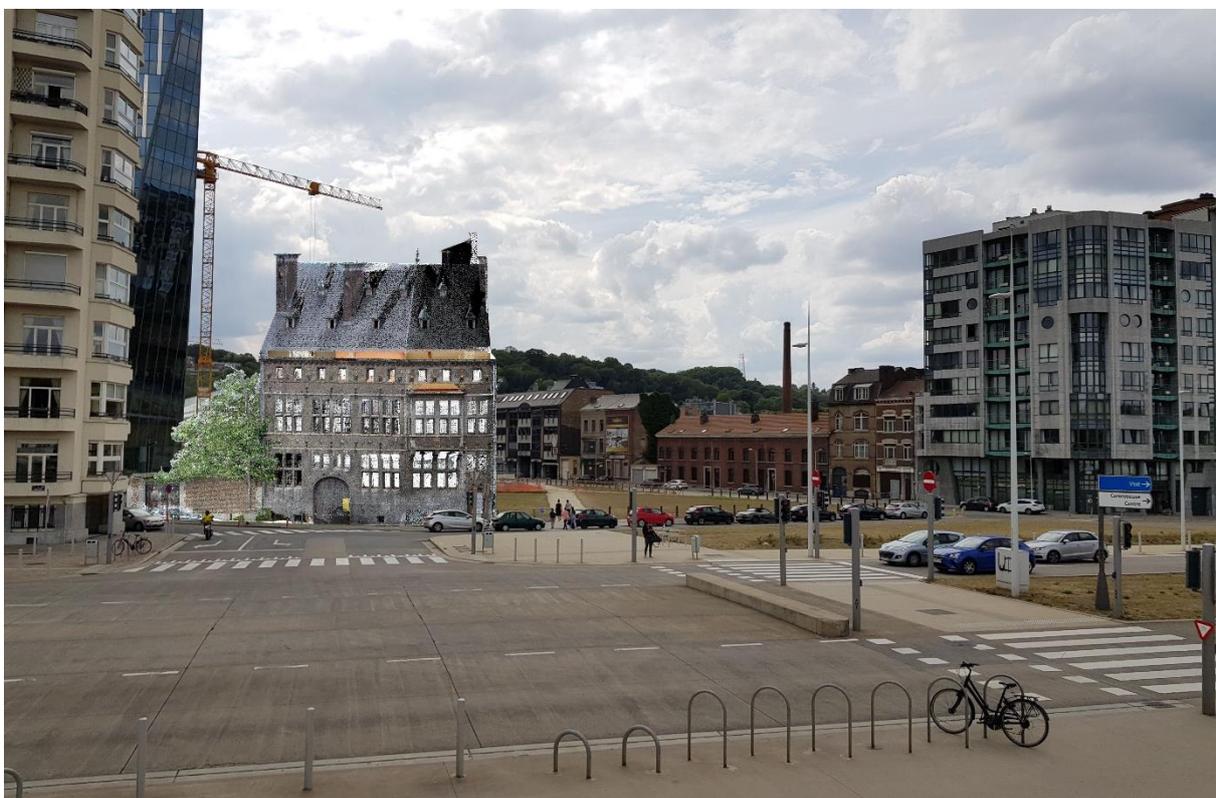


Figure 59 : Simulation de la maison Rigo en RA depuis la position n°1

Au début de la nouvelle passerelle « la belle liégeoise », qui relie la gare des Guillemins au centre commercial « Médiacité » en passant par le parc de la Boverie, le point d'observation est placé à l'endroit d'un flux plus important de piétons. En se positionnant au-dessus de l'escalier au début de la passerelle, l'observateur surplombe légèrement le boulevard, ce qui lui permet d'avoir une vue plus dégagée sur la façade principale de la maison.

Point d'observation 2 :



Figure 60 : Simulation de la maison Rigo en RA depuis la position n°2

Depuis l'esplanade, au pied de la Tour Paradis, l'utilisateur du dispositif RA peut voir l'arrière du bâtiment avec ses volumes en décalage. Cette vue de l'arrière du bâtiment n'était possible, à l'origine, que depuis l'intérieur de la propriété. Ici, le recul peut être plus important afin d'améliorer la vue du bâtiment. L'espace devant la tour des finances ne sera pas modifié avant de nombreuses années. Ce point d'observation sera toujours accessible tout comme celui de la passerelle.

Point d'observation 3 :



Figure 61 : Simulation de la maison Rigo en RA depuis la position n°3

Les deux premiers points d'observation sont suffisants pour voir l'avant et l'arrière du bâtiment étant donné la mitoyenneté présente de part et d'autre de la maison Rigo. Cependant, un dernier point de vue situé à l'intersection de l'actuelle rue de Fragnée et de la rue Paradis, me paraît intéressant. L'observateur peut depuis cette position voir la profondeur de la maison sur sa parcelle. Le but de proposer un dispositif RA à cet endroit, n'est pas de voir une vue réaliste du bien, mais plutôt de montrer une vue en coupe du bâtiment de manière à montrer l'organisation intérieure.

3.2 Etude typologique des valeurs du bien

Suivant la méthode de Fredheim et Khalaf présentée précédemment, je vais identifier et décrire les valeurs portées par la maison Rigo, avant sa démolition. L'analyse permettra de voir si les valeurs sont à nouveau existantes grâce à l'utilisation de la maquette virtuelle en RA.

3.2.1 Temps 1 : identification et classification

Pour réaliser cette phase d'identification de valeurs, je me suis basé sur plusieurs éléments : Tout d'abord l'ensemble du travail et la grille de Nara réalisés par M. Vervloesem sur la maison Rigo au moment où elle existait toujours. Ensuite, l'ensemble du relevé photographique. Et enfin, une visite attentive et sensitive du site et du quartier. Certes la maison n'existait déjà plus, mais cette visite m'a tout de même permis de ressentir certains éléments.

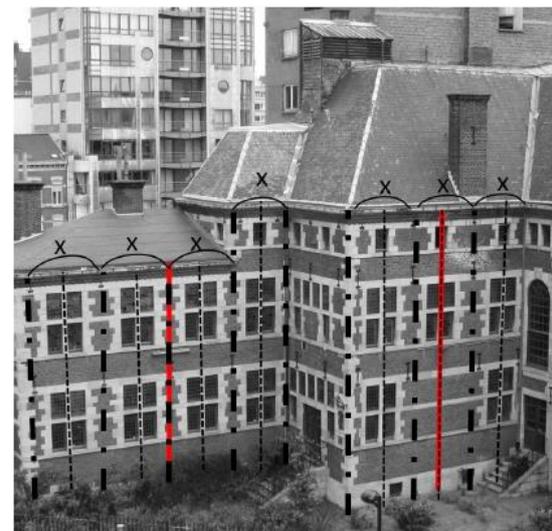
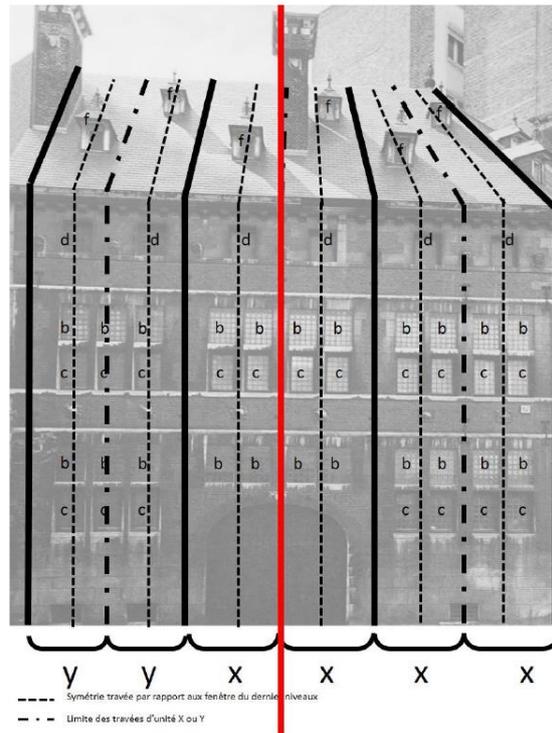
Les valeurs sont classées en trois catégories : Forme – Relation – Usage.

TEMPS 1		
FORME	RELATION	USAGE
Une architecture éclectique du début du XX ^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.	Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX ^e .	Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.
Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.	Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.	Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.
Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.	Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».	Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.
Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.	Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.	Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX ^e .
Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.		Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.

3.2.2 Temps 2 : explications

TEMPS 1	TEMPS 2
VALEURS	EXPLICATIONS
Forme :	
Une architecture éclectique du début du XX ^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.	Dans la région, la renaissance mosane où le néo mosan s'inspire du mosan traditionnel (XVII et XVIII) et se caractérise principalement par l'utilisation de matériaux locaux (briques et pierres calcaires) ainsi que des fenêtres à meneaux et des chaînages aux angles et baies. Dans la région, les exemples les plus représentatifs du courant, sont notamment l'Hôtel de Ville de Theux ou encore l'ancien hôpital Bavière à Liège. Concernant la maison Rigo, il s'agit d'un exemple rare d'une habitation néo mosane dont le plan est assez fidèle au mosan d'origine.
Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.	Tout d'abord, l'architecte a réussi à intégrer son œuvre en proposant un gabarit en adéquation avec les voisins mitoyens. Ensuite, il tire profit de l'angle généré par le croisement des deux rues qui se fond dans la composition du bâtiment. Le plan à redan lui permet d'amener un maximum de lumière dans chaque pièce de la maison. La loggia, greffée au salon du premier étage, surplombe l'espace public et dégage la vue sur la nature liégeoise, la Meuse et le parc de la Boverie. L'architecte a également utilisé le non alignement des murs mitoyens pour générer des espaces résiduels à utilisation de locaux techniques ou de rangements.
Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.	Comme pour une œuvre d'art ou un tableau, l'architecte a façonné les façades avec soin, y compris l'arrière de la maison qui n'était pas visible depuis la rue. Ci-dessous, deux analyses compositionnelles, réalisée par M. Vervloesem, permettent de comprendre les travées et les jeux de symétries ¹ .

¹ Pour toute l'analyse compositionnelle, voir l'ouvrage de M. Vervloesem « *La maison Rigo (Étude critique des débats autour de son avenir)* » à l'adresse suivante : <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/5383>.



Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

De nombreux éléments qui composent l'œuvre de l'architecte, sont d'origine artisanale et montrent les qualités locales de l'époque.

À l'intérieur, les menuiseries (portes, mobiliers, sculptures) mais aussi les sculptures de pierre et l'escalier témoignent du savoir-faire local de l'époque.



À l'extérieur, on retrouve une mise en œuvre de qualité des matériaux de façades et toitures (alternance briques – pierres calcaires typiques, pierres sculptées, vitraux sur plomb, lucarnes et cheminées, etc.).



Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.

Au moment des relevés photographiques et scans 3D, le bâtiment n'est plus utilisé. L'intérieur, comme l'extérieur est dans un bon état. Les différents occupants de la maison et les usagers de l'espace public la bordant ont su préserver les matériaux d'origine de qualité locale.

Relation :

<p>Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX^e.</p>	<p>La maison néo mosane est moderne pour l'époque et comprend des nouveautés comme une loggia au premier étage et un garage. La bourgeoisie liégeoise, à cette époque, veut se montrer attachée à ces origines nationales. Le style néo-mosan de la maison Rigo, attaché à l'histoire de la ville notamment par l'utilisation de matériaux locaux et en prônant le savoir-faire local, permet au propriétaire d'affirmer cette volonté d'identité nationale. À l'intérieur, on retrouve des spatialités pensées sur mesure, des mobiliers intégrés dessinés par l'architecte et des décors appropriés à chaque fonction. On observe également une organisation des espaces fonctionnelle pour l'époque distribués par deux circulations, une principale avec un escalier d'apparat, et une circulation de service, proche de la cuisine et des couloirs de chambres.</p>
<p>Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.</p>	<p>La ville de Liège attire les visiteurs extérieurs par ses nombreuses qualités en tous genres. D'un point de vue architectural, la ville possède de nombreux styles, d'époques différentes, qui se mélangent par la densité bâtie. L'un des quartiers le plus frappant est sans doute celui des Guillemins (quartier de la maison Rigo) où les volontés d'un développement moderne de l'architecture se mélangent aux anciennes bâtisses mitoyennes. Ainsi le premier élément construit, la gare, est apparue comme un ovni dans le quartier pour certains, et comme un contraste de différentes architectures faisant l'histoire de la ville pour d'autres.</p>
<p>Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».</p>	<p>Les décors intérieurs remarquables témoignent d'une grande influence aux courants français (Louis XIV, XV et XVI) ainsi qu'à la renaissance italienne. L'architecte a composé des décors à chaque fois différents qui, dans l'ensemble, sont cohérents, notamment par leur similitude comme le positionnement de la cheminée par rapport à la porte, la typologie du plafond, le rappel de matériaux (soubassement bois, pavé de Delft, élément de rocaille).</p>

	<p>Pour ne prendre que l'exemple du salon au rez-de-chaussée, on observe un ensemble cohérent bien que de styles différents : le plafond est inspiré du style Louis XV et Louis XVI, Le mur quant à lui à des cartouches style Louis XIV sur un fond jaune avec un soubassement en bois s'inspirant de la renaissance. La cheminée présente dans la pièce mélange deux styles : Louis XV et la renaissance.</p> 
<p>Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.</p>	<p>le néo mosan s'inspire du mosan traditionnel (XVII et XVIII) et se caractérise principalement par l'utilisation de matériaux locaux tels que les briques et les pierres calcaires.</p> <p>De nombreux éléments qui composent l'œuvre de l'architecte, sont artisanaux et montrent les qualités locales de l'époque. À l'extérieur, on retrouve une mise en œuvre de qualité des matériaux de façades et toitures (alternance briques – pierres calcaires typiques, pierres sculptées, vitraux sur plomb, lucarnes et cheminées, etc). À l'intérieur, les menuiseries (portes, mobiliers, sculptures) mais aussi les sculptures de pierre et l'escalier témoignent du savoir-faire local de l'époque.</p> <p>Selon certaines rumeurs non confirmées à ce jour, certains décors intérieurs, notamment des éléments de cheminées, proviendraient d'anciens bâtiments liégeois tels la banque Dubois où a travaillé monsieur Rigo.</p>
<p>Usage :</p>	
<p>Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.</p>	<p>La maison Rigo a été l'un des derniers témoins d'un quartier entièrement démoli pour réaliser le nouvel axe de Liège. Elle a montré, tout au long du débat sur sa conservation, l'attachement des liégeois à leur patrimoine.</p>

<p>Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.</p>	<p>La création du nouvel axe de Liège a redessiné l'organisation parcellaire et les voiries du quartier. Le bâtiment a été un des derniers repères historiques du croisement de la rue de Fragnée et de l'avenue Blonden. Il est toujours visible à ce jour mais sera totalement effacé une fois le projet de réaménagement du quartier terminé.</p>
<p>Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.</p>	<p>Pour la conception de la maison Rigo, l'architecte connaît et utilise des nouvelles techniques de construction comme l'utilisation de hourdis, la création d'une loggia, etc. Cependant, il décide, pour ces clients bourgeois, de noyer ces nouveautés par de nombreuses influences à différents courants artistiques. Cette forte attache au mouvement néo-mosan pousse notamment M. Vervloesem à se poser une question très pertinente concernant cette volonté, de la part de la société, de mettre en avant « l'artisanat local », très présent dans le visuel du bâtiment, contrairement aux nouvelles techniques industrielles émergentes qui sont plus discrètes. En ayant connaissance du cadre de l'occupation allemande en 1916, Il dit : « Est-ce que cette construction fortement mosane, en comparaison avec les autres réalisations de Bécasseau, ne serait pas, à sa manière, un acte de résistance en affirmant son identité nationale ? »</p>
<p>Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX^e.</p>	<p>L'architecte a utilisé des nouveaux matériaux pour l'époque tels que les hourdis et les charpentes métalliques. On retrouve aussi des nouvelles techniques comme l'utilisation d'une loggia, qui n'est possible que depuis le 19^e S et ne fait pas partie de l'architecture mosane d'origine ou encore l'ensemble des cheminées qui sont reliées à un poêle central pour offrir une meilleure capacité de chauffe du bâtiment.</p>
<p>Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.</p>	<p>L'architecte a pensé et réalisé l'habitation pour qu'elle corresponde aux volontés du maître d'ouvrage, monsieur Rigo. Par la suite, dès 1987, le bâtiment a servi de bureaux pour différentes fonctions de la Ville de Liège. Cette reconversion démontre que</p>

	l'organisation spatiale de la maison a pu s'adapter à une fonction autre qu'une habitation. Son style néo-mosan, très expressif dans son attache à l'histoire de la région de Liège, convenait bien à une fonction administrative.
--	--

3.2.3 Temps 3 : qualificatif de valeurs

TEMPS 1	TEMPS 2	TEMPS 3
VALEURS	EXPLICATIONS	QUALIFICATIF DE VALEUR
Forme :		
Une architecture éclectique du début du XX ^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.	Dans la région, la renaissance mosane où le néo mosan s'inspire du mosan traditionnel (XVII et XVIII) et se caractérise principalement par l'utilisation de matériaux locaux (briques et pierres calcaires) ainsi que des fenêtres à meneaux et des chaînages aux angles et baies. Dans la région, les exemples les plus représentatifs du courant, sont notamment l'Hôtel de Ville de Theux ou encore l'ancien hôpital Bavière à Liège. Concernant la maison Rigo, il s'agit d'un exemple rare d'une habitation néo mosane dont le plan est assez fidèle au mosan d'origine.	Authentique
Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.	Tout d'abord, l'architecte a réussi à intégrer son œuvre en proposant un gabarit en adéquation avec les voisins mitoyens. Ensuite, il tire profit de l'angle généré par le croisement des deux rues qui se fond dans la composition du bâtiment. Le plan à redan lui permet d'amener un maximum de lumière dans chaque pièce de la maison.	Architecturale

	<p>La loggia, greffée au salon du premier étage, surplombe l'espace public et dégage la vue sur la nature liégeoise, la Meuse et le parc de la Boverie.</p> <p>L'architecte a également utilisé le non alignement des murs mitoyens pour générer des espaces résiduels à utilisation de locaux techniques ou de rangements.</p>	
<p>Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.</p>	<p>Comme pour une œuvre d'art ou un tableau, l'architecte a façonné les façades avec soin, y compris l'arrière de la maison qui n'était pas visible depuis la rue. Ci-dessous, deux analyses compositionnelles, réalisée par M. Vervloesem, permettent de comprendre les travées et les jeux de symétries.</p>	Rare
<p>Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.</p>	<p>De nombreux éléments qui composent l'œuvre de l'architecte, sont d'origine artisanale et montrent les qualités locales de l'époque.</p> <p>À l'intérieur, les menuiseries (portes, mobiliers, sculptures) mais aussi les sculptures de pierre et l'escalier témoignent du savoir-faire local de l'époque.</p> <p>À l'extérieur, on retrouve une mise en œuvre de qualité des matériaux de façades et toitures (alternance briques – pierres calcaires typiques, pierres sculptées, vitraux sur plomb, lucarnes et cheminées, etc.).</p>	Authentique
<p>Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.</p>	<p>Au moment des relevés photographiques et scans 3D, le bâtiment n'est plus utilisé. L'intérieur, comme l'extérieur est dans un bon état. Les différents occupants de la maison et les usagers de l'espace public la bordant ont su préserver les</p>	Qualitative

	matériaux d'origine de qualité locale.	
Relation :		
Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX ^e .	<p>La maison néo mosane est moderne pour l'époque et comprend des nouveautés comme une loggia au premier étage et un garage.</p> <p>La bourgeoisie liégeoise, à cette époque, veut se montrer attachée à ces origines nationales. Le style néo-mosan de la maison Rigo, attaché à l'histoire de la ville notamment par l'utilisation de matériaux locaux et en prônant le savoir-faire local, permet au propriétaire d'affirmer cette volonté d'identité nationale.</p> <p>À l'intérieur, on retrouve des spatialités pensées sur mesure, des mobiliers intégrés dessinés par l'architecte et des décors appropriés à chaque fonction. On observe également une organisation des espaces fonctionnelle pour l'époque distribués par deux circulations, une principale avec un escalier d'apparat, et une circulation de service, proche de la cuisine et des couloirs de chambres.</p>	Rare
Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.	<p>La ville de Liège attire les visiteurs extérieurs par ses nombreuses qualités en tous genres. D'un point de vue architectural, la ville possède de nombreux styles, d'époques différentes, qui se mélangent par la densité bâtie. L'un des quartiers le plus frappant est sans doute celui des Guillemins (quartier de la maison Rigo) où les volontés d'un développement moderne de l'architecture se mélangent aux anciennes bâtisses mitoyennes. Ainsi le premier élément construit, la gare, est apparue comme un ovni dans le</p>	Architecturale

	<p>quartier pour certains, et comme un contraste de différentes architectures faisant l'histoire de la ville pour d'autres.</p>	
<p>Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».</p>	<p>Les décors intérieurs remarquables témoignent d'une grande influence aux courants français (Louis XIV, XV et XVI) ainsi qu'à la renaissance italienne. L'architecte a composé des décors à chaque fois différents qui, dans l'ensemble, sont cohérents, notamment par leur similitude comme le positionnement de la cheminée par rapport à la porte, la typologie du plafond, le rappel de matériaux (soubassement bois, pavé de Delft, élément de rocaille). Pour ne prendre que l'exemple du salon au rez-de-chaussée, on observe un ensemble cohérent bien que de styles différents : le plafond est inspiré du style Louis XV et Louis XVI, Le mur quant à lui à des cartouches style Louis XIV sur un fond jaune avec un soubassement en bois s'inspirant de la renaissance. La cheminée présente dans la pièce mélange deux styles : Louis XV et la renaissance.</p>	<p>Sensible</p>
<p>Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.</p>	<p>le néo mosan s'inspire du mosan traditionnel (XVII et XVIII) et se caractérise principalement par l'utilisation de matériaux locaux tels que les briques et les pierres calcaires. De nombreux éléments qui composent l'œuvre de l'architecte, sont artisanaux et montrent les qualités locales de l'époque. À l'extérieur, on retrouve une mise en œuvre de qualité des matériaux de façades et toitures (alternance briques – pierres calcaires typiques, pierres sculptées, vitraux sur plomb,</p>	<p>Emblématique</p>

	<p>lucarnes et cheminées, etc). À l'intérieur, les menuiseries (portes, mobiliers, sculptures) mais aussi les sculptures de pierre et l'escalier témoignent du savoir-faire local de l'époque.</p> <p>Selon certaines rumeurs non confirmées à ce jour, certains décors intérieurs, notamment des éléments de cheminées, proviendraient d'anciens bâtiments liégeois tels la banque Dubois où a travaillé monsieur Rigo.</p>	
Usage :		
Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.	La maison Rigo a été l'un des derniers témoins d'un quartier entièrement démoli pour réaliser le nouvel axe de Liège. Elle a montré, tout au long du débat sur sa conservation, l'attachement des liégeois à leur patrimoine.	Symbolique
Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.	La création du nouvel axe de Liège a redessiné l'organisation parcellaire et les voiries du quartier. Le bâtiment a été un des derniers repères historiques du croisement de la rue de Fragnée et de l'avenue Blonden. Il est toujours visible à ce jour mais sera totalement effacé une fois le projet de réaménagement du quartier terminé.	Historique
Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.	Pour la conception de la maison Rigo, l'architecte connaît et utilise des nouvelles techniques de construction comme l'utilisation de hourdis, la création d'une loggia, etc. Cependant, il décide, pour ces clients bourgeois, de noyer ces nouveautés par de nombreuses influences à différents courants artistiques. Cette forte attache au mouvement néo-mosan pousse notamment M. Vervloesem à se poser une question très pertinente	Sociétale

	<p>concernant cette volonté, de la part de la société, de mettre en avant « l'artisanat local », très présent dans le visuel du bâtiment, contrairement aux nouvelles techniques industrielles émergentes qui sont plus discrètes. En ayant connaissance du cadre de l'occupation allemande en 1916, Il dit : « Est-ce que cette construction fortement mosane, en comparaison avec les autres réalisations de Bécasseau, ne serait pas, à sa manière, un acte de résistance en affirmant son identité nationale ? »</p>	
<p>Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX^e.</p>	<p>L'architecte a utilisé des nouveaux matériaux pour l'époque tels que les hourdis et les charpentes métalliques. On retrouve aussi des nouvelles techniques comme l'utilisation d'une loggia, qui n'est possible que depuis le 19^e S et ne fait pas partie de l'architecture mosane d'origine ou encore l'ensemble des cheminées qui sont reliées à un poêle central pour offrir une meilleure capacité de chauffe du bâtiment.</p>	<p>Authentique</p>
<p>Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.</p>	<p>L'architecte a pensé et réalisé l'habitation pour qu'elle corresponde aux volontés du maître d'ouvrage, monsieur Rigo. Par la suite, dès 1987, le bâtiment a servi de bureaux pour différentes fonctions de la Ville de Liège. Cette reconversion démontre que l'organisation spatiale de la maison a pu s'adapter à une fonction autre qu'une habitation. Son style néo-mosan, très expressif dans son attache à l'histoire de la région de Liège, convenait bien à une fonction administrative.</p>	<p>Architecturale</p>

3.3 Présentation des cas pratiques

Comme annoncé lors de la présentation de la structure du travail, la recherche sur la possibilité de restituer des valeurs par l'utilisation de la maquette numérique en RA va se présenter en trois parties.

Pour la première analyse, j'ai choisi d'étudier la possibilité de garder un accès limité à la maquette. Tant que maintenant, les informations, relevés photographiques, nuages de points de la maison, etc. sont restés privés, au sein de l'Université, dans le but d'effectuer des recherches sur une possible conservation numérique. Cette première éventualité, bien qu'elle soit nécessaire afin de la comparer à d'autres, me paraît déjà peu compatible avec la volonté d'arriver à rendre les valeurs perdues de la maison. Les valeurs sociales et culturelles semblent déjà être exclues à cause d'un accès restreint. L'analyse précise permettra de confirmer ou non cette impression.

Dans le deuxième cas, je vais donner un accès plus large à la maquette virtuelle et analyser la remise en valeur du bien. Je propose au public extérieur plus d'accessibilité aux différentes données numériques de la maison Rigo dans le cadre uniquement d'une visite au musée. On imagine alors qu'un musée de la Ville expose différents éléments démontés qui constituaient le bien patrimonial et propose aux visiteurs, une excursion complémentaire dans le quartier en utilisant la maquette projetée en RA. La Ville a récupéré des éléments intérieurs qui lui revenaient. Elle a également autorisé des Asbl telles que SOS Mémoire de Liège ou Le vieux Liège, à démonter des éléments de valeurs si elles le souhaitent. Je n'ai pas pu obtenir plus d'information sur les éléments conservés, cependant, je peux présumer pour cette analyse, qu'ils ont une certaine valeur patrimoniale. Cette deuxième éventualité me paraît plus intéressante que la première. En effet, les valeurs culturelles auront plus de chance de renaître et le fait de pouvoir observer et se nourrir des éléments réels, avant de se projeter dans une reconstitution virtuelle en RA sur le site, peut améliorer l'expérience virtuelle.

Troisièmement, je propose de rendre totalement libre d'accès au public les données numériques de la maison Rigo.

4. APPROFONDISSEMENT

L'analyse approfondie va permettre d'identifier quelles valeurs peuvent être rendues par l'utilisation d'une maquette numérique projetée en RA sur le site. Elle est répartie en trois applications différentes. Cela permettra de comparer les résultats obtenus et d'identifier les meilleures conditions d'utilisation pour redonner un maximum de valeurs, pour autant qu'elles puissent être rendues. Les trois cas, déjà présentés au début, se différencient selon un aspect principal : l'accessibilité. En effet, la maison Rigo a toujours été privée puisqu'elle a d'abord servi d'habitation personnelle puis transformée en bureaux de la Ville non accessibles au public. La question de la rendre totalement publique en utilisant sa maquette virtuelle est donc pertinente.

Lors de cette analyse, chaque valeur est étudiée séparément et justifiée quant à sa réapparition ou non. C'est une analyse personnelle que j'ai réalisée à partir des connaissances acquises durant mes cinq années d'études en architecture et de l'ensemble des ouvrages que j'ai lus en rapport avec le sujet.

Plusieurs valeurs obtiendront ci-dessous les mêmes résultats quel que soit le cas d'utilisation envisagé. Le texte d'analyse sera alors sensiblement le même, excepté quelques nuances qui seront ajoutées au cas d'utilisation développé.

4.1 Cas pratique 1 : privé

Une architecture éclectique du début du XX^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.

⇒ L'architecture c'est : « l'art de construire les bâtiments »¹. C'est donc quelque chose de réel, que l'on peut visiter, qui développe nos sens lors d'une expérience vécue à l'intérieur ou aux abords. Le modèle numérique de la maison, même projeté en RA sur le site, n'est qu'une forme, parmi d'autres, de représentation de cette architecture. La valeur architecturale ne peut donc être rendue par le dispositif testé.

¹ Dictionnaire *Larousse*, disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/architecture/5078>.

Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.

⇒ Le modèle numérique en lui-même peut déjà selon moi rendre cette valeur. Lors d'analyses de références architecturales, aussi bien les personnes qualifiées que les étudiants en apprentissage utilisent déjà les plans – coupes – élévations mais parfois aussi les maquettes 3D de projets pour tenter de comprendre la pensée de l'architecte au moment de la conception. La projection du modèle de la maison Rigo en RA sur le site ne peut qu'améliorer la compréhension du projet par rapport au contexte environnant. Le quartier a évidemment beaucoup évolué, mais l'orientation du soleil par exemple est toujours la même et la Meuse ainsi que le parc de la Boverie, qui faisaient partie de la réflexion de l'architecte, sont toujours présents.

Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.

⇒ Personnellement, je trouve cette valeur très importante puisque c'est principalement par ses qualités visuelles extérieures que la maison a réussi à séduire bon nombre de personnes. Cependant, plus que du modèle virtuel projeté en RA, elle dépendra surtout de la qualité du rendu et du niveau de détails des façades du modèle. La réalisation d'une maquette entièrement blanche, permettrait déjà de montrer le travail compositionnel de l'architecte avec la répétition des travées, les jeux de symétries, etc. Par contre, pour voir les qualités de mise en œuvre des éléments de façade telles que l'alternance briques – pierres calcaires typiques, il faudra réaliser un « texturing¹ » précis des façades de la maquette. Bécasseau a très certainement eu une réflexion d'économie dans la conception du bâtiment. En effet, les lucarnes en toitures sont surmontées d'un épi sculpté à la décoration florale, sauf pour celles qui étaient dans la partie supérieure de la toiture. Si on n'y fait pas attention, la hauteur des éléments fait qu'on ne s'en aperçoit pas. Les trois points d'observation du modèle en RA ont été positionnés à une certaine distance afin d'avoir une bonne vue d'ensemble. Dans la même optique que l'architecte, on pourrait choisir de détailler ou pas certains petits détails de la façade qui ne serait pas visibles par l'observateur et tout de même arriver à rendre cette valeur.

¹ Mot anglais souvent employé dans le domaine de la modélisation 3D. C'est l'action de donner de la matière, de la consistance ». (l'internaute.fr)

Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

- ⇒ Cette valeur est selon moi très difficile à retrouver dans le modèle numérique. Le « fait maison » comme on dit, se retrouve dans des petits détails qui constituent la maison et dégage un aspect de la valeur très sensible. Cette sensibilité ne peut pas apparaître dans un modèle virtuel. De plus, intégrer tous ces détails à la modélisation entière du bâtiment nécessiterait un travail titanesque et ne serait pas forcément visible depuis les points d'observations définis pour réaliser cette étude.

Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.

- ⇒ La maquette virtuelle projetée en RA sur le site ne pourra jamais restituer la qualité des matériaux locaux qui jusqu'en 2017 étaient toujours d'origines. Une mise en texture de la maquette apportera plus de réalisme au modèle mais ne rendra jamais le matériau authentique.

Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX^e.

- ⇒ Au même titre que d'autres, cette valeur dépend du niveau de détail du modèle virtuel. La modélisation des espaces intérieurs et du mobilier, permettra facilement de comprendre l'organisation des différentes fonctions dans le bâtiment. C'est principalement à partir du troisième point d'observation, qui montre la coupe longitudinale de la maison Rigo projetée sur le site, qu'on pourra mieux comprendre cette valeur. Des deux autres points d'observation, toujours dépendants des détails de la maquette, on pourra ressentir l'attachement des propriétaires bourgeois à l'identité nationale par la représentation du style néo mosan des façades.

Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.

- ⇒ Cette valeur est selon moi à la limite de la subjectivité. Cependant, même si on considère que le mélange architectural de la ville n'est pas « beau » comme dit dans la description de la valeur, la maison participait bel et bien, avant de disparaître, à ce contraste entre les différentes architectures de Liège. Concernant la récupération de la valeur, elle est selon moi nuancée. En effet, projetée sur le site en RA, la maquette dialogue à nouveau avec les différentes architectures qui l'entourent. La maison Rigo réapparaît sous une

nouvelle forme et devient une énième architecture de la ville, une architecture virtuelle. Plus le domaine d'utilisation du dispositif sera étendu, plus cette valeur sera rendue, sous une autre forme. L'utilisation privée n'est donc pas la meilleure solution pour rendre cette valeur.

Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».

⇒ Cette valeur selon moi a définitivement disparu avec le bâtiment. C'est une valeur à caractère sensible, qui parle d'une expérience vécue lorsqu'on visite l'intérieur de la maison. De plus, le système RA utilisé ici ne permet pas de parcourir l'intérieur du bâtiment. Une expérience en RV serait-elle capable, contrairement à la RA, de rendre cette valeur ?

Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.

⇒ En parlant d'emblème, on parle de l'image donnée à la société par la maison Rigo. À mon sens, cette valeur peut être rendue du moins en partie. Il faut réaliser, comme pour la valeur « Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail », un modèle détaillé du bien. Plus la maquette sera détaillée et précise, plus il y aura de textures, ... plus la valeur sera rendue. Reste le problème de la restitution du savoir-faire local, dont la sensibilité n'est pas transmissible à travers le dispositif RA. Cette valeur n'est pas rendue si le modèle reste une propriété privée. En effet, comme je l'ai expliqué plus haut, la maison Rigo représente le passé liégeois glorieux, donc si un large public n'a pas accès à cette présentation quelle qu'elle soit, la maison ne peut plus être un emblème. Elle finira dans l'oubli.

Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.

⇒ À Liège, la maison Rigo a généré, un engouement inattendu à l'annonce de sa démolition, près de 4 000 signatures selon certains. Sa conservation ou non a suscité un débat qui a duré de longs mois au point que le sujet est devenu pour beaucoup le symbole de la résistance du patrimoine face aux nouvelles volontés contemporaines de la Ville. Cette valeur symbolique, disparue une fois la démolition commencée, n'est selon moi pas rendue si le modèle numérique reste une propriété privée, et ce même s'il est utilisé en RA sur le site, Cette valeur n'a de sens que si le modèle est accessible publiquement.

Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.

- ⇒ Cette valeur réapparaît incontestablement si on projette la maquette virtuellement sur le site. En effet, le nouvel axe de Liège, une fois terminé, aura entièrement effacé l'ancienne trace parcellaire du quartier. La RA, comme expliqué dans le chapitre sur l'état de l'art, fonctionne par superposition d'éléments virtuels à l'environnement réel. L'utilisateur pourra observer l'emplacement de l'ancien parcellaire par rapport à la situation existante en utilisant ce dispositif.

Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.

- ⇒ Pour cette valeur, on attend de la représentation numérique, qu'elle démontre que cette société du début du XX^e mélange à la fois l'artisanat et les techniques industrielles dans son architecture. Il n'est pas nécessaire dans ce cas d'avoir absolument tous les éléments artisanaux et industriels présents y compris sous leurs aspects les plus sensibles. On a pu constater avec la valeur « Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur » qu'il est impossible de modéliser cette sensibilité. Dans ce cas-ci, ce qui est important de constater, c'est la dualité visuelle entre les éléments ou les procédés artisanaux et industriels. En effet, comme expliqué dans la description de la valeur, on est à une époque où la bourgeoisie, qui peut se permettre de bâtir une nouvelle demeure moderne, affirme son identité nationale par un visuel plutôt artisanal, prônant le savoir-faire local. Dès lors, quelques éléments comme la loggia, moderne à l'époque, et des éléments de façades artisanaux suffiront à comprendre cette société en transition.

Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX^e.

- ⇒ Il est très difficile, à travers le modèle numérique, de révéler les connaissances techniques de l'architecte dans la réalisation de la maison. De plus, les utilisateurs du modèle sont des personnes qualifiées, ils attendent un certain degré de détails pour retrouver cette valeur. Même si, par exemple on peut voir la loggia au premier point d'observation de la RA, d'autres éléments tels que les hourdis ou la charpente métallique ne pourront donc pas être modélisés précisément, le nuage de points ne les ayant pas capturés. En conclusion, le modèle numérique utilisé en RA sur le site, ne témoignera pas à lui seul des connaissances techniques de l'architecte. Il devra être enrichi d'une

monographie de la maison Rigo qui révélera des détails importants qui ne peuvent pas être représentés dans la maquette.

Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.

⇒ Le modèle numérique est réalisé à partir du reportage photographique et du nuage de points. Pour être objectif dans la modélisation, il faut respecter au maximum ce qui a été capturé, c'est-à-dire à un moment précis. Il est donc difficile de rendre compte, par le modèle numérique, de l'organisation des différentes fonctions qu'a pu accueillir la maison au cours du temps. De plus, je n'ai pas trouvé trace de l'organisation spatiale des différentes administrations qui ont occupé le bâtiment à la fin du XX^e.

Tableau récapitulatif (en gris : valeurs non récupérées ; en noir : valeurs récupérées) :

Domaine Privé		
FORME	RELATION	USAGE
Une architecture éclectique du début du XX ^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.	Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX ^e .	Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.
Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.	Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.	Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.
Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.	Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».	Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.
Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.	Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.	Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX ^e .
Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.		Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.

Score : 6/14.

4.2 Cas Pratique 2 : semi public

Une architecture éclectique du début du XX^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.

⇒ L'architecture c'est : « l'art de construire les bâtiments ». C'est donc quelque chose de réel, que l'on peut visiter, qui développe nos sens lors d'une expérience vécue à l'intérieur ou aux abords. Le modèle numérique de la maison, même projeté en RA sur le site, n'est qu'une forme, parmi d'autres, de représentation de cette architecture. La valeur architecturale ne peut donc être rendue par le dispositif testé.

Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.

⇒ Le modèle numérique en lui-même peut déjà selon moi rendre cette valeur. Un musée qui exposerait des éléments de la maison Rigo peut, par son côté pédagogique, éclaircir des personnes non qualifiées sur les prises de position de l'architecte. Ensuite, la projection du modèle de la maison Rigo en RA sur le site ne peut qu'améliorer la compréhension du projet par rapport au contexte environnant. Le quartier a évidemment beaucoup évolué, mais l'orientation du soleil par exemple est toujours la même et la Meuse ainsi que le parc de la Boverie, qui faisaient partie de la réflexion de l'architecte, sont toujours présents.

Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.

⇒ Personnellement, je trouve cette valeur très importante puisque c'est principalement par ses qualités visuelles extérieures que la maison a réussi à séduire bon nombre de personnes. Cependant, plus que du modèle virtuel projeté en RA, elle dépendra surtout de la qualité du rendu et du niveau de détails des façades du modèle. La réalisation d'une maquette entièrement blanche, permettrait déjà de montrer le travail compositionnel de l'architecte avec la répétition des travées, les jeux de symétries, etc. Par contre, pour voir les qualités de mise en œuvre des éléments de façade telles que l'alternance briques – pierres calcaires typiques, il faudra réaliser un « texturing » précis des façades de la maquette. Bécasseau a très certainement eu une réflexion d'économie dans la conception du bâtiment. En effet, les lucarnes en toitures sont surmontées d'un épi sculpté à la décoration florale, sauf pour celles qui étaient dans la partie supérieure de la toiture. Si on n'y fait pas attention, la hauteur des éléments fait qu'on ne s'en aperçoit

pas. Les trois points d'observation du modèle en RA ont été positionnés à une certaine distance afin d'avoir une bonne vue d'ensemble. Dans la même optique que l'architecte, on pourrait choisir de détailler ou pas certains petits détails de la façade qui ne serait pas visibles par l'observateur et tout de même arriver à rendre cette valeur.

L'expérience de l'observateur peut être améliorée par l'exposition, dans la galerie du musée de quelques matériaux issus de la façade d'origine. Ce cas d'utilisation semi privé est sans doute le plus convaincant des trois dispositifs concernant cette valeur.

Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

- ⇒ Cette valeur est selon moi très difficile à retrouver dans le modèle numérique. Le « fait maison » comme on dit, se retrouve dans des petits détails qui constituent la maison et dégage un aspect de la valeur très sensible. Cette sensibilité ne peut pas apparaître dans un modèle virtuel. De plus, intégrer tous ces détails à la modélisation entière du bâtiment nécessiterait un travail titanesque et ne serait pas forcément visible depuis les points d'observations définis pour réaliser cette étude. Cependant, dans ce cas-ci, le modèle numérique est accompagné d'un certain nombre d'éléments de valeur provenant de la maison Rigo, exposés dans un musée de la Ville. Cette méthode restitue la sensibilité du détail « fait maison » et reste pour moi le seul moyen de combler la faiblesse du modèle numérique. On peut donc dire que l'addition du modèle numérique et des objets authentiques permet de rendre cette valeur, tout dépendra aussi de la richesse des éléments récupérés dans la maison.

Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.

- ⇒ La maquette virtuelle projetée en RA sur le site ne pourra jamais restituer la qualité des matériaux locaux qui jusqu'en 2017 étaient toujours d'origines. Une mise en texture de la maquette apportera plus de réalisme au modèle mais ne rendra jamais le matériau authentique.

Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX^e.

- ⇒ Au même titre que d'autres, cette valeur dépend du niveau de détail du modèle virtuel. La modélisation des espaces intérieurs et du mobilier, permettra facilement de comprendre l'organisation des différentes fonctions dans le bâtiment. C'est principalement à partir du troisième point d'observation, qui montre la coupe

longitudinale de la maison Rigo projetée sur le site, qu'on pourra mieux comprendre cette valeur. Des deux autres points d'observation, toujours dépendants des détails de la maquette, on pourra ressentir l'attachement des propriétaires bourgeois à l'identité nationale par la représentation du style néo mosan des façades. L'apport d'éléments de décoration ou de mobiliers authentiques et représentatifs du savoir-faire local de l'époque, exposés dans le musée, peut améliorer l'expérience de l'utilisateur du modèle RA projeté et aider à comprendre de cette valeur.

Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.

⇒ Cette valeur est selon moi à la limite de la subjectivité. Cependant, même si on considère que le mélange architectural de la ville n'est pas « beau » comme dit dans la description de la valeur, la maison participait bel et bien, avant de disparaître, à ce contraste entre les différentes architectures de Liège. Concernant la récupération de la valeur, elle est selon moi nuancée. En effet, projetée sur le site en RA, la maquette dialogue à nouveau avec les différentes architectures qui l'entourent. La maison Rigo réapparaît sous une nouvelle forme et devient une énième architecture de la ville, une architecture virtuelle. Plus le domaine d'utilisation du dispositif sera étendu, plus cette valeur sera rendue, sous une autre forme. L'utilisation semi privée, bien qu'elle ne soit pas la plus étendue, suffit amplement à restituer cette valeur.

Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».

⇒ Cette valeur selon moi a définitivement disparu avec le bâtiment. C'est une valeur à caractère sensible, qui parle d'une expérience vécue lorsqu'on visite l'intérieur de la maison. De plus, le système RA utilisé ici ne permet pas de parcourir l'intérieur du bâtiment. Une expérience en RV serait-elle capable, contrairement à la RA, de rendre cette valeur ?

Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.

⇒ En parlant d'emblème, on parle de l'image donnée à la société par la maison Rigo. À mon sens, cette valeur peut être rendue du moins en partie. Il faut réaliser, comme pour la valeur « Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail », un modèle détaillé du bien. Plus la maquette sera détaillée et précise,

plus il y aura de textures, ... plus la valeur sera rendue. Reste le problème de la restitution du savoir-faire local, mais il peut être corrigé, dans ce cas-ci, par la mise en exposition d'objets de valeur issus du bâtiment. L'accessibilité au modèle est améliorée par rapport au (domaine – modèle ?) privé, ce qui favorise la mise en valeur de l'aspect emblématique de la maison. Mais, à mon sens, ce qui renforce véritablement ce côté « emblème », c'est l'association du dispositif avec le musée de la Ville de Liège. En effet, la maison Rigo ne serait pas le seul élément présent dans le musée. Mélangée à d'autres vestiges, elle participerait pleinement à la représentation du passé liégeois.

Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.

⇒ À Liège, la maison Rigo a généré, un engouement inattendu à l'annonce de sa démolition, près de 4 000 signatures selon certains. Sa conservation ou non a suscité un débat qui a duré de longs mois au point que le sujet est devenu pour beaucoup le symbole de la résistance du patrimoine face aux nouvelles volontés contemporaines de la Ville. Cette valeur symbolique, disparue une fois la démolition commencée, est selon moi rendue si le modèle numérique utilisé en RA sur le site, devient une propriété semi privée. Accessible à un certain public, la maison qui avait disparu à jamais renaît sous une nouvelle forme (virtuelle), ce qui renforce pleinement la notion de « résistance » du patrimoine liégeois.

Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.

⇒ Cette valeur réapparaît incontestablement si on projette la maquette virtuellement sur le site. En effet, le nouvel axe de Liège, une fois terminé, aura entièrement effacé l'ancienne trace parcellaire du quartier. La RA, comme expliqué dans le chapitre sur l'état de l'art, fonctionne par superposition d'éléments virtuels à l'environnement réel. L'utilisateur pourra observer l'emplacement de l'ancien parcellaire par rapport à la situation existante en utilisant ce dispositif.

Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.

⇒ Pour cette valeur, on attend de la représentation numérique, qu'elle démontre que cette société du début du XX^e mélange à la fois l'artisanat et les techniques industrielles dans son architecture. Il n'est pas nécessaire dans ce cas d'avoir absolument tous les éléments artisanaux et industriels présents y compris sous leurs aspects les plus sensibles. On a

pu constater avec la valeur « Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur » qu'il est impossible de modéliser cette sensibilité. Dans ce cas-ci, ce qui est important de constater, c'est la dualité visuelle entre les éléments ou les procédés artisanaux et industriels. En effet, comme expliqué dans la description de la valeur, on est à une époque où la bourgeoisie, qui peut se permettre de bâtir une nouvelle demeure moderne, affirme son identité nationale par un visuel plutôt artisanal, prônant le savoir-faire local. Dès lors, quelques éléments comme la loggia, moderne à l'époque, et des éléments de façades artisanaux suffiront à comprendre cette société en transition.

Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX^e.

⇒ Il est très difficile, à travers le modèle numérique, de révéler les connaissances techniques de l'architecte dans la réalisation de la maison. De plus, les utilisateurs du modèle sont des personnes qualifiées, ils attendent un certain degré de détails pour retrouver cette valeur. Même si, par exemple on peut voir la loggia au premier point d'observation de la RA, d'autres éléments tels que les hourdis ou la charpente métallique ne pourront donc pas être modélisés précisément, le nuage de points ne les ayant pas capturés. En conclusion, le modèle numérique utilisé en RA sur le site, ne témoignera pas à lui seul des connaissances techniques de l'architecte sans une présentation de celles-ci dans le musée car des détails importants sur ces techniques ne pourront être représentés dans la maquette.

Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.

⇒ Le modèle numérique est réalisé à partir du reportage photographique et du nuage de points. Pour être objectif dans la modélisation, il faut respecter au maximum ce qui a été capturé, c'est-à-dire à un moment précis. Il est donc difficile de rendre compte, par le modèle numérique, de l'organisation des différentes fonctions qu'a pu accueillir la maison au cours du temps. De plus, je n'ai pas trouvé trace de l'organisation spatiale des différentes administrations qui ont occupé le bâtiment à la fin du XX^e.

Tableau récapitulatif (en gris : valeurs non récupérées ; en noir : valeurs récupérées) :

Domaine Semi-public		
FORME	RELATION	USAGE
Une architecture éclectique du début du XX ^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.	Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX ^e .	Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.
Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.	Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.	Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.
Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.	Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».	Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.
Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.	Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.	Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX ^e .
Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.		Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.

Score : 10/14.

4.3 Cas Pratique 3 : public

Une architecture éclectique du début du XX^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.

⇒ L'architecture c'est : « l'art de construire les bâtiments ». C'est donc quelque chose de réel, que l'on peut visiter, qui développe nos sens lors d'une expérience vécue à l'intérieur ou aux abords. Le modèle numérique de la maison, même projeté en RA sur le site, n'est qu'une forme, parmi d'autres, de représentation de cette architecture. La valeur architecturale ne peut donc être rendue par le dispositif testé.

Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.

- ⇒ Le modèle numérique en lui-même peut déjà selon moi rendre cette valeur. Ensuite, la projection du modèle de la maison Rigo en RA sur le site ne peut qu'améliorer la compréhension du projet par rapport au contexte environnant. Le quartier a évidemment beaucoup évolué, mais l'orientation du soleil par exemple est toujours la même et la Meuse ainsi que le parc de la Boverie, qui faisaient partie de la réflexion de l'architecte, sont toujours présents. Cependant, un manque d'encadrement pédagogique autour de la RA risque d'engendrer une incompréhension de la valeur pour les personnes qui ne s'y connaissent pas ?

Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.

- ⇒ Personnellement, je trouve cette valeur très importante puisque c'est principalement par ses qualités visuelles extérieures que la maison a réussi à séduire bon nombre de personnes. Cependant, plus que du modèle virtuel projeté en RA, elle dépendra surtout de la qualité du rendu et du niveau de détails des façades du modèle. La réalisation d'une maquette entièrement blanche, permettrait déjà de montrer le travail compositionnel de l'architecte avec la répétition des travées, les jeux de symétries, etc. Par contre, pour voir les qualités de mise en œuvre des éléments de façade telles que l'alternance briques – pierres calcaires typiques, il faudra réaliser un « texturing » précis des façades de la maquette. Bécasseau a très certainement eu une réflexion d'économie dans la conception du bâtiment. En effet, les lucarnes en toitures sont surmontées d'un épi sculpté à la décoration florale, sauf pour celles qui étaient dans la partie supérieure de la toiture. Si on n'y fait pas attention, la hauteur des éléments fait qu'on ne s'en aperçoit pas. Les trois points d'observation du modèle en RA ont été positionnés à une certaine distance afin d'avoir une bonne vue d'ensemble. Dans la même optique que l'architecte, on pourrait choisir de détailler ou pas certains petits détails de la façade qui ne serait pas visibles par l'observateur et tout de même arriver à rendre cette valeur.

Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

- ⇒ Cette valeur est selon moi très difficile à retrouver dans le modèle numérique. Le « fait maison » comme on dit, se retrouve dans des petits détails qui constituent la maison et dégage un aspect de la valeur très sensible. Cette sensibilité ne peut pas apparaître dans

un modèle virtuel. De plus, intégrer tous ces détails à la modélisation entière du bâtiment nécessiterait un travail titanesque et ne serait pas forcément visible depuis les points d'observations définis pour réaliser cette étude.

Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.

- ⇒ La maquette virtuelle projetée en RA sur le site ne pourra jamais restituer la qualité des matériaux locaux qui jusqu'en 2017 étaient toujours d'origines. Une mise en texture de la maquette apportera plus de réalisme au modèle mais ne rendra jamais le matériau authentique.

Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX^e.

- ⇒ Au même titre que d'autres, cette valeur dépend du niveau de détail du modèle virtuel. La modélisation des espaces intérieurs et du mobilier, permettra facilement de comprendre l'organisation des différentes fonctions dans le bâtiment. C'est principalement à partir du troisième point d'observation, qui montre la coupe longitudinale de la maison Rigo projetée sur le site, qu'on pourra mieux comprendre cette valeur. Des deux autres points d'observation, toujours dépendants des détails de la maquette, on pourra ressentir l'attachement des propriétaires bourgeois à l'identité national par la représentation du style néo mosan des façades.

Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.

- ⇒ Cette valeur est selon moi à la limite de la subjectivité. Cependant, même si on considère que le mélange architectural de la ville n'est pas « beau » comme dit dans la description de la valeur, la maison participait bel et bien, avant de disparaître, à ce contraste entre les différentes architectures de Liège. Concernant la récupération de la valeur, elle est selon moi nuancée. En effet, projetée sur le site en RA, la maquette dialogue à nouveau avec les différentes architectures qui l'entourent. La maison Rigo réapparaît sous une nouvelle forme et devient une énième architecture de la ville, une architecture virtuelle. Plus le domaine d'utilisation du dispositif sera étendu, plus cette valeur sera rendue, sous une autre forme. L'utilisation libre à tout public semble être la solution la plus adéquate pour restituer cette valeur.

Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».

- ⇒ Cette valeur selon moi a définitivement disparu avec le bâtiment. C'est une valeur à caractère sensible, qui parle d'une expérience vécue lorsqu'on visite l'intérieur de la maison. De plus, le système RA utilisé ici ne permet pas de parcourir l'intérieur du bâtiment.

Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.

- ⇒ En parlant d'emblème, on parle de l'image donnée à la société par la maison Rigo. À mon sens, cette valeur peut être rendue du moins en partie. Il faut réaliser, comme pour la valeur « Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail », un modèle détaillé du bien. Plus la maquette sera détaillée et précise, plus il y aura de textures, ... plus la valeur sera rendue. Reste le problème de la restitution du savoir-faire local, dont la sensibilité n'est pas transmissible à travers le dispositif RA. L'accessibilité au modèle est élargie au maximum, ce qui favorise la remise en valeur de l'aspect emblématique de la maison. Néanmoins, la maison virtuelle risque d'être un élément isolé dans la ville. Contrairement au cas « semi privé », le visiteur ne bénéficie pas du support lié au musée, à savoir l'explication du dispositif mis en place pour ce bien patrimonial disparu.

Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.

- ⇒ À Liège, la maison Rigo a généré, un engouement inattendu à l'annonce de sa démolition, près de 4 000 signatures selon certains. Sa conservation ou non a suscité un débat qui a duré de longs mois au point que le sujet est devenu pour beaucoup le symbole de la résistance du patrimoine face aux nouvelles volontés contemporaines de la Ville. Cette valeur symbolique, perdue une fois la démolition commencée, est selon moi rendue si le modèle numérique utilisé en RA sur le site, est accessible à tout public. La maison qui avait disparu à jamais renaît dans le quartier sous une forme virtuelle, ce qui renforce pleinement la notion de « résistance » du patrimoine liégeois.

Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.

- ⇒ Cette valeur réapparaît incontestablement si on projette la maquette virtuellement sur le site. En effet, le nouvel axe de Liège, une fois terminé, aura entièrement effacé l'ancienne trace parcellaire du quartier. La RA, comme expliqué dans le chapitre sur l'état de l'art, fonctionne par superposition d'éléments virtuels à l'environnement réel. L'utilisateur pourra observer l'emplacement de l'ancien parcellaire par rapport à la situation existante en utilisant ce dispositif.

Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.

- ⇒ Pour cette valeur, on attend de la représentation numérique, qu'elle démontre que cette société du début du XX^e mélange à la fois l'artisanat et les techniques industrielles dans son architecture. Il n'est pas nécessaire dans ce cas d'avoir absolument tous les éléments artisanaux et industriels présents y compris sous leurs aspects les plus sensibles. On a pu constater avec la valeur « Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'intérieur qu'à l'extérieur » qu'il est impossible de modéliser cette sensibilité. Dans ce cas-ci, ce qui est important de constater, c'est la dualité visuelle entre les éléments ou les procédés artisanaux et industriels. En effet, comme expliqué dans la description de la valeur, on est à une époque où la bourgeoisie, qui peut se permettre de bâtir une nouvelle demeure moderne, affirme son identité nationale par un visuel plutôt artisanal, prônant le savoir-faire local. Dès lors, quelques éléments comme la loggia, moderne à l'époque, et des éléments de façades artisanaux suffiront à comprendre cette société en transition.

Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX^e.

- ⇒ Il est très difficile, à travers le modèle numérique, de révéler les connaissances techniques de l'architecte dans la réalisation de la maison. De plus, les utilisateurs du modèle sont des personnes qualifiées, ils attendent un certain degré de détails pour retrouver cette valeur. Même si, par exemple on peut voir la loggia au premier point d'observation de la RA, d'autres éléments tels que les hourdis ou la charpente métallique ne pourront donc pas être modélisés précisément, le nuage de points ne les ayant pas capturés. En conclusion, le modèle numérique utilisé en RA sur le site, ne témoignera pas à lui seul des connaissances techniques de l'architecte sans une présentation de celles-ci dans le musée car des détails importants sur ces techniques ne pourront être représentés dans la maquette. En étant accessible à tout public sans encadrement

pédagogique autour du dispositif, cette valeur risque d'être trop technique pour certains qui ne pourront percevoir cette valeur.

Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.

⇒ Le modèle numérique est réalisé à partir du reportage photographique et du nuage de points. Pour être objectif dans la modélisation, il faut respecter au maximum ce qui a été capturé, c'est-à-dire à un moment précis. Il est donc difficile de rendre compte, par le modèle numérique, de l'organisation des différentes fonctions qu'a pu accueillir la maison au cours du temps. De plus, je n'ai pas trouvé trace de l'organisation spatiale des différentes administrations qui ont occupé le bâtiment à la fin du XX^e.

Tableau récapitulatif (en gris : valeurs non récupérées ; en noir : valeurs récupérées) :

Domaine Public		
FORME	RELATION	USAGE
Une architecture éclectique du début du XX ^e typique de la région (Province de Liège) et d'inspiration Mosane.	Témoigne de la manière de vivre de l'époque, plus précisément la bourgeoisie liégeoise, au début du XX ^e .	Un symbole de la résistance du patrimoine liégeois.
Témoigne d'une prise de position forte de l'architecte par rapport à l'organisation du plan en fonction du terrain dans la recherche de qualités spatiales, de pleins/vides, de lumière, etc.	Participe au contraste entre les différentes architectures de la ville, considéré pour beaucoup comme faisant partie de la beauté de Liège.	Témoigne l'existence d'un ancien tracé parcellaire du quartier.
Une façade extérieure de qualité, typiquement néo mosane, composée dans le moindre détail.	Une figure architecturale éducative : « déambuler dans la maison, c'est voyager à travers plusieurs moments de l'histoire de l'art ».	Témoigne d'une société en transition qui prône d'une part l'artisanat et qui utilise les nouvelles techniques industrielles d'autre part.
Témoigne d'un savoir-faire local de l'époque tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.	Un emblème du passé liégeois glorieux avec une forte identité artistique.	Témoigne des connaissances techniques des architectes de l'époque, au début du XX ^e .
Les matériaux sont toujours d'origine en façade, jusqu'au moment de la démolition.		Témoigne d'une capacité adaptative du plan selon la fonction active.

Score : 8/14.

4.4 Analyse des résultats

Lorsque qu'on se penche sur les tableaux récapitulatifs des différents cas étudiés, on observe des variations de résultats entre la typologie de valeurs qui a pu être restituée mais aussi sur le nombre de valeurs rendues.

Tout d'abord, dans le premier cas d'utilisation, le domaine privé, on obtient six valeurs récupérées sur total de quatorze valeurs étudiées. On est en dessous de la moyenne des 50%. On constate que les valeurs plus sensibles, plus authentiques comme le témoignage d'un savoir-faire local, sont manquantes car le bien a été dématérialisé. Les valeurs plus symboliques, emblématiques ne sont pas restituées non plus. La raison principale est le manque de visibilité auprès d'un public plus ou moins élargi. Ici, le modèle reste privé et n'est donc plus visible de tous. On peut concevoir qu'en restant privé, la maison Rigo finira par être oubliée même par les liégeois, dans un avenir relativement proche. Enfin, les utilisateurs sont qualifiés dans le domaine et en attendent plus quant aux valeurs rendues par la maquette, notamment en ce qui concerne les valeurs techniques. Et là encore, le modèle n'arrive pas à rendre des valeurs telles que les connaissances techniques des architectes de l'époque.

On a ensuite analysé un deuxième cas d'utilisation du modèle numérique, la manière semi-publique. Des personnes ont accès au dispositif mis en place en complément d'une visite d'un musée de la Ville. On observe des résultats bien meilleurs que pour le cas précédant avec dix valeurs récupérées sur les quatorze étudiées. On approche donc de 75% de valeurs récupérées. Ce pourcentage intéressant rend tout le processus de remise en valeur de la maison Rigo envisageable. Les raisons de ce meilleur résultat sont multiples. Tout d'abord, on a étendu le panel de personnes ayant accès au modèle ce qui a favorisé la restitution de valeurs d'un aspect symbolique, emblématique. Ensuite, l'élément certainement le plus important est la présence d'une exposition, d'un musée lié au dispositif RA. En effet, cette méthode suggère la possibilité d'exposer l'ensemble des éléments du bien patrimonial, actuellement entreposés dans des locaux de la Ville. De cette manière, un encadrement pédagogique facilite la compréhension de la particularité de la maison Rigo. Des valeurs plus sensibles dans la matérialité, comme le savoir-faire local ou la qualité des matériaux utilisés sont dès lors rendues.

Le dernier cas imagine une utilisation du modèle totalement publique. Avec un résultat de huit valeurs récupérées sur les quatorze étudiées, l'utilisation sans restriction d'accès n'arrive pas à restituer autant de valeurs que le cas précédent. Selon moi, ce qui lui manque essentiellement, c'est un encadrement pédagogique autour du dispositif mis en place. La représentation

numérique est isolée sur le terrain et bien que plus de valeurs soient rendues que pour l'utilisation privée, elles risquent d'être mal comprises du public.

Au-delà du type de cas d'utilisation envisagé, je pense que ce qu'il faut de retenir de cette analyse c'est que le modèle numérique est capable de restituer toute une série de valeurs qui témoignent d'une époque, d'une philosophie ou d'une réflexion particulières. Ensuite, utiliser une RA à l'endroit où se situait le bien auparavant permet de restituer davantage de valeurs historiques (comme l'existence d'un ancien parcellaire) et symboliques car le bâtiment, en renaissant sous une autre forme, « ranime » le quartier. Mais surtout, que pour le côté sensibilité, authenticité (qui montre le savoir-faire d'une époque, les qualités intrinsèques des matériaux...) la représentation numérique sera toujours dépendante d'éléments « vrais » afin de faire perdurer cette typologie de valeurs. On observe très clairement l'importance de penser à un processus complet de remise en valeurs avant tout projet de représentation numérique.

Suite aux résultats obtenus, je suis parvenu à énoncer une première proposition de processus de remise en valeurs du bien patrimonial susceptible d'être approfondie dans une future recherche. Le but recherché est de faire ressortir les éléments importants à intégrer pour que le processus soit suffisamment efficace. Afin de se concentrer sur les qualités de la remise en valeur, la proposition met de côté les éventuelles tensions qui peuvent toujours exister autour de la maison Rigo. En effet, la Ville de Liège pourrait être dans une position inconfortable. Elle a accepté la démolition de la maison pour réaliser le projet du nouveau quartier des Guillemins. En mettant en place ce processus de réanimation, serait-ce pour la Ville, une manière de reconnaître une maladresse d'avoir permis la démolition de la maison Rigo ? Ou au contraire, un moyen pour la Ville de dire : « On a pu créer un nouvel axe, une nouvelle dynamique dans la ville, tout en conservant le patrimoine liégeois sous une nouvelle manière, une manière virtuelle » ?

Avec un processus de qualité autour de cette remise en valeur et le fait qu'on est dans le cadre d'une « ultime sauvegarde », ne serait-on pas en train de se rapprocher d'une certaine immortalité du patrimoine ?

4.5 Propositions

Comme on a pu l'observer ci-avant, l'idéal serait de mettre en place le cas d'utilisation semi public jumelé à un musée autour de la maison Rigo. Dans ce cas, l'accès aux bornes de RA sur l'espace public serait limité. Néanmoins, on peut aussi envisager de mixer à la fois les cas deux

et trois, c'est-à-dire semi-public et public. En complément à l'utilisation libre, une visite dans un musée serait proposée aux personnes intéressées par l'histoire de la ville et du bâtiment. Ces personnes se retrouveraient dans une situation égale au cas semi public. Le côté pédagogique de l'exposition permettrait de restituer un maximum de valeurs symboliques puisque le dispositif serait accessible à tout le monde. Ce processus nécessite également de remettre la maison Rigo dans son contexte liégeois.

Pour cela, on pourrait mettre en place une visite virtuelle à travers la ville. Lors de cette visite, plusieurs bâtiments patrimoniaux, témoins du passé liégeois seraient ranimés et pourraient être contemplés par la RA. Au cours de cette promenade, les représentations virtuelles permettraient de redécouvrir sous un angle pédagogique les monuments aujourd'hui disparus. Parmi quelques bâtiments qui pourraient faire l'objet du parcours, on peut citer la Cathédrale Notre-Dame-Et-Saint-Lambert qui prenait place sur l'actuelle place St-Lambert, la façade du Grand Bazar et le Théâtre du Gymnase situés sur le pourtour de cette même place, la prison St-Léonard où se trouve l'actuelle esplanade Saint-Léonard, les pavillons de l'Exposition universelle de 1905 à Coronmeuse ou de l'Exposition internationale de l'eau de 1939, dans le parc de La Boverie. Il y a aussi la gare du Palais de 1877 (aujourd'hui, gare de Liège-Saint-Lambert) et la gare des Guillemins Belle-Epoque de 1864, les Bains de la Sauvenière devenu aujourd'hui la Cité Miroir, la taverne Regina au coin du Pont d'Avroy ou encore l'ancien Trinkhall du parc d'Avroy. Malheureusement, il n'existe pas forcément de reportages photographiques précis ou des nuages de points permettant de réaliser des maquettes virtuelles pour tous ces bâtiments. Si on mettait en place ce genre de lien entre différents biens patrimoniaux, il serait primordial de déterminer quel niveau de détail serait nécessaire pour garder une cohérence entre les différentes RA.

J'imagine ce procédé sous forme de bornes fixes, par exemple des jumelles sur pied, dispersées sur le parcours. Elles permettraient des projections de bâtiments en RA sous différents angles d'observation. Du point de vue accessibilité, comme les bornes se trouvent sur l'espace public, il est difficile d'associer directement cette visite à une visite de musée. Je pencherais donc pour un accès ouvert à tout public, enrichi d'une visite facultative dans un musée afin d'améliorer l'expérience vécue étant donné que c'est ce modèle qui a obtenu les résultats les plus convaincants. De cette manière, On pourrait également imaginer qu'un guide spécialisé conduise les visiteurs en ville.

Incorporer la maison Rigo dans ce parcours virtuel avec la possibilité de compléter la visite dans un musée va non seulement renforcer sa capacité à restituer ses valeurs perdues, mais aussi va créer de nouvelles valeurs, d'un aspect plus social grâce aux visiteurs qui partageront leur expérience avec d'autres. Les valeurs culturelles qu'on retrouve généralement dans des objets exposés au musée, sont également mises en avant puisque la maison est comme exposée dans un musée en plein air. Le bien patrimonial est de cette manière mieux représenté dans l'histoire de la ville. Auparavant, la maison n'attirait pas spécialement de visiteurs étrangers.

Certes, la maison Rigo reste un cas particulier car la disparition du bien patrimonial a été une importante source de conflits. Cependant, pourquoi ne pas généraliser ce procédé à des bâtiments pour lesquels la disparition n'a pas été contestée ? Par exemple, détruire un bien patrimonial très délabré afin de le mettre plus en valeur dans un espace public redessiné en conséquence ?

5. CONCLUSION

A travers ce travail sur la question des capacités d'une représentation numérique à redonner certaines valeurs disparues après la suppression d'un bâtiment, j'ai tenté de répondre à l'hypothèse « la RA, utilisée sur le site, est capable de rendre des valeurs à un bâtiment qui n'existe plus ». Pour le faire correctement, j'ai développé plusieurs éléments concernant l'état de l'art. Tout d'abord, il m'a fallu trouver la technologie la plus adéquate, comprendre son fonctionnement et identifier les différents systèmes d'affichages possibles. J'ai finalement opté pour le dispositif RA « Optical see-through » utilisé de manière statique sur le terrain. Ensuite, je voulais un exemple concret pour tenter de répondre à l'hypothèse formulée. Pour cela, j'ai choisi la maison Rigo, un bâtiment liégeois du début du XX^{ème}, démoli récemment et qui a déjà fait l'objet d'un travail de recherche très intéressant. Enfin, j'avais besoin d'un moyen pour identifier et classer les valeurs d'un bien patrimonial. Différentes parutions foisonnent actuellement à ce sujet et c'est finalement la méthode formulée par Fredheim et Khalaf qui m'a paru la plus convaincante dans ses résultats obtenus.

Au terme des différentes études effectuées, l'hypothèse de départ a été rapidement confirmée malgré quelques nuances à apporter. En effet, la méthode de représentation numérique a déjà permis de restituer certaines valeurs. Cependant, la mise en place du système selon différentes méthodes envisagées a fait varier plus ou moins fortement la quantité et la qualité des valeurs retrouvées. La confrontation des trois situations envisagées (Privé – Semi-public – Public) a aidé à la formulation d'une première proposition d'un processus efficace pour remettre en valeur la maison Rigo. Par sa présence en RA sur le terrain, elle transmet des valeurs renforcées, d'une part, par le lien créé avec d'autres projections virtuelles et des bâtiments toujours existants et d'autre part, par l'accompagnement d'un environnement pédagogique tel qu'un musée qui raconte l'histoire de la ville et expose des éléments authentiques issus des bâtiments.

Au fur et à mesure des recherches, j'ai rencontré différentes barrières. Tout d'abord, le système RA utilisé, qui affiche des limites techniques auxquelles on ne peut pas échapper. Ces limites, qui seront sans cesse repoussées, dépendent des connaissances technologiques actuelles, comme par exemple, le champ de vision réduit de l'appareil ou encore la résolution de l'écran qui laisse apparaître des pixels pouvant troubler l'expérience de l'utilisateur. Ensuite, j'ai pu constater la faiblesse des systèmes d'évaluation de valeurs existants. Aujourd'hui, il est difficile de trouver une méthode précise, universelle, suffisamment inclusive et capable d'examiner les

évaluations antérieures d'importance. La récente méthode formulée par Fredheim et Khalaf est intéressante. A travers mon travail, j'ai obtenu des résultats probants, qui mériteraient d'être comparés à d'autres applications de la méthode pour en tirer des conclusions plus générales. J'ai aussi constaté des limites quant à la capacité d'une représentation numérique à restituer des valeurs. Sans le processus imaginé pour retrouver les valeurs du bien disparu, un certain nombre d'entre elles ne peut être récupéré. Dès lors, il n'y a plus aucun intérêt à mettre en place ce dispositif.

Néanmoins, je suis convaincu que dans un avenir relativement proche, la représentation virtuelle sera un outil efficace dans l'ultime conservation d'un bien patrimonial. Dès lors, serait-il possible d'anticiper la perte prématurée d'un objet porteur d'une certaine quantité de valeurs, par un procédé d'anticipation à la conservation virtuelle ? Grâce aux résultats obtenus dans ce travail, j'ai pu proposer un processus de mise en valeur de la maison. Est-ce le seul possible ? Est-ce le plus efficace ? Peut-il devenir un processus universel ? La remise en valeur par la RA peut-elle se populariser sur le long terme ? Peut-elle contribuer attirer à Liège des classes d'élèves dans le cadre de leur cours d'histoire ? Cette recherche peut-elle inspirer des designers et des développeurs d'une RA de qualité ?

6. REFERENCES

6.1 Bibliographie

- ARNALDI Bruno, GUITTON Pascal, MOREAU Guillaume, (dir)(2018). *Réalité virtuelle et réalité augmentée : Mythes et réalités*, Iste Edition, 2018.
- BIANCHI Michael, *Place des Guillemins, le public domestiqué*, « A+ : Architecture in Belgium », n°44, Belgique, CIAUD, Avril 2017, p39-42. Consultable sur <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/208513/1/170215%20Place%20des%20Guillemins%2c%20le%20public%20domestique%cc%81%20%28preprint%29.pdf>.
- CHALON René, *Réalité mixte et travail collaboratif: IRVO, un modèle de l'interaction homme-machine*, Ecole Centrale de Lyon, 2004, Français, Dir. Thèse : David Bertrand. Consultable sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00152230/document>.
- FAUCHER Sébastien, PERE Christian, *Cluny: de la gestion de données à la réalité augmentée*, « VirtualRetrospect 2007 », Robert Vergnieux, Novembre 2007, France. p61-67. Consultable sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01765810/document>.
- FLEURY Philippe, MADELEINE Sophie, *Réalité virtuelle et restitution de la Rome antique du IVe siècle après J.-C.*, « Histoire Urbaine : Ville et environnement », n°18, France, SFHU, Avril 2007, p157-165. Consultable sur <http://www.cairn.info/revue-histoire-urbaine-2007-1-page-157.html>.
- GIRALDI G, OLIVEIRA Jauvane, SILVA Rodrigo, *Introduction to Augmented Reality*, 2003. Consultable sur https://www.researchgate.net/publication/277287908_Introduction_to_augmented_reality.
- GRELLA Maxime, *Apports de la réalité augmentée dans la revue de projets d'architecture*, Faculté des sciences appliquées, Université de Liège, 2019, Français, Prom. : LECLERCQ Pierre. Consultable sur <http://hdl.handle.net/2268.2/8460>.
- HALLOT Pierre, *Numérisation du patrimoine, l'ultime sauvegarde*, Conférences scientifiques dans des universités ou centres de recherche, Université de Mons, 4 Mars 2020. <http://hdl.handle.net/2268/245837>.
- HALLOT Pierre, JOUAN Pierre, *Digital Twin: Research Framework to Support Preventive Conservation Policies*, « ISPRS International Journal of Geo-Information », n°9, Suisse, MDPI AG, Avril 2020, p1-25. Consultable sur <https://orbi.uliege.be/handle/2268/246511>.
- LANDRIEU Jérémie, NICOLLE Christophe, NUGRAHA BAHAR Yudi, MERIENNE Frédéric, PERE Christian, *Pertinence d'une représentation 3D d'un projet de rénovation de bâtiment en réalité augmentée mobile*, « Confere 2012 », Italie, Juillet 2012. Consultable sur https://sam.ensam.eu/bitstream/handle/10985/10562/LE2I_CONFERE_2012_LANDRIEU.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

- VERVLOESEM Maxence, *La maison Rigo (Étude critique des débats autour de son avenir)*, Faculté d'architecture, Université de Liège, 2018, Français, Prom. : Houbart Claudine. Consultable sur <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/5383>.

6.2 Webographie

- *Avant sa démolition, voici une visite de l'intérieur de la maison Rigo*, Lavenir.net, 12 septembre 2017, http://www.lavenir.net/cnt/dmf20170912_01053897/avant-sa-demolition-voiciune-visite-de-l-interieur-de-la-maison-rigo, consulté le 01/05/2019.
- BRAIBANT François, *Maison Rigo à Liège : pourquoi ne pas la démonter pour la reconstruire ailleurs ?*, Rbf Info, 12 octobre 2016, https://www.rtbf.be/info/regions/liege/detail_maison-rigo-a-liege-pourquoi-ne-pas-la-demonterpour-la-reconstruire-ailleurs?id=9427811, consulté le 01/05/2019.
- BRAIBANT François, *Démolition de la maison Rigo à Liège: pas avant octobre*, RTBF Info, 10 août 2016, https://www.rtbf.be/info/regions/liege/detail_demolition-de-la-maison-rigo-aliege-pas-avant-octobre?id=9374314, consulté le 28/04/2019.
- BRAIBANT François, *Liège : la maison Rigo dépecée sans attendre le résultat du dernier recours*, RTBF Info, 16 octobre 2017. https://www.rtbf.be/info/regions/liege/detail_liegela-maison-rigo-depecee-sans-attendre-le-resultat-du-dernier-recours?id=9737657, consulté le 28/04/2019.
- BRAIBANT François, MANN Natacha, *Liège: l'action de la dernière chance pour sauver la maison Rigo a échoué*, RTBF Info, 17 octobre 2017, https://www.rtbf.be/info/regions/liege/detail_liege-l-action-de-la-derniere-chance-poursauver-la-maison-rigo-a-echoue?id=9738580, consulté le 01/05/2019.
- DETHIER Architecture, *Projet : Place des Guillemins*, 2014, <http://www.dethier.be/fr/projets/place-des-guillemins>, consulté le 03/08/2020.
- Département de l'urbanisme, *Périmètre de remembrement urbain du quartier des Guillemins « projet de délimitation et évaluation des incidences sur l'environnement »*, Liège, mars 2007, <https://www.liege.be/fr/vie-communale/projet-de-ville/grands-projets/telechargements/rie-pru-guillemins-rapport-modifie-apres-enquete.pdf>, consulté le 01/05/2019.
- Galerie Numérique Abbaye de Cluny, *Bornes de réalité augmentée & film 3D*, <https://galerie-numerique.org/dispositif/abbaye-de-cluny>, consulté le 08/07/2020.

- GIOT Martial, *Liège: cri de détresse pour sauver la maison Rigo*, RTBF Info, 24 mars 2016, https://www.rtb.be/info/regions/liege/detail_liege-cri-de-detresse-poursauver-la-maison-rigo?id=9251103, consulté le 28/04/2019.
- GRÉTRY Michel, *Voici le futur visage de l'esplanade des Guillemins*, RTBF Info, 17 avril 2015, https://www.rtb.be/info/regions/liege/detail_voici-le-futur-visage-de-l-esplanade-des-guillemins?id=8957348, consulté le 28/04/2019.
- GRETRY Michel, *Au pied de la tour des finances, l'hôtel Rigo échappe à la démolition*, RTBF Info, 22 juin 2015. https://www.rtb.be/info/regions/liege/detail_au-pied-de-la-tour-des-finances-l-hotel-rigo-echappe-a-la-demolition?id=9013506, consulté le 28/04/2019.
- HERMANN Benjamin, *Ils se battent pour sauver un hôtel à Liège: coup de gueule de Bouli Lanners*, Liège, L'avenir.net, 16 mars 2016, https://www.lavenir.net/cnt/dmf20160316_00795885/ils-se-battent-pour-sauver-un-hotel-lecoup-de-gueule-de-bouli-lanners, consulté le 01/05/2019.
- HERMANN Benjamin, *Démolition de la maison Rigo: le coup de com' de la Ville de Liège*, Lavenir.net, 25 août 2017, http://www.lavenir.net/cnt/dmf20170825_01044952/demolitionde-la-maison-rigo-le-coup-de-com-de-la-ville-de-liege, consulté le 28/04/2019.
- HILDESHEIM Marc, *Démolition de la Maison Rigo à Liège: le chantier a commencé*, RTBF Info, 27 novembre 2017, https://www.rtb.be/info/regions/liege/detail_demolition-de-la-maison-rigo-a-liege-le-chantier-a-commence?id=9774133, consulté le 28/04/2019.
- JOST Clémence, *Le Château de Chambord offre un spectaculaire voyage dans le temps grâce à la réalité augmentée de l'HistoPad*, Archimag, Juin 2015, <https://www.archimag.com/archives-patrimoine/2015/06/24/chateau-chambord-voyage-temps-realite-augmentee-histopad>, consulté le 01/05/2019.
- *Les grues à l'assaut de la maison Rigo à Liège (+ vidéo)*, Sudinfo.be, 19 décembre 2017, <http://www.sudinfo.be/id27995/article/2017-12-19/les-gruesl'assaut-de-la-maison-rigo-liege-video>, consulté le 28/04/2019.
- NEVEU Louis, *Les dégats du coronavirus sur le corps humains en réalité virtuelle*, Futura Sciences, Avril 2020, <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/realite-virtuelle-degats-coronavirus-corps-humain-realite-virtuelle-80255/>, consulté le 08/08/2020.
- *Pivo en VDAB bundelen rijopleiding vrachtwagens*, Het Nieuwsblad, novembre 2013, https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20131112_00836126, consulté le 07/04/2020.

- PONCELET Anne, *Démolitions dans le quartier des Guillemins*, RTBF Info, 8 avril 2016, https://www.rtbf.be/info/regions/liege/detail_demolitions-dans-le-quartier-des-guillemins?id=9262785, consulté le 01/05/2019.
- *Que va Devenir l'ancien Hôtel Rigo ?*, RTC Télé Liège, 11 août 2015, https://www.rtc.be/que_va_devenir_1_ancien_hotel_rigo_-1474870-999-325.html, consulté le 28/04/2019.
- TEXIER Bruno, *Réalité augmentée : un nouveau regard sur le patrimoine*, Archimag, Janvier 2016, <https://www.archimag.com/bibliotheque-edition/2016/01/15/realite-augmentee-nouveau-regard-patrimoine>, consulté le 01/05/2019.
- THOMAS, *Cervomaton*, XYZ.fr, 2013, <http://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.xyz.fr%2Fwp%2Fproject%2Fcervomaton%2F>, consulté le 17/07/2020.
- THUNUS Olivier, *Deux associations liégeoises réclament du temps pour sauver la maison Rigo*, RTBF Info, 12 juillet 2017, https://www.rtbf.be/info/regions/liege/detail_deux-associations-liegeoises-reclament-du-tempspour-sauver-la-maison-rigo?id=9658384, consulté le 28/04/2019.
- THUNUS Olivier, *Maison Rigo à Liège : un recours au conseil d'état pour éviter la démolition*, RTBF Info, 19 juillet 2016, https://www.rtbf.be/info/regions/liege/detail_maison-rigo-a-liege-un-recours-au-conseil-d-etatpour-eviter-la-demolition?id=9357220, consulté le 28/04/2019.
- VALENTE Clément, *Les nuages de points 3D et meshes*, Numérisation 3D & Construction, <https://numerisation3d.construction/nuages-de-points-meshs/?v=d3dcf429c679>, consulté le 27/07/2020.
- VAUTE Paul, *Rigo : les grues approchent*, dans La Libre.be, 25 juillet 2016, <http://www.lalibre.be/regions/liege/rigo-les-grues-approchent-5794dfc2357086b3e0d851cc>, consulté le 28/04/2019.
- *Willy Demeyer propose une souscription publique pour sauver l'hôtel Rigo de Liège*, Sudinfo.be, 15 octobre 2016. <http://www.sudinfo.be/archive/recup/1695772/article/2016-1015/willy-demeyer-propose-une-souscription-publique-pour-sauver-l-hotel-rigo-de-lieg>, consulté le 28/04/2019.

6.3 Programmes et applications

- HUGIN, Pablo d'Angelo, version 2017 gratuite [Windows].
- REVIT, Autodesk, version 2018 étudiante gratuite [Windows].