

FABRIQUE & CLIQUE

CENTRE DE CONCEPTION ET DE FABRICATION NUMÉRIQUE À
SAINT-ROCH

ESSAI (PROJET)

OLIVIER LALANCETTE



FABRIQUE & CLIQUE

Centre de conception et de fabrication numérique à Saint-Roch

Essai (projet) soumis en vue de l'obtention du grade de M. Arch.

Olivier Lalancette

Superviseur

M. André Potvin

École d'architecture

Université Laval

Hiver 2015

Résumé

Le cotravail et les fab labs font partie des nouveaux espaces de travail. Ce sont des lieux basés sur des valeurs de communauté d'où émerge l'esprit créatif. À Québec, des travailleurs autonomes alimentant l'industrie du jeu vidéo et des secteurs connexes en recherche création. L'architecture des espaces de travail peut exploiter la matérialité physique et numérique pour aider ces individus à innover dans leur métier. Le projet « Fabrique & Clique » rapproche ces matérialités pour mettre sur pied une usine de fabrication à grande échelle profitant d'une variété d'outils numériques. Le projet se développe autour d'une identité forte, d'un parcours au rythme d'un processus d'idéation, d'une structure qui influence le programme et finalement d'un puits central de fabrication numérique issue. De cette manière, l'architecture devient une nouvelle interface de l'ère informatique.

Membres du jury

M. André Potvin (superviseur)

architecte et professeur titulaire (Ph. D) à l'école d'architecture de l'Université Laval

Mme Anne Bordeleau

architecte et professeur titulaire (Ph. D) à l'Université de Waterloo

M. Leic Godbout

architecte chez Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

M. Jérôme Henné

architecte chez Lemay Michaud architecture et design

M. Jan-B Zwijski

architecte et professeur titulaire (Ph. D) à l'école d'architecture de l'Université Laval

Avant-propos

Je crois essentiel de remercier l'ensemble de mes proches et de ma famille pour leur soutien tout au long de ces années d'études. Bien évidemment, un merci spécial à mon superviseur qui, avec son expertise, a permis de bien mener le projet. À tous ceux qui ont fait partie de l'équipe « Potvin », mes sincères remerciements pour votre support, votre patience et vos conseils malgré mes exposés expéditifs.

Table des matières

Membres du jury	II
Avant-propos	II
Table des matières	III
Liste des figures	V
Liste des tableaux	V
Introduction	1
1 Le cotravail et le quartier Saint-Roch	3
1.1 Identité du quartier Saint-Roch.....	4
1.1.1 Renversement du pôle d'activité et implantation de l'industrie du numérique.....	4
1.1.2 Genèse de l'identité du cotravail.....	5
1.2 Le parcours et la programmation	5
1.3 Structurer le cotravail	6
1.4 La fabrication dans un contexte universitaire.....	7
2 La matérialisation de l'espace numérique	9
2.1 Identité phénoménologique.....	9
2.2 Un parcours d'interfaces.....	10
2.3 Interconnexion et structure.....	11
2.4 Fabrication numérique	13
3 Fabrique & clique; centre de conception et fabrication numérique à Saint-Roch	15
3.1 Élaboration formelle	15
3.2 Enveloppe révélant l'identité du lieu.....	18
3.3 Parcours au rythme de l'idéation.....	19
3.4 Structure du bâtiment orientant les activités	20
3.5 Fabrication d'un puits de construction à grande échelle	21
Conclusion	23
Bibliographie	25
Annexes	29
Annexe I Planches de la présentation finale.....	31
Annexe II Planches de la présentation intermédiaire.....	33
Annexe III Programme préliminaire.....	35
Annexe IV Comparaison d'espaces de cotravail.....	36

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de concept.....	1
Figure 2 : Catégorisation des espaces publics émergents (Audette-Chapdelaine, 2011)	3
Figure 3 : Localisation du projet dans le quartier Saint-Roch et des lieux de cotravail.....	4
Figure 4 : Renversement des activités industrielles entre 1915 et 2015.....	5
Figure 5 : Le hackerspace « C-Base » de Berlin (c-base.de)	5
Figure 6 : Gradation des espaces de GooglePlex en fonction de l'activité (Meachem, 2004).....	5
Figure 7 : Processus d'idéation	6
Figure 8 : Principes de conversion du savoir (Nonaka & Takeuchi, 1995)	7
Figure 9 : Inscription du projet dans la Faculté d'aménagement, d'architecture d'arts et de design de l'Université Laval	8
Figure 10 : Contrôle de l'interface du projet Openarch (Think Big Factory).....	11
Figure 11 : Parti architectural du projet Media House (Guallart, 2004).....	12
Figure 12 : Détail d'assemblage d'un joint structural.....	12
Figure 13 : Vignoble Daniel Gantenbein, par Bearth & Deplazes Architekten en 2006	13
Figure 14 : Robot fabricant le mur de brique du vignoble (Gramazio & Kohler, 2006)	14
Figure 15 : Drone / maçon (Gramazio & Kohler, 2012).....	14
Figure 16 : Schéma des enjeux du projet.....	15
Figure 17 : Élaboration formelle	16
Figure 18 : Principales configurations en fonction de leur rapport au voisinage.....	16
Figure 19 : Formation d'un puits de fabrication numérique à grande échelle	17
Figure 20 : Vue du bâtiment	18
Figure 21 : Agrandi de la maquette	18
Figure 22 : Aperçu de deux types de rubans perforés (Ted Coles 2010)	18
Figure 23 : Alphabet télégraphique international no 2.....	18
Figure 24 : Rendus (photographique et informatique) de l'enveloppe	19
Figure 25 : Plan du niveau +3	19
Figure 26 : Agrandi de la maquette	19
Figure 27 : Parcours dans l'ambassade des Pays-Bas à Berlin (OMA).....	20
Figure 28 : Deux scénarios structuraux	20
Figure 29 : Vue du puits	21
Figure 30 : Structure de la maquette	21
Figure 31 : Coupe du puits de fabrication	21
Figure 32 : Détail d'assemblage.....	21
Figure 33 : Flexibilité du pont roulant	22
Figure 34 : Le Super+Super et ses espaces domestiques	36
Figure 35 : Le Make Business Hub et son ambiance « café »	36
Figure 36 : L'aire ouverture du Hub Westminster.....	36
Figure 37 : Le Hub Madrid possède un hall reconfigurable	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Croissance annuelle mondiale des espaces de cotravail (Deskmag, 2012).....	3
Tableau 2 : Programme préliminaire	35
Tableau 3 : Comparaison de l'envergure des lieux de cotravail de 150 travailleurs et moins recensés (Davies & Tollervey, 2013).....	37
Tableau 4 : Comparaison de l'envergure des lieux de cotravail de plus de 150 travailleurs recensés (Davies & Tollervey, 2013).....	37

Introduction

Cet essai (projet) se penche sur l'intérêt envers les technologies de fabrication numérique. À l'ère où les flux numériques sont omniprésents, les fab labs et les lieux de cotravail sont ces nouveaux espaces de production numériques qui offrent un fort potentiel phénoménologique par leur rapport qu'ils entretiennent avec la matière, tant numérique que bâtie. L'essai (projet) tentera de comprendre si les nouveaux espaces de production numérique peuvent susciter un retour à la matérialité. Le projet *fabrique & clique* explore l'hypothèse qu'une usine de fabrication assistée par ordinateur à échelle réelle permettra de susciter cet intérêt matériel. Inscrit dans un contexte à la fois universitaire et professionnel, le projet offrira une nouvelle interface à la matière dans un quartier très ancré dans les technologies numériques. L'élaboration du projet à considérer quatre éléments clés (voir figure 1) pour ce retour matériel soit : une sensibilité sur l'identité du lieu, l'élaboration d'une interface faisant office de parcours d'idéation, la structure du bâtiment et la fabrication numérique. L'essai (projet) divise la recherche en trois chapitres structurés selon ces thèmes et approchant l'espace matériel (1), l'espace de flux immatériels (2) et finalement le projet (3).

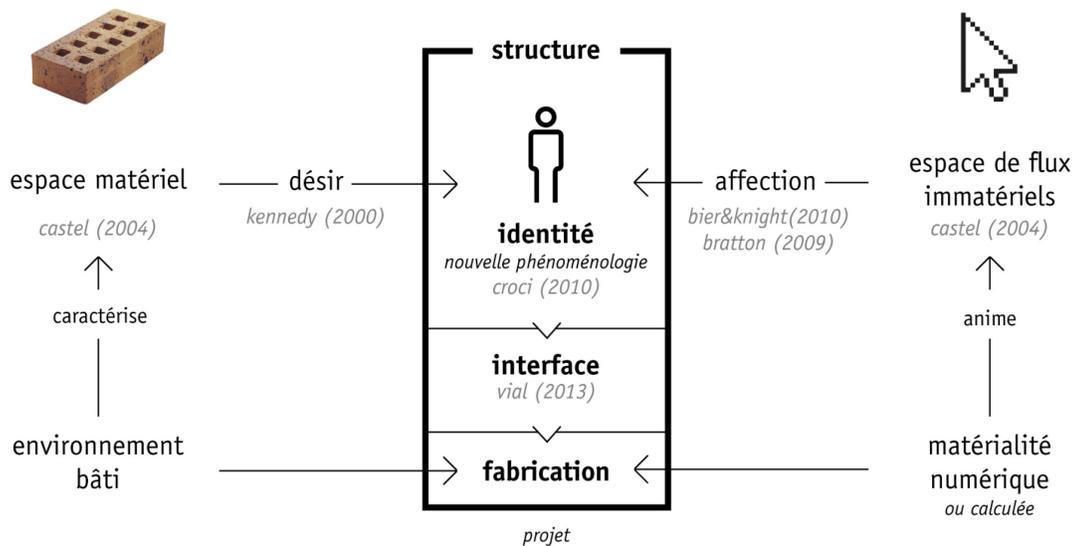


Figure 1 : Schéma de concept

Dans un premier temps, un regard sur les espaces de cotravail et le quartier visé permettra de confirmer l'intérêt d'un tel programme dans cet environnement bâti. Tout d'abord, une analyse de l'histoire du quartier Saint-Roch montre une transformation du secteur en pôle technologique pour la ville de Québec. Ensuite, en portant un regard sur la diversité d'ambiances requises dans des espaces de cotravail et comment on peut atteindre cette diversité en procédant par un processus d'idéation. Dans ce processus, nous allons voir l'importance de structurer l'espace

pour alimenter et susciter la créativité. Au final, nous développerons l'hypothèse d'implanter ce programme dans un contexte de recherche universitaire et de partenariat avec le milieu professionnel.

Dans un second temps, le cadre théorique explore la matérialité à l'ère des flux immatériels. L'espace numérique faisant partie de notre quotidien, son intégration au bâtiment devient une nécessité. Cet espace de flux immatériels selon Castel (2004) est activé par une génération d'individus de plus en plus « connectée ». Selon Kennedy (2000), l'omniprésence du virtuel force le retour à la matérialité. Cette recherche sur la matérialité peut être résolue par le transfert du numérique vers le réel rendu possible par les outils de fabrication numérique. L'intégration au bâtiment de ces technologies permettra d'abord de démarquer le bâtiment dans son contexte urbain et permet d'en faire un emblème pour ses utilisateurs. Ensuite, il permettra d'organiser un parcours, mais profitera aussi de la structure du bâtiment pour créer un réseau d'interconnexion. Ce réseau d'interconnexion permettra l'implantation d'un atelier central de fabrication numérique à grande échelle.

Finalement, le projet développe principalement cet atelier central de fabrication. En premier lieu, il sera question du développement formel du projet, soit l'union entre matière réelle et numérique. En second lieu, le projet sera traité selon quatre angles d'approche : l'enveloppe donne le ton au caractère identitaire du bâtiment; la structure de grands panneaux de CLT crée un réseau de connexion et oriente les différents usages; un parcours du bas vers le haut permet une programmation des espaces, mais aussi de diffuser au grand public le procédé de fabrication; et finalement la fabrication à grande échelle est rendue possible par le développement d'un système de plateaux mobiles.

1 Le cotravail et le quartier Saint-Roch

Ce chapitre s'attarde au choix du lieu d'implantation et au programme du bâtiment. Les espaces de cotravail reçoivent une popularité croissante depuis leur début en 2006 (Deskmag, 2012). Deskmag, un périodique consacré aux nouveaux espaces de travail, effectue périodiquement des enquêtes sur ces lieux émergents. L'augmentation annuelle qui, grossièrement, a doublé mondialement chaque année (voir tableau 1) démontre l'intérêt croissant des travailleurs et un changement dans la manière dont nous approchons les nouveaux espaces de travail. Par leur programme, ces nouveaux espaces émergents, comme les catégorise Audette-Chapdelaine (2011), établissent un fort lien avec leur communauté (voir figure 2). Le quartier Saint-Roch a été ciblé pour sa population proche de l'identité recherchée du projet, soit une communauté technologique. Au niveau du programme, des ateliers de fabrication numérique à échelle réelle sont prévus et seront liés avec les activités de la Faculté d'aménagement, d'architecture d'arts et de design de l'Université Laval.

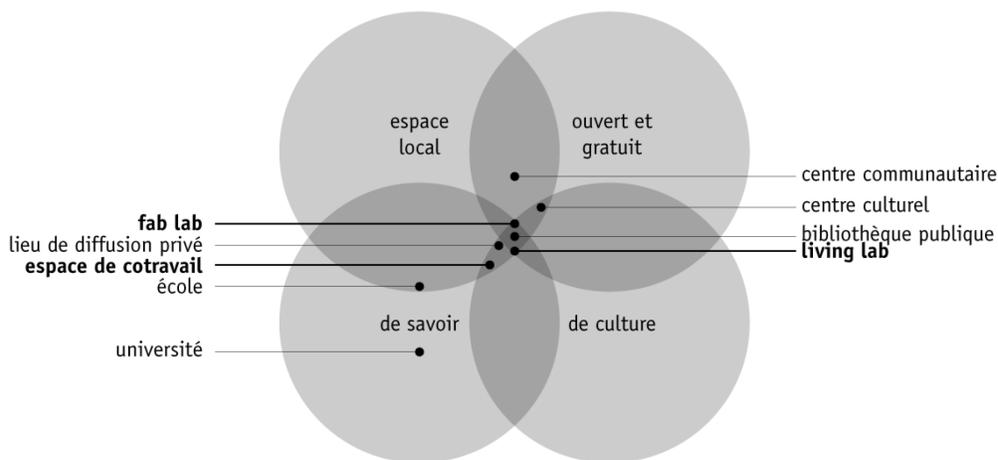


Figure 2 : Catégorisation des espaces publics émergents (Audette-Chapdelaine, 2011)

Année	Nombre d'espace offrant du cotravail	Augmentation
2006	30	--
2007	75	+150 %
2008	160	+113 %
2009	310	+94 %
2010	600	+94 %
2011	1130	+88 %
2012	2150	+90 %

Tableau 1 : Croissance annuelle mondiale des espaces de cotravail (Deskmag, 2012)

1.1 Identité du quartier Saint-Roch

Le site actuellement visé est au cœur du quartier Saint-Roch (voir figure 3). Ce quartier central de la ville de Québec a mis sur l'industrie du jeu vidéo pour se restructurer. Beenox, Ubisoft, Frima et d'autres firmes technologiques se sont installés et ont contribué à l'affirmation du caractère « techno » du quartier. Ainsi, le choix du site se fait tout d'abord par ce fort lien avec la production numérique, mais aussi sur les principes de Bentley et al. (Bentley & al., 1985) qui suggèrent de construire la ville sur la ville, soit de réinvestir les espaces libres des quartiers bien établis. C'est avec cette vision que le site au coin Dorchester et Charest a été choisi.



Figure 3 : Localisation du projet dans le quartier Saint-Roch et des lieux de cotravail

1.1.1 Renversement du pôle d'activité et implantation de l'industrie du numérique

Avec l'étude des cartes des assureurs (Underwriters' Survey Bureau, 1915), il a été possible d'observer les pôles d'emploi en 1915. Ce quartier autrefois reconnu pour son industrie du cuir était ceinturé par des manufactures. Cent ans plus tard, il est possible d'observer un renversement des activités (voir figure 4) puisque depuis le début des années 1990, ce quartier a développé sa restructuration sur l'industrie du numérique. Des grands de l'industrie du jeu vidéo s'y sont installés et se sont centralisés. En parallèle, des travailleurs autonomes de plus en plus nombreux nourrissent cette industrie orientée sur la technologie numérique. Pour répondre à cette demande, le quartier développe des espaces de cotravail. Au total dans la ville de Québec, c'est quatre lieux qui ouvrent leur porte aux travailleurs, dont trois (en rouge sur la figure 3) sont à même le quartier visé : Abri.co (regroupé dans l'espace « Le Hub »); l'espace Koala; le Cube; et l'espace Niviti (à Beauport). Le projet peut ainsi profiter de ce renversement et alimenter ce pôle technologique.

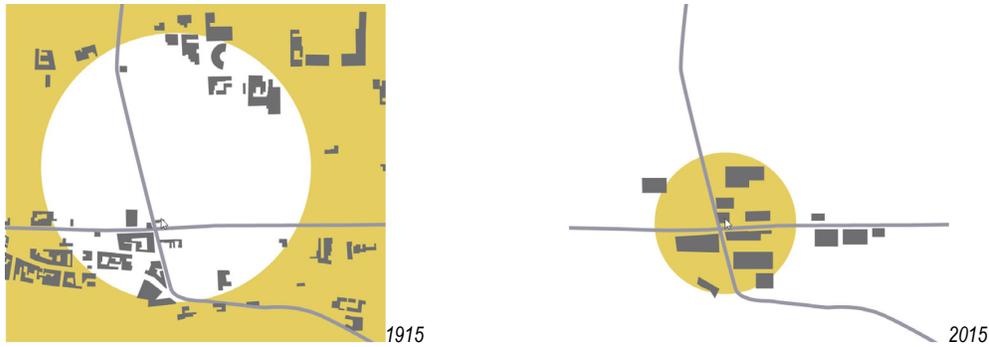


Figure 4 : Renversement des activités industrielles entre 1915 et 2015

1.1.2 Genèse de l'identité du cotravail

Il est intéressant de regarder d'où provient cette fusion entre industrie technologique et espace de cotravail. Son ancêtre se nomme le *hackerspace*, dont le tout premier, le C-Base à Berlin (voir figure 5), a ouvert ses portes en 1995. D'abord à vocation communautaire, il était utilisé à la fois pour le travail et pour les activités sociales. On y offrait un espace de rencontre pour les adeptes de bricolage informatiques *do-it-yourself*. C'est ainsi dire que l'origine même du mouvement était orientée sur les travailleurs du domaine technologique (Deskmag, 2014). Sa forme actuelle, plus ouverte, est d'origine américaine (Stumpf, 2013).



Figure 5 : Le hackerspace « C-Base » de Berlin (c-base.de)

1.2 Le parcours et la programmation



Figure 6 : Gradation des espaces du GooglePlex en fonction de l'activité (Meachem, 2004)

Il faut cependant comprendre ce qui caractérise ces espaces communautaires de travail : leur offre diversifiée d'ambiances (voir Annexe IV). Le cotravail offre principalement des postes de travail, peu importe leur forme, à des travailleurs itinérants ou voulant seulement un bureau loin de leur domicile. Leur aménagement s'inspire sur de nouveaux fondements de l'espace de travail tel que ceux explorés dans les projets de la firme *Clive Wilkinson architects*. Le nouveau campus de Google réalisé par cette firme est souvent cité en exemple pour son importante

variété d'ambiances de travail. Même à l'intérieur d'une même compagnie, les nouvelles pratiques d'aménagement imposent une importante déclinaison d'espaces de rencontre et de travail. Le nouveau travailleur ne se satisfait plus d'un cubicule et d'une salle de conférence. La planification d'une riche diversité d'espace permet de satisfaire toutes les ambiances de travail. Le GooglePlex, établit un gradient « chaud-froid » en fonction de l'activité (voir figure 6). Une première analyse par la firme d'architectes a permis de découvrir le potentiel de connectivité entre les bâtiments existants et d'établir un parcours s'inspirant d'une rue principale. De cette rue, la firme d'architecte a parsemé le gradient de pièces en fonction du potentiel des activités. Cette qualification disperse le long de cette rue les treize déclinaisons d'espaces de travail (Meachem, 2004).

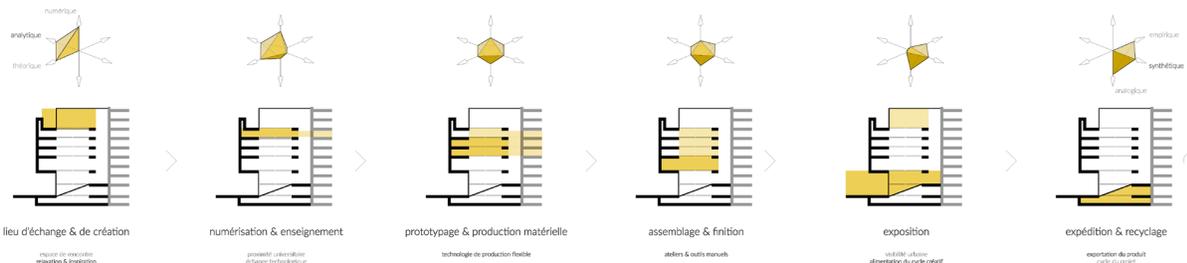


Figure 7 : Processus d'idéation

De manière semblable, le projet définit la programmation des espaces en fonction d'un processus d'idéation. Semblable au processus de design, qui débute par un processus mental abstrait et qui se concrétise par le dessin manuel, le processus dans le bâtiment se décline du haut vers le bas. L'idée est de graduer les espaces en trois axes soit : 1 – de numérique à analogique; 2 – d'analytique à synthétique; et 3 – de théorique à empirique. Ces axes établis par Potvin & Demers (2014) permettent de graduer les approches à la recherche-création. Dans le projet, la graduation définira l'usage de chaque étage. L'élaboration d'un parcours pour les visiteurs tirera profit de cette graduation (voir chapitre 3).

1.3 Structurer le cotravail

Le zonage et la gestion des espaces sont essentiels pour bonifier les espaces de cotravail. Nous verrons ici comment des recherches effectuées sur un mur structurant l'espace et une équipe de design qui apporte innovation et créativité au sein du groupe.

Fruchter & Bosch-Sijtsema (2010) définissent le « WALL » comme étant une « social glue » pour l'équipe de travail. Sa proximité et sa tangibilité mènent plus facilement à la formalisation d'une idée/concept en permettant d'avoir une idée globale du projet. Cette idée est alimentée par la production d'artefacts matériels affichés sur le mur. Il améliore ainsi notre rapport aux processus de conversions du savoir (voir figure 8).



Figure 8 : Principes de conversion du savoir (Nonaka & Takeuchi, 1995)

La présence (physique & temporelle) du WALL de Fruchter & Bosch-Sijtsema (2010) en comparaison à un phénomène de courte durée et isolée, comme une projection ou une salle de projet, est essentielle pour apporter l'esprit de partage. Dans la recherche de Fruchter & Bosch-Sijtsema, la présence d'artéfacts provoque des discussions impromptues/imprévues (socialisation et articulation du savoir) entre les membres de l'équipe et même du personnel externe. C'est particulièrement cet aspect, en plus de son aspect informel, qui révèle l'importance d'un tel dispositif dans un espace de cotravail. L'utilisateur peut apprécier le travail des autres (internalisation) et se l'approprier dans son propre travail (combinaison). Selon Fruchter & Bosch-Sijtsema (2010), le transfert des connaissances se fait ainsi plus aisément comparativement à des cellules fermées : « if we would have project rooms, we would lose the fluidity, wich is currently around the wall » (Fruchter & Bosch-Sijtsema, 2010, p. 226). On comprend mieux l'intérêt dans les espaces de cotravail de fournir une structure de diffusion. Nous verrons dans le chapitre trois comment la structure de bois du bâtiment a pu remplir ce rôle.

1.4 La fabrication dans un contexte universitaire

Outre les espaces de cotravail, les fab labs ont un rapport différent avec la matière (voir chapitre 2) et leur intégration dans un contexte universitaire peut apporter une richesse au programme. En gros, les fab labs proposent des lieux pour fabriquer des objets. Ces objets sont souvent conçus numériquement à l'aide de modèles numériques alimentant des appareils, par exemple des machines-outils à commandes numériques (MOCN ou machine CNC), les réalisant en entier ou en partie. Les écoles d'architecture possèdent souvent ce type d'équipement pour la réalisation de maquette. Ces maquettes sont essentielles à la compréhension des principes qui régissent le design d'espace. On peut même utiliser ces lieux pour y donner des ateliers ouverts au public et ainsi se doter d'une présence et une participation dans la communauté (Audette-Chapdelaine, 2011). Malheureusement, ces équipements sont souvent onéreux, mais lorsque mis en commun, les investissements sont plus rapidement rentabilisés (Lalkaka, 2006). En démocratisant l'accès au fab lab, on développe ce que beaucoup appellent la révolution microindustrielle (Audette-Chapdelaine, 2011).

Tout comme les incubateurs d'entreprises qui sont parfois parrainés par une université (Lalkaka, 2006), le projet pourrait s'associer à la Faculté d'aménagement, d'architecture, d'arts et de design. La proximité du site avec une bonne partie des bâtiments de la faculté ainsi que les pourparlers suggèrent un rapatriement de l'école d'architecture dans le quartier Saint-Roch, à proximité de l'édifice de la Fabrique. Ce regroupement permettrait de

FABRIQUE & CLIQUE

Centre de conception et de fabrication numérique à Saint-Roch

reconsidérer la richesse de cette intersection au sein de la faculté et de s'en servir pour en faire un ensemble cohérent. La proximité faciliterait le dialogue entre les diverses disciplines et encouragerait la multidisciplinarité. L'ensemble immobilier pourrait créer un circuit allant de la formation et de l'idéation jusqu'au partenariat de production et de recherche empirique (voir figure 9).

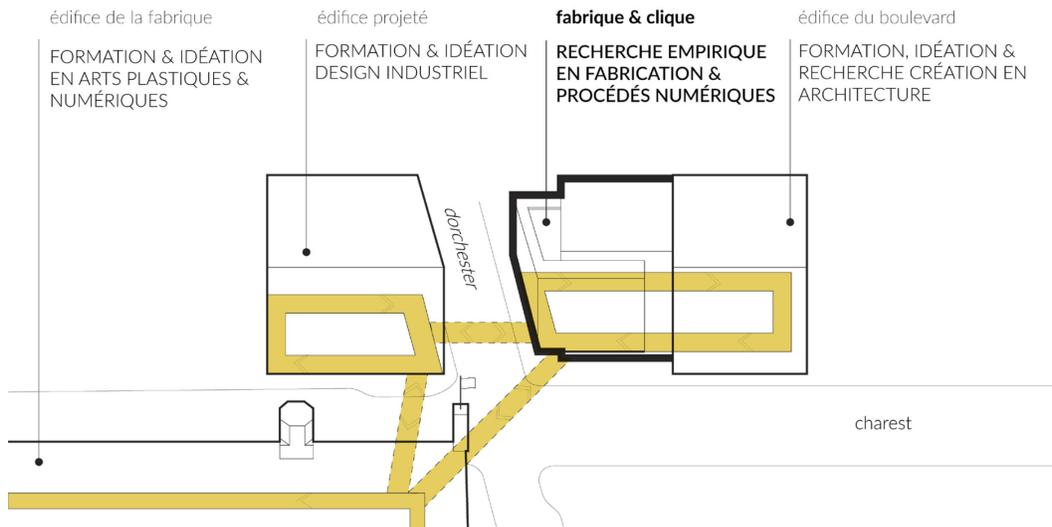


Figure 9 : Inscription du projet dans la Faculté d'aménagement, d'architecture d'arts et de design de l'Université Laval

Nous avons vu dans ce chapitre comment la diversité d'ambiances des espaces de cotravail ainsi que l'intérêt d'intégrer un fab lab pourrait être bénéfique au quartier. Le besoin et la popularité en espace de cotravail en font foi. De plus, ces lieux riches en échanges sociaux s'inscrivent dans un nouveau besoin de retourner vers des lieux de socialisations physiques. Nous regarderons dans le prochain chapitre comment l'omniprésence du numérique justifie ce besoin du réel.

2 La matérialisation de l'espace numérique

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté la dynamique interne générale des espaces de cotravail et des fab labs. Il sera question dans ce chapitre de définir la matière numérique dans le but de la matérialiser dans un projet d'architecture. L'omniprésence de l'environnement numérique de travail oblige une immersion à une réalité dite virtuelle, Vial (2013) parle du début d'une matérialité numérique. Nous manipulons en quelque sorte la matière, mais celle-ci est numérique. Nous explorerons son potentiel à stimuler la création numérique, lorsque mise en commun avec une matérialité plus traditionnelle, et ce par la fabrication assistée par ordinateur. L'engouement contemporain pour les fab labs devient alors compréhensible puisqu'ils sont capables de matérialiser l'espace numérique. Ce nouveau rapport à la matière enrichira le rapport phénoménologique du projet en définissant des atmosphères de travail.

2.1 Identité phénoménologique

Vivre exclusivement à l'état immersif, dans une ontophanie numérique restrictive, ne peut être qu'un appauvrissement phénoménologique de l'expérience d'exister. (Vial, 2013, p. 276)

Quoi qu'on en pense, le virtuel est devenu réel. L'espace virtuel ne projette pas (ou plus) un monde parallèle indéfinissable, mais plutôt une réalité quotidienne. Selon Vial (2013), cette réalité est devenue possible par des artefacts, comme le téléphone intelligent par exemple, qui nous lient dans nos habitudes de tous les jours à cette matière numérique. Nous interagissons continuellement avec cette matière. Croci (2010) nous explique comment ce rapport à la technologie a changé :

Furthermore, wireless technology sensing, portable computing and locational media are all aspects of daily practice that have allowed us to overcome the conceptual gap between the real and the virtual: what takes place on the screen of the digital device is real, even if it is composed of bits. This leap has allowed designers to investigate new technologies in order to seek out more important content and new social meanings. Humans and their sensory experiences are thus at the center of an architectural project that is part of a new phenomenology where built space is based on investigating sensations and relations between people. (Croci, 2010, pp. 122-125)

Le virtuel n'est plus virtuel. Les espaces réel et virtuel fusionnent pour favoriser une nouvelle relation entre les individus. Croci (2010) invite ainsi l'espace architectural à produire une nouvelle phénoménologie par la matière numérique par les sens et par un rapport social. Cela rappelle l'importance de construire un lien communautaire fort entre les membres d'un espace de cotravail, tel que défini dans le chapitre précédent, mais aussi le nouvel apport phénoménologique de ces environnements de travail.

2.2 Un parcours d'interfaces

Nous sommes sortis de la rêverie du virtuel. Aujourd'hui nous n'avons plus le sentiment d'être projetés dans des « mondes virtuels », mais plutôt de vivre avec des « interfaces numériques ».
(Vial, 2013, p. 183)

Dans l'essai l'Être et l'écran, Vial (2013) donne onze caractéristiques à la matérialité numérique (ou calculée) qui définit son ontophanie. Sans tomber dans des descriptions individuelles élaborées de chacune, ces caractéristiques hors du commun de la matière numérique nous dévoilent un caractère révolutionnaire en opposition au monde matériel. Cependant, la matière calculée nécessite une interface pour interagir. Ainsi, l'interface transforme la nature de l'expérience en opérations arithmétiques. C'est là toute la nature de l'interface qui sera abordée dans cette section et qui définit une composante essentielle du rapport à l'espace numérique appliqué à l'architecture, qui au final produira un parcours architectural.

Ce rapport à l'espace numérique a changé et Vial (2013) l'explique bien : « Or il ne s'agit pas de situer le phénomène numérique entre l'être et le néant, mais là où il est : entre l'être et l'écran. » (Vial, 2013, p. 187) Nous ne sommes plus projetés dans un monde, mais plutôt accompagnés d'interfaces numériques, soit ce « lieu » entre l'être et l'écran. Ce sont plusieurs évolutions informatiques qui permettent d'affirmer une nouvelle proximité aujourd'hui.

Depuis le début de l'informatique, tout a toujours été question d'interfaces. La nature même de la matérialité numérique l'exige. La machine utilise un langage considéré pur, à sa plus simple expression et universel selon Vial (2013). Il ne s'agit que d'une suite logique de 0 et 1. Or l'humain est limité pour interpréter et discuter avec la machine. On utilise des dispositifs intermédiaires pour pouvoir « dialoguer ». Au début, on utilise l'interface en lignes de commandes. Une suite de mots, d'actions, d'ordres qui lorsque réinterprétée par la machine – en 1 et 0 – est exécutée, donc calculée. On utilise encore ce type d'interface pour créer de nouveaux logiciels par exemple, mais pour le commun des mortels, c'est chose du passé.

L'informatique a dû se réinventer dans les années 80 pour que l'informatique soit intelligible par un plus grand nombre de gens. Le début de l'interface graphique fait ses premiers pas chez les équipes de recherche chez Xerox (Vial, 2013). On y invente le bureau de « Sally la secrétaire », qui virtualise des objets réels. On utilise encore aujourd'hui des « dossiers », des « fichiers », une « corbeille » ou même une « loupe ». Avec cette interface venait la souris qui transposait notre main dans cet espace virtualisé. Même avec l'interface graphique et le pointer/cliquer, on sent toujours cette distanciation entre l'être et la machine.

Aujourd'hui, avec l'interface tactile, nous avons franchi un nouveau paradigme d'interface. Nous touchons et manipulons cette matière numérique du bout des doigts (Bratton, 2009). La séparation s'estompe. Et ça va plus loin, l'heure est à l'immersion, tout le corps peut influencer cette matière. La prothèse n'est plus nécessaire, seul notre corps, dans un espace peut subir cette immersion. Cette vision de l'interface et de la manipulation est bien

représentée dans un projet de la firme de marketing Think Big Factory. Le projet d'appartement OpenArch (voir figure 10) propose ce type d'immersion en utilisant de moyens bien simples : un détecteur, un projecteur et bien évidemment la matière numérique.

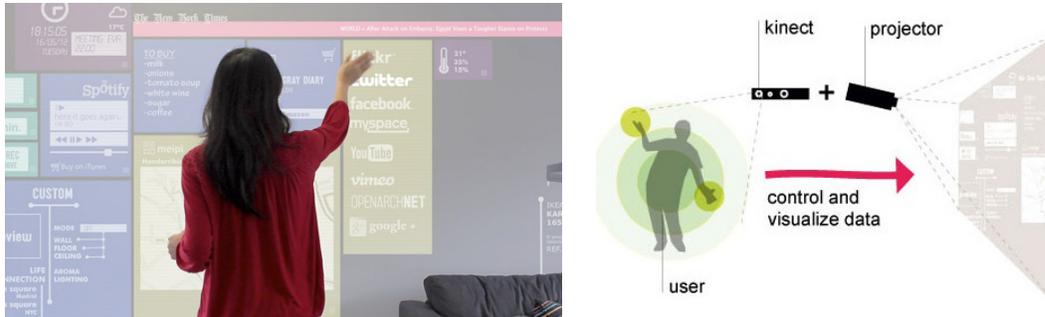


Figure 10 : Contrôle de l'interface du projet Openarch (Think Big Factory)

Au final, l'architecture devient l'interface. La matière bâtie fait office de langage avec la machine. Haw & Ratti (2012) nous expliquent le double sens de l'architecture : « Architecture at last promises to offer the cybernetic environments imagined and explored by Gordon Pask, where architecture acts as an interface and an enabling tool - a medium and a pathway rather than wall and obstacle. » (Haw & Ratti, 2012) On comprend que le projet d'architecture doit faciliter le rapport à la technologie. Vial (2013) met cependant en garde, sans être « esclaves » des interfaces, elles doivent enrichir notre expérience : « L'immersion, par elle-même, ne saurait être une fin en soi exclusive. Elle n'a d'intérêt que dans la mesure où elle enrichit notre expérience-du-monde possible. » (Vial, 2013, p. 276) C'est dans cette logique que le projet d'architecture limitera le travail de l'interface informatique, mais le considèrera comme un parcours, il en sera question dans le troisième chapitre.

2.3 Interconnexion et structure

Maintenant que nous saisissons mieux l'intérêt phénoménologique de l'intégration d'une matière numérique dans l'environnement bâti, les potentiels de cette matière par rapport au métier traditionnel de l'architecte doivent être mieux établis. La firme Gramazio & Kohler (2008) y voit la possibilité du travail de plusieurs éléments simultanément qu'on pourrait comparer parfois à une certaine standardisation à l'intérieur d'un projet de construction. D'autres regardent l'apport de l'algorithme dans l'exploration de phénomènes biologiques dans l'optique de design avec des outils comme *Grasshopper*. Chose certaine, la matière numérique apporte une interconnexion, une structure qui peut enrichir la phénoménologie spatiale.

On voyait auparavant le bâtiment du « futur » équipé d'un ordinateur central puissant (Brun & Decamps, 1988). La tendance actuelle, l'« internet of things » (IoT) suggère plutôt une indépendance des constituants. L'IoT permet aux composantes du bâtiment de prendre des décisions en fonction des échanges de données qu'elles effectuent avec les autres composantes de l'habitat (Gershenfeld, Krikorian, & Cohen, 2004). Leur connexion à la toile leur procure indépendance et plateforme d'échange de données où elles diffusent leur état et leur besoin; un réseau social pour

des objets. En utilisant le plein potentiel du partage d'information du web, les artéfacts peuvent même communiquer à l'utilisateur et vice versa; l'utilisateur peut même les contrôler à distance. Un exemple de ces composantes est l'ampoule Hue de Phillips. Cette ampoule « intelligente » permet d'échanger des données sur son état avec un pont qui connecte l'utilisateur et les autres ampoules. De cette manière, l'utilisateur, à l'aide de son téléphone et d'internet, peut programmer des contraintes physiques ou temporelles, des séquences d'allumages, etc. Ce cas isolé, représente le potentiel énorme de connexions et d'influences lorsqu'on considère l'ensemble des composantes d'un bâtiment connectées entre elles.

Cependant, il ne s'agit pas que de gérer la technique et d'implanter des composantes, mais plutôt d'élever le potentiel du bâtiment. Kennedy (2000) défend : « Far from making material reality unnecessary or virtual, the incorporation of electrical infrastructure into the material surfaces of architecture produces a heightened material presence, an ethereal and permeable corporeality that can be imagined as 'other' kind of body. » (Kennedy, 2000, p. 20) Ce nouveau « corps » n'est donc pas une question stylistique, mais bien une recherche sur la nouvelle matérialité de l'environnement bâti. IoT est un moyen pour réaliser cette recherche, mais pour l'architecte qui travaille la plastique d'un bâtiment, le concept demeure abstrait. Une piste de solution se retrouve dans le travail de la structure.

A STRUCTURE WITH A NETWORK THE STRUCTURE IS THE NETWORK

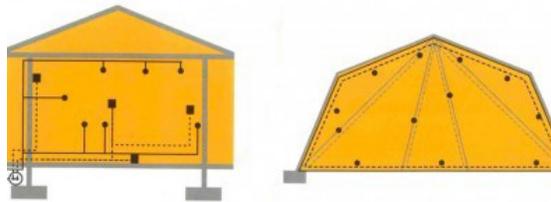


Figure 11 : Parti architectural du projet Media House (Guallart, 2004)



Figure 12 : Détail d'assemblage d'un joint structural

Le projet « Media House » du consortium IAAC & MIT explore cette piste structurale en y intégrant la notion d'interdépendance des composantes (Guallart, 2004). Bien que le caractère éphémère et expérimental du projet s'applique moins au contexte du projet, un des principes de base consiste en la mise en commun des structures physiques et numériques. C'est le principe de la structure comme réseau (voir figure 11). La matérialisation de la Media House s'est faite par des cadres structuraux (voir figure 12) dans lesquels on insère un rail pour y loger des composantes et pour échanger de l'information. Le rail avait la capacité de transmettre le flux de données d'appareil en appareil. L'architecture devient maintenant, comme le suggèrent Haw & Ratti (2012), l'*Internet of Spaces*. Les bâtiments, selon eux, ne ressemblent plus seulement à des organismes. Ils performent plutôt comme des engins biologiques. Nous comprenons que la matière numérique peut jouer un rôle significatif dans un bâtiment, et ce en considérant son potentiel d'intégration à la structure.

2.4 Fabrication numérique

Outre la structure, le procédé en soi est important. Plusieurs outils de conversion numérique-réel existent aujourd'hui. Il sera question dans cette section du rapport entre l'algorithme et la phénoménologie. Pour ce faire, nous regarderons comment l'algorithme a stimulé la recherche sur la nature. Ensuite, comment la transposition de ces recherches a mené à robotiser le processus pour apporter une précision dans la construction. Au final, le concept d'habitat transformable sera abordé pour le lier au caractère flexible du projet développé au chapitre 3.

Les outils de calcul algorithmique appliqué au design comme Grasshopper sont bien compris des architectes aujourd'hui. Leur capacité à répéter des éléments selon un patron choisi et d'en explorer le plein potentiel formel est exploitée par beaucoup de projets. Gramazio & Kohler (Gramazio & Kohler, 2008) ont saisi cette opportunité : « In the digital age, our concept of serial repetition which was the product of industrialization, is being transformed much in the same way as the opposing romantic conception of the « nature » uniqueness of craftsmanship. » (Gramazio & Kohler, 2008, p. 10) Il est intéressant de comparer cette vision avec celle d'Alvar Aalto 70 ans plutôt lors d'une conférence à Oslo : « le meilleur "comité de standardisation" du monde était la nature elle-même. » (Aalto, 1970, p. 47) Ce regard biomimétique est très souvent exploité par le numérique. On cherche constamment des mathématiques derrière les phénomènes naturels, le nombre d'or étant un exemple historique et très populaire.



Figure 13 : Vignoble Daniel Gantenbein, par Bearth & Deplazes Architekten en 2006

Bien que l'on connaisse la possibilité d'agrémenter l'aspect des matériaux par des processus dictés par le numérique (sérigraphie, gravure, impression, moulage, thermoformage, etc.) d'autres aspects intéressants de cette capacité de reproductibilité sont utilisés lors du transfert vers le bâti. Il n'est pas rare de parler de préfabrication, et encore moins surprenant que ce soit des robots qu'ils le fassent. Nous n'avons qu'à regarder l'industrie automobile. Que serait l'industrie de la construction aujourd'hui si Henry Ford était architecte? Un bâtiment emblématique de ce potentiel est le vignoble Daniel Gantenbein en Suisse par les firmes Gramazio & Kohler et Bearth & Deplazes Architekten (voir figure 13). Le robot dispose les briques et forme un motif de vignes sur le parement par le décalage calculé de chacune des pièces (voir figure 14). De manière semblable, Gramazio & Kohler, avec l'aide d'une unité mobile, ont pu (faire) construire un mur articulé de briques de 22 mètres de long à New York. Cette même firme a aussi profité de l'engouement par rapport aux drones pour en faire aussi des maçons (voir figure 15). Ainsi, on comprend un champ possible de la matérialité numérique dans le domaine du bâtiment, soit la construction algorithmique.



Figure 14 : Robot fabricant le mur de brique du vignoble
(Gramazio & Kohler, 2006)



Figure 15 : Drone / maçon (Gramazio & Kohler, 2012)

Une nouvelle phénoménologie basée sur la matière numérique pourrait créer de nouveaux liens avec le bâtiment. Bier & Knight (2010, p. 4) définissent ces nouvelles relations « émotives » à l'environnement bâti qui, dans un habitat numérique, produirait des espaces flexibles et (re)configurables. Ces nouvelles relations s'expliquent par l'attachement envers l'habitat qui, comme un être vivant, répond à plusieurs besoins. En architecture, certains théoriciens comme Bier & Knight (2010) ou même Picon & Ratti (2013) projettent des bâtiments vivants, numériquement articulés : « The resulting behaviours of this 'swarm' of digitally-driven devices can allow for a flexible and dynamic range of shapes and geometries within a building, even changes in materials or sensory behaviours, within varying time frames. » (Bier & Knight, 2010, p. 1) Cela permet l'exploration d'habitats transformables que pourrait profiter un fab lab, par sa nature robotique et flexible.

Nous avons vu l'importance de considérer la matière pour la définition d'une nouvelle phénoménologie de l'espace. La recherche de ces nouvelles ambiances peut engager une communauté dans un processus créatif et innovateur. Les potentiels de la matière numérique n'ont pas nécessairement l'obligation de mettre en scène des processus complexes. L'important c'est le rapport à la machine, l'interface, qui permet tantôt l'immersion, tantôt l'évocation. Le projet devra manipuler cette matière pour en définir un symbole signifiant pour la communauté.

3 Fabrique & clique; centre de conception et fabrication numérique à Saint-Roch

Ce chapitre traite spécifiquement de la portion projet. Il assemble les concepts discutés dans les chapitres précédents. Le projet Fabrique & Clique s'implante dans la dynamique d'un quartier numérique. C'est l'opposition et la complémentarité entre le « fabrique », symbolisé par la brique, un emblème de construction, et le « clique », l'interface qui active l'espace numérique. Ce lieu de rassemblement ouvert et public permet la fabrication numérique à grande échelle, l'exposition des projets, mais aussi du procédé de conception et de construction. À titre de rappel, le projet tente de répondre à la question : comment l'architecture peut matérialiser l'espace de production numérique et ainsi stimulé un retour à la matérialité? Dans un premier temps, le projet tente une réponse formelle liée à la signification volumétrique du « fabrique » et du « clique ». Cela aura comme effet de produire un espace hybride au centre, mais aussi unificateur. Ensuite, le projet matérialise l'espace de production numérique selon quatre thèmes qui définissent le caractère du programme architectural. À titre de rappel, ces sujets (l'identité, le parcours, la fabrication et la structure) ont été abordés dans les deux chapitres précédents. Les schémas ci-dessous (voir figure 16) démontrent bien la contribution de l'espace central avec chacun de ces thèmes.

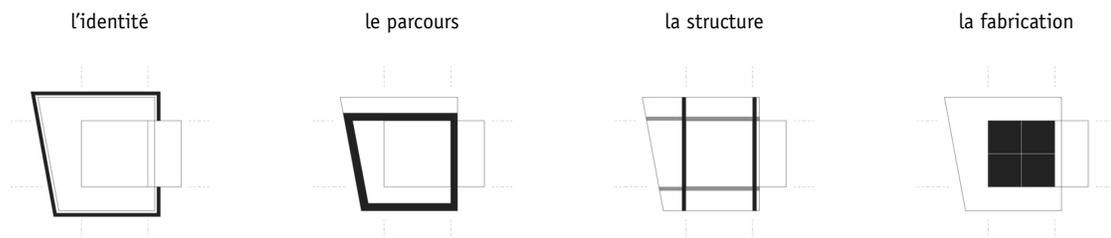


Figure 16 : Schéma des enjeux du projet

3.1 Élaboration formelle

Afin de formaliser le projet, un travail volumétrique a été réalisé. En utilisant le bois pour représenter la matière, et en employant un matériel translucide pour y représenter les flux numériques, il a été possible de créer des itérations volumétriques. Ces itérations (voir figure 17) ont permis de réaliser l'importance de la proximité relative de ces deux oppositions.

FABRIQUE & CLIQUE

Centre de conception et de fabrication numérique à Saint-Roch

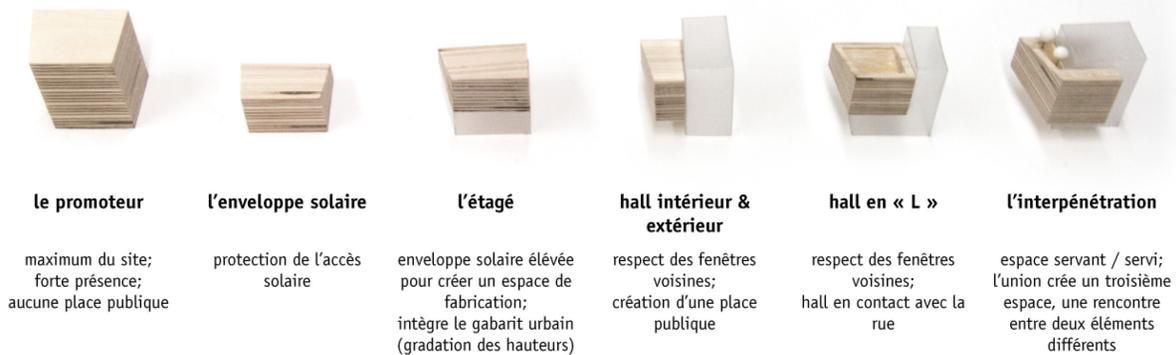


Figure 17 : Élaboration formelle

Dans un premier temps, la simple extrusion de la matière a démontré la pauvreté d'une approche purement rentabilisée en fonction du cadre réglementaire. « Le promoteur » est cette option ne tenant compte que d'une seule possibilité et qui la copie colle sur tous ses niveaux. C'est la superficie restreinte du site qui oblige une approche très verticale du programme. La réglementation municipale (ville de Québec — grille de zonage 12031) autorise des bâtiments de 15 à 33 mètres de haut ce qui est amplement suffisant pour satisfaire le programme préliminaire (voir Annexe III), soit un équivalent de 5 à 11 étages. À ce stade du projet, le programme est réparti sur l'équivalent de 9 niveaux, soit la même hauteur que son voisin immédiat et 1 étage de moins que l'édifice Beenox en avant (voir figure 18). Lors de la critique intermédiaire, cette envergure de bâtiment a été remise en question. Le rapport de hauteur avec l'îlot voisin semblait trop brusque. Cependant, une vision à plus long terme permet de considérer une certaine densification. Il a été proposé dans le premier chapitre d'y construire un bâtiment pour l'école de design.

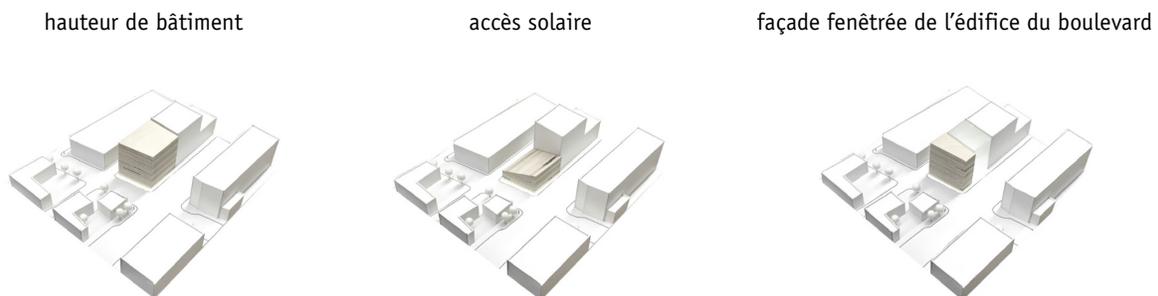


Figure 18 : Principales configurations en fonction de leur rapport au voisinage

Afin d'améliorer la proposition précédente, une étude de l'enveloppe solaire a permis de considérer l'ensemble du voisinage (voir figure 18). L'enveloppe solaire est le volume maximal constructible pour respecter l'accès solaire des bâtiments voisins (DeKay & Brown, 2014). Bien que le volume final évite de faire de l'ombre aux voisins au nord, soit principalement le théâtre de la Bordée, ce dernier n'a nullement besoin d'accès à la lumière naturelle puisqu'il s'agit de la cage de scène, donc une façade aveugle, sans fenêtre. Ce geste de la toiture a toutefois été

maintenu pour d'autres raisons dans cette évolution formelle. D'une part, il effectue une gradation des hauteurs entre la rue St-Joseph (+/- 4 étages) jusqu'au boulevard Charest (+/- 9 étages).

Par la suite, l'enveloppe solaire a été surélevée pour y accueillir un bloc translucide, formant la proposition nommée « l'étagé ». Ce bloc accueille le travail des flux numériques en y implantant un fab lab. Cette proposition propose une connexion avec l'espace public et permet d'exposer son activité. Cependant, l'indépendance des deux programmes, la superficie restreinte et le manque de hauteur pour ce lieu en pleine densification exigent une nouvelle itération.

Par une rotation à 90° de la relation entre les deux volumes, « le hall intérieur et extérieur » permet principalement le respect de la façade fenestrée de l'édifice du boulevard, le voisin immédiat en y créant un silence (voir figure 18). Cette itération propose un espace public protégé sous le bloc de bois. Il suggère aussi une verticalité des deux programmes. Cependant, l'espace constructible est beaucoup plus restreint.

La prochaine étape a été la fusion des deux dernières options. Le « hall en L » propose la création d'un volume suspendu. Ainsi, on conserve le silence avec l'édifice du boulevard. On protège aussi l'espace public en dessous du volume pour l'utiliser comme place de diffusion en libre accès. Cependant, on sent encore très fortement l'indépendance des deux programmes.

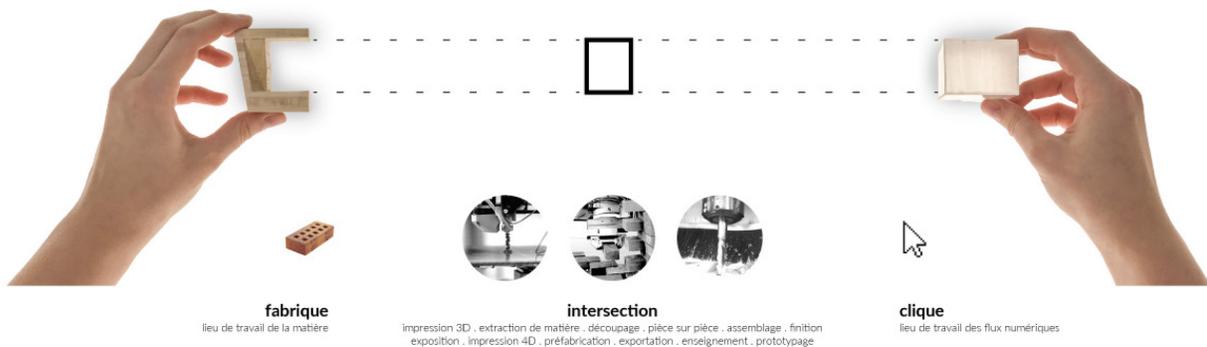


Figure 19 : Formation d'un puits de fabrication numérique à grande échelle

La dernière itération est constituée de l'interpénétration des deux volumes pour y créer un troisième lieu (voir

figure 19). Ce lieu central issu de l'union s'inspire des deux esprits de chacun des volumes (le fabrique & le clique). Un puits de fabrication où un fab lab à grande échelle prendra vie. On y fait quoi dans ce puits, on y imprime en 3D, on extrait de la matière, on découpe, on assemble pièce sur pièce, on effectue de la finition, on expose, etc. Cette évolution formelle a permis d'obtenir une sensibilité du contexte avoisinant. De plus, le rapport entre les espaces ayant formé le puits de fabrication propose une symbolique forte du programme ce qui a plu aux critiques. Le fonctionnement du puits sera développé dans la suite du chapitre en lien avec les thèmes discutés plutôt.



Figure 24 : Rendus (photographique et informatique) de l'enveloppe

Ce codage est créé par de la peinture et un pochoir sur la face intérieure de la lamelle. Sur un rail accroché à la structure du mur extérieur, elles sont alignées pour former ce code continu qui enveloppe le bâtiment. L'ensemble du code représente le *Altair Basic*, soit un des premiers langages de programmation micro-informatique qui a été vendu aux particuliers et qui était facile d'approche.

En procédant de cette manière, on crée un parallèle très près entre l'enveloppe et le procédé du projet. On encode dans la matière un langage de programmation. Cette approche semble avoir été appréciée de l'ensemble des critiques.

3.3 Parcours au rythme de l'idéation

Initialement absent lors de la présentation intermédiaire, un parcours à l'image d'un écomusée avait été proposé par le jury puisque seule une place publique permettait la diffusion du produit. Dans l'optique de s'ouvrir à la communauté, le parcours améliore la diffusion de l'ensemble du procédé et peut même y accueillir des visiteurs.

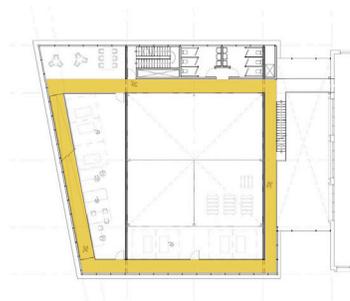
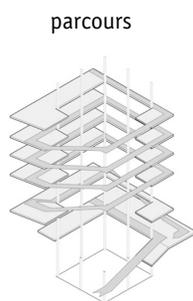


Figure 25 : Plan du niveau +3

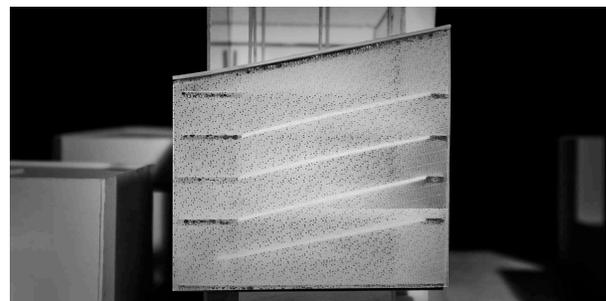


Figure 26 : Agrandi de la maquette

Dans le projet final, ce parcours se déploie du haut du bâtiment vers le bas. En adéquation avec le processus d'idéation proposé (voir chapitre 1), il se conjugue aussi par son rapport relatif au puits. Il est soit adjacent au puits, soit en retrait. De cette manière, il diversifie les ambiances et l'accès au puits est libre pour les activités du bâtiment lorsque nécessaire, mais résous du même coup les problèmes de sécurité liés aux activités industrielles. Bien que le trajet libre des visiteurs doit se trouver en retrait, il doit aussi être près de (dans) l'action. Ce même défi se retrouve

dans l'ambassade des Pays-Bas à Berlin (voir figure 27) conçue par Office for Metropolitan Architecture (OMA). Dans leur cas, la sécurité et le contrôle étaient des enjeux importants. Malgré tout, l'ambassade offre un parcours libre d'accès de 200 mètres linéaire au travers des huit étages. En supplément, ce parcours organise le bâtiment, mais principalement, se conjugue avec le sentiment de sécurité et de stabilité nécessaire pour une ambassade.



Figure 27 : Parcours dans l'ambassade des Pays-Bas à Berlin (OMA)

Dans le projet, une rampe continue se déploie sur la façade et parcourt les différents étages. Elle permet d'assister simultanément à deux étapes de fabrication (deux étages différents) en plus de voir la structure du bâtiment dans deux orientations opposées (voir section suivante). De plus, la rampe reprend l'inclinaison du monolithe (voir figure 26) et s'intègre à la façade du bâtiment. Au final, les critiques ont été convaincus de cette proposition et croient que la déambulation dans le bâtiment sera captivante et diversifiée.

3.4 Structure du bâtiment orientant les activités

Deux systèmes structuraux ont d'abord été analysés pour le projet (voir figure 28). Ils sont tous les deux basés sur l'idée que la structure du bâtiment doit affirmer le puits central de fabrication. Cette structure doit permettre l'organisation des pièces pour faciliter la créativité (voir chapitre 1), mais aussi proposer une interconnexion des composantes virtuelles du bâtiment (voir chapitre 2).



Figure 28 : Deux scénarios structuraux

Le premier scénario structural utilise une série de poteaux contreventés faisant toute la hauteur du bâtiment et sur lesquels s'accrochent des poutres qui structurent les planchers. Cette trame est conventionnelle et pourrait convenir à l'usage. Cependant, bien que la multiplicité d'éléments verticaux pouvait bien répondre aux exigences d'interconnexion immatérielle, le puits devenait très carcéral. Une meilleure solution devait s'imposer.

Le second scénario reprend le principe des poutres Vierendeel. Il propose des poutres composées de panneaux de CLT (bois lamellé-croisé) qui font la hauteur totale de l'étage qu'elles structurent. À chaque étage, deux grandes poutres parallèles sont disposées de chaque côté du puits et se prolongent jusqu'au mur extérieur. Le sens du parallélisme est changé à chaque niveau. De cette manière, les planchers sont structurés deux par deux et l'ensemble est stable et contreventé sans avoir recours à d'autres sous-systèmes.

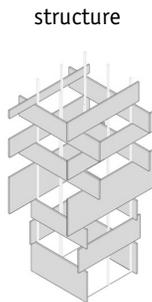


Figure 29 : Vue du puits



Figure 30 : Structure de la maquette

Ce dernier système structural a été retenu pour sa capacité à affirmer au meilleur le puits (voir figure 29). Il établit un contraste d'un étage à l'autre affirmant un caractère à chaque étage selon l'orientation au puits (voir figure 30). On peut facilement imaginer que cette structure soit utilisée comme catalyseur d'échange tel que suggéré précédemment par Fruchter & Bosch-Sijtsema (2010). De plus, il abrite les composantes permettant au puits de prendre vie, tel que suggéré par Guallart (2004).

3.5 Fabrication d'un puits de construction à grande échelle

Dans la logique des espaces servants et des espaces servis, le puits (espace servi) dessert les huit niveaux (espaces servants) du bâtiment (voir figure 31). Ces huit étapes sont structurées selon un processus vertical d'idéation comme élaboré au premier chapitre.

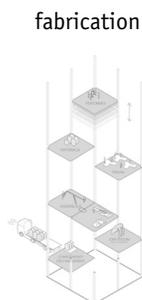


Figure 31 : Coupe du puits de fabrication

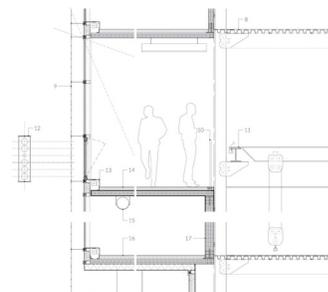


Figure 32 : Détail d'assemblage

Divisé en quarts, le puits permet la circulation de douze plateformes élévatrices, soit trois par quartier. Elles parcourent les strates du bâtiment pour alimenter le processus d'idéation. Le puits va se teinter en fonction de la strate desservie puisque les plateformes permettent d'alimenter les besoins spécifiques de chaque niveau. Parmi ces besoins, il est possible de : transporter du matériel du quai de déchargement jusqu'au procédé, permettre le

travail des ouvriers et des MOCN, assembler des modules préfabriqués à l'aide d'un pont roulant, être utilisé comme espace de travail bureautique, exposer des projets terminés et des prototypes, mais aussi bien d'autres possibilités.

Considérant que les plateaux sont montés sur des rails, il est possible de réutiliser ces rails pour y insérer un pont roulant qui sera utilisé comme outils de fabrication numérique. Le puits se transforme tantôt en imprimante 3D géante, tantôt comme robot assembleur. En fait, les outils utilisent généralement 3 axes (X,Y et Z) pour bouger. Ainsi, en utilisant un pont roulant, on peut modifier l'extrémité pour y loger par exemple une tête d'impression 3D, un forain pour extraire de la matière ou un robot qui effectue de l'assemblage (voir figure 33).



Figure 33 : Flexibilité du pont roulant

Bien que l'intégration du noyau de fabrication numérique ait trouvé consensus, les critiques ont remis en question l'aspect trop flexible du puits. À leur avis, une solution plus robuste, comprenant moins de plateformes ou même une seule, semblait à leur avis suffisant. Malgré tout, la base du système est cohérente avec le besoin industriel du bâtiment.

Conclusion

L'essai (projet) répond à la question : les nouveaux espaces de production numérique peuvent-ils susciter un retour à la matérialité? Le projet Fabrique & clique a démontré la richesse architecturale que ces espaces de productions apportent à l'environnement bâti. En se développant autour de quatre axes, soit la structure, l'identité, le parcours et la fabrication, le projet répond aux exigences matérielles et immatérielles développées dans les deux premiers chapitres.

Les espaces de cotravail de plus en plus populaire auprès des travailleurs autonomes démontrent tout leur intérêt. Ces travailleurs, parfois isolés devant un écran à entretenir des contacts exclusivement numériques, peuvent retourner vers des lieux communs de travail et stimuler la vie urbaine. L'architecture du programme proposé répond à ces demandes en fournissant et incitant, entre autres par une structure d'échange, ce genre de relation interpersonnelle génératrice de créativité.

Bien entendu, la définition de la matière numérique a permis de la considérer comme une réalité quotidienne. L'architecture est constamment prise entre l'innovation technologique et des fondements puristes. La matérialité numérique peut donner une nouvelle phénoménologie aux matériaux « traditionnels ». L'espace architectural devient une interface avec cette matière numérique et permet un retour à l'environnement bâti. De cette manière, on provoque un ré-intéressement des espaces architecturaux et urbains qui forment nos villes.

Le quartier Saint-Roch de Québec a été ciblé pour l'implantation du projet par son caractère très branché, caractérisé par l'industrie du jeu vidéo. En investissant un site délaissé et spéculatif, le projet devient maintenant un centre d'intérêt pour les professionnels du domaine technologique le tout dans un contexte universitaire. La mixité de travailleurs facilite l'interdisciplinarité et enrichit le produit. La présence du fab lab et son exposition pourront démontrer publiquement l'intérêt de considérer la fabrication numérique.

Au final, le projet démontre l'importance de la matière numérique dans la planification d'espaces architecturaux en enrichissant le programme du bâtiment.

Bibliographie

- Aalto, A. (1970). Influence de la construction et des matériaux sur l'architecture moderne. Dans I. p. Zurich, *Birkhäuser* (pp. 46-48). Basel: Birkhäuser.
- Archdaily. (2014). *Nagatino 2.0 Coworking Center / Ruslan Aydarov Architecture Studio*. Récupéré sur Archdaily: <http://www.archdaily.com/?p=492456>
- Audette-Chapdelaine, V. (2011). Espaces émergents, nouvelles pratiques et bibliothèques publiques. *Conférence-midi de l'école de bibliothéconomie et des sciences de l'information*. Montréal: Université de Montréal.
- Augusto, J., & Nugent, C. (2006). *Designing Smart Homes: The Role of Artificial Intelligence*. Berlin: Springer-Verlag.
- Becker, F. D. (2004). *Offices at work : uncommon workspace strategies that add value and improve performance*. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
- Beillan, V. (1994). Innovation technologique et pratiques domestiques: analyse d'une expérience domotique. Dans A. Degenne, & E. Preteceille, *Sociétés contemporaines* (pp. 91-102). Paris: L'Harmattan.
- Bell, J., & Godwin, S. (2000). *The Transformable house*. Academy Press.
- Bentley, I., & al., e. (1985). *Responsive environments : a manual for designers*. London: Architectural Press.
- Bier, H., & Knight, T. (2010). Digitally-driven architecture. *Footprint*(6), pp. 1-4.
- Bratton, B. H. (2009, Juillet-Août). iPhone city. *Architectural design*, 79(4), pp. 90-97.
- Brun, P., & Decamps, E.-A. (1988). *La domotique*. Paris: Presses universitaires de France.
- Castells, M. (2004). Space of Flows, Space of Places: Material for a Theory of Urbanism in the Information Age. Dans S. Graham, *The Cybercities Reader* (pp. 82-93). London ; New York: Routledge.
- Centre for Social Innovation. (2010a). *Emergence: The Story of The Centre for Social Innovation*. Toronto. Récupéré sur <http://socialinnovation.ca/sssi>
- Centre for Social Innovation. (2010b). *Rigour: How-To Create World-Changing Spaces*. Toronto. Récupéré sur <http://socialinnovation.ca/sssi>
- Centre for Social Innovation. (2010c). *Proof: How Shared Spaces are Changing the World*. Toronto. Récupéré sur <http://socialinnovation.ca/sssi>
- Cheng, K., Li, J., & Müller-Tomfelde, C. (2012). Supporting interaction and collaboration on large displays using tablet devices. Dans ACM, *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces* (pp. 774-775). New-York: ACM.
- Cline, E. F., & Keaton, B. (Réalisateur). (1922). *The Electric House* [Film].
- Cooper, R., & Haines, R. (2008). The Influence of workspace awareness on group intellectual decision effectiveness. *European Journal of Information Systems*, 17, pp. 631-648.
- Croci, V. (2010, Mai-Juin). Relational Interactive Architecture. *Architectural design*, 80(3), pp. 122-125.
- Davies, A., & Tollervey, K. (2013). *The style of coworking : contemporary shared workspaces*. Munich: Prestel Verlag.
- de Manincor, J., & Kaji-O'Grady, S. (2013). Making matter and meaning. *Architecture Australia*, 102(3), pp. 19-22.
- DeKay, M., & Brown, G. Z. (2014). *Sun, wind & light: architectural design strategies* (éd. 3e). Hoboken: Wiley.
- Deskmag. (2012). 2nd Annual Global Coworking Survey. Berlin.

- Deskmag. (2014). *The History of Coworking*. Récupéré sur Deskmag: <http://www.tiki-toki.com/timeline/entry/156192/The-History-Of-Coworking-Presented-By-Deskmag>
- Fairley, P. (2014, Avril). Converging networks: as building-control apps go mainstream, home-automation providers explore wireless options. *Architectural record*, 202(4), p. 49.
- Fortmeyer, R. (2010, Mars). Control freaks. *Architectural record*, 198(3), pp. 102-111.
- Fruchter, R., & Bosch-Sijtsema, P. (2010). The WALL: participatory design workspace in support. *AI & Society*, 26(3), pp. 221-23.
- Gerl, E. (2004). *Bricks & Mortar : renovating or building a business incubation facility*. Athens, Ohio: National Business Incubation Association.
- Gershenfeld, N., Krikorian, R., & Cohen, D. (2004). Internet 0: Interdevice Internetworking. Dans V. Guallart, *Media House Projet* (pp. 20-29). Barcelona: IAAC.
- Girardin, P. (1991). *La domotique dans l'habitat Québécois: étude prospective*. Québec: Société d'habitation du Québec.
- Girardin, P. (1994). *La domotique*. Québec: Société d'habitation du Québec.
- Gramazio & Kohler. (2008). *Digital materiality in architecture*. Baden: Lars Müller.
- Guallart, V. (2004). *Media house project*. Barcelona: IAAC.
- Harrington, P. (2014, Janvier-Février). Home, Smart Home: can nest, and a generation of app-controlled devices, connect every home in the neighbourhood to the smart grid? *Azure*, 30(229), pp. 84-85.
- Haw, A., & Ratti, C. (2012). Living bits and bricks. *Architectural Review*, 231(1383), pp. 88-93.
- Heilweil, M. (1973, Décembre). The Influence of Dormitory Architecture on Resident Behavior. *Environment and Behavior*, 5(4), pp. 377-412.
- Kennedy, S. (2000). Material presence: The return of the real. (15, Éd.) *a+t*, pp. 18-31.
- Kronenburg, R. (2007). *Flexible: Architecture that responds to change*. Laurence King.
- Kwok, A. G., & Grondzik, W. (2011). *The Green studio handbook: Environmental strategies for schematic design*. Oxford : Architectural Press.
- Lalkaka, R. (2006). *Technology business incubation : a toolkit on innovation in engineering, science and technology*. Paris : UNESCO Pub.
- Larson, K. (2000, Octobre). The home of the future 1. *A & U: architecture & urbanism*, 361(10), pp. 60-67.
- Larson, K. (2012, Juin). *Brilliant designs to fit more people in every city*. Consulté le 1 octobre, 2014, sur TED: http://www.ted.com/talks/kent_larson_brilliant_designs_to_fit_more_people_in_every_city
- Larson, K., Intille, S., McLeish, T., Beaudin, J., & Williams, R. (2004, Juin 15). *Open source building: Reinventing places of living*. Récupéré sur MIT Media Lab: http://web.media.mit.edu/~kll/A_BT%20Journal%20draft%20July25-2004.pdf
- Lin, H.-T. (2013, Juillet). Implementing Smart Homes with Open Source Solutions. *International Journal of Smart Home*, 7(4), pp. 289-295.
- Maltby, E. (2012, 21 mai). running the show; My Space Is Our Space; Entrepreneurs look to share offices--even as they get bigger. *Wall Street Journal*.
- Mäyrä, F., & Vadén, T. (2004). Ethics of Living Technology: Design Principles for Proactive Home Environments. *Human IT*, 7(2), pp. 171-196.
- Meachem, J. (2004). *Googleplex: A new campus community*. Récupéré sur Clive Wilkinson architects: http://www.clivewilkinson.com/pdfs/CWACaseStudy_GoogleplexANewCampusCommunity.pdf
- Moran, R. (1993). *The electronic home : social and spatial aspects : a scoping report*. Dublin, Ireland: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.

- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation*. New-York: Oxford University Press.
- Nozick, J. (1988). *La maison intelligente*. Paris: Éditions du Moniteur.
- Picon, A., & Ratti, C. (2013, Septembre-Octobre). Architecture vivante: des bâtiments aux usagers. *Architecture d'aujourd'hui*(397), pp. 72-75.
- Potvin, A., & Demers, C. (2014). *Séminaire de recherche-création en architecture*. Université Laval.
- Ratti, C. (2011, Mars). *Architecture that senses and responds*. Consulté le 2 novembre 2014, sur TED: http://www.ted.com/talks/carlo_ratti_architecture_that_senses_and_responds
- Ratti, C. (2014). 5 minutes avec... Carlo Ratti. *La passion de l'innovation*. (C. Moreno, Intervieweur)
- Rubinstein, M. (1993). *L'impact de la domotique sur les fonctions urbaines:  tude européenne*. Shankill, Irlande: Fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail.
- Ruble, J., & Chen, J. (2013). Housing. Dans D. J. Neuman, *Building type basics for college and university facilities* (pp. 219-257). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Ruiz-Geli, E. (2004). Headline. Dans V. Guallart, *Media house project* (pp. 38-39). Baelona: IAAC.
- Ruuska, A., & Häkkinen, T. (2014). Material efficiency of building construction. *Buildings: an open access journal for the built environment*, 4(3), pp. 266-294.
- Sang esa, R. (2004). Intelligent space. Dans V. Guallart, *Media house project* (pp. 92-94). Baelona: IAAC.
- Santamaria, A., De Rango, F., Falbo, D., & Barletta, D. (2014). *SmartHome: a domotic framework based on smart sensing and actuator network to reduce energy wastes*. Rende, Italia: Université della Calabria. doi:10.1117/12.2053328
- Serra, A. (2001). The Knowledge House. Dans V. Guallart, *Media house project* (pp. 32-35). Barcelona: IAAC.
- Soronen, A. (2005). Domestic technologies of the future. Dans A. Sloane, *Home-oriented informatics and telematics* (pp. 51-62). York: Springer.
- Statistiques Canada. (2006). Population active exp rimente e âgée de 15 ans et plus selon les catégories de travailleurs, selon le sexe, régions métropolitaines de recensement, Recensement de 2006. Récupéré sur <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l02/cst01/labr85b-fra.htm>
- Stumpf, C. (2013). *Creativity & Space: The Power of Ba in Coworking Spaces*. Friedrichshafen: Zeppelin Universität.
- Tati, J. (Réalisateur). (1958). *Mon oncle* [Film].
- Underwriters' Survey Bureau. (1915). Insurance plan of the city of Quebec, Canada. Montréal: Chas. E. Goad, civil engineer.
- Valins, S., & Baum, A. (1973, Décembre). Residential Group Size, Social Interaction, and Crowding. *Environment and Behavior*, 5(4), pp. 421-439.
- Vial, S. (2013). *L'être et l'écran : comment le numérique change la perception*. Paris: Presses universitaires de France.
- Wallace, J., Scott, S., Lai, E., & Jajalla, D. (2011). Investigating the Role of a Large, Shared Display in Multi-Display Environments. *Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing*, 20(6), pp. 529-561.
- Zumthor, P. (2006). *Atmospheres : architectural environments, surrounding objects*. Basel ; Boston: Birkhäuser.

Annexes

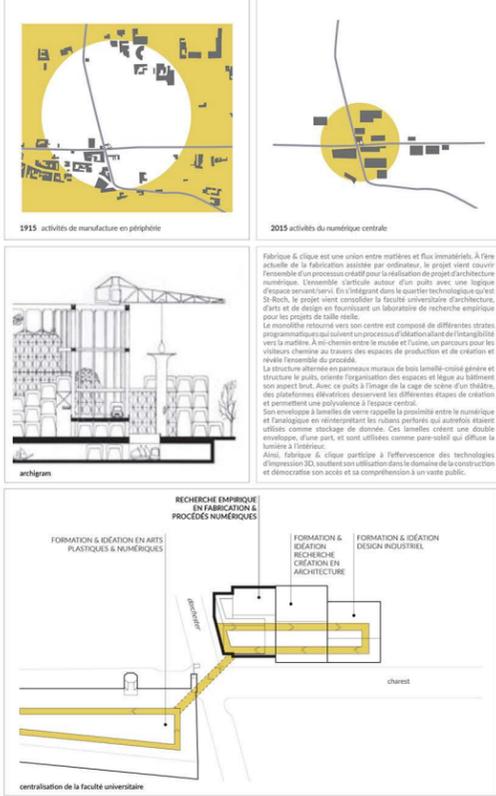
Annexe I	Planches de la présentation finale	31
Annexe II	Planches de la présentation intermédiaire	33
Annexe III	Programme préliminaire	35
Annexe IV	Comparaison d'espaces de cotravail	36

Annexe I Planches de la présentation finale



fabrique & clique
centre de conception & de fabrication numérique à St-Roch

coin charest / dorchester

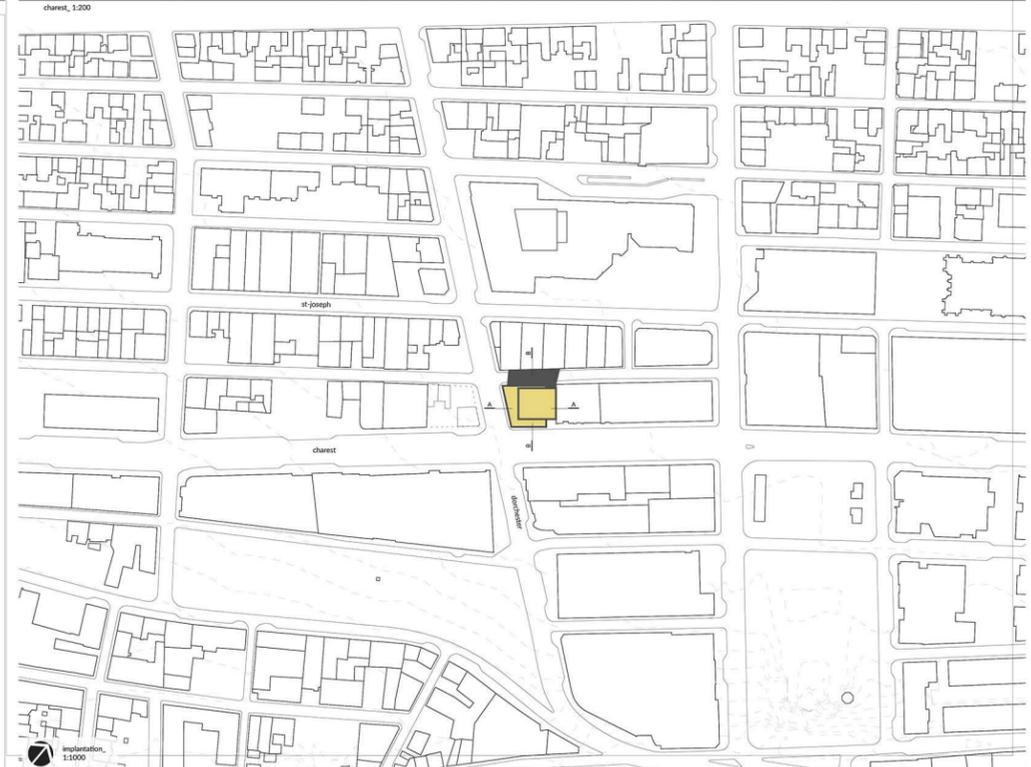
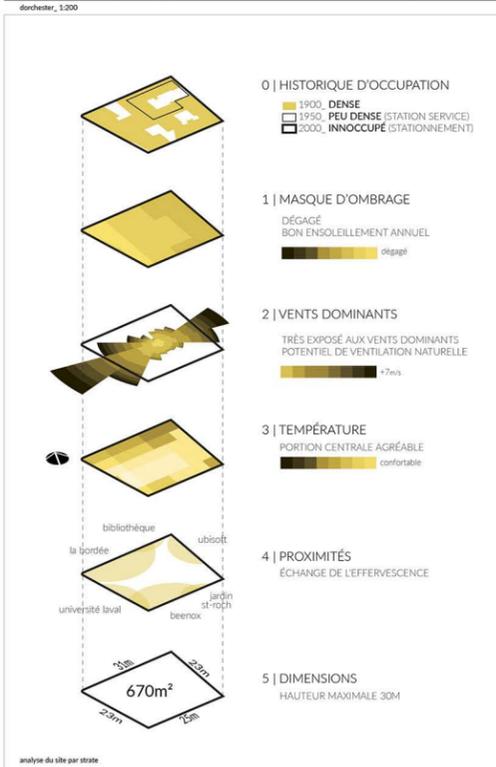
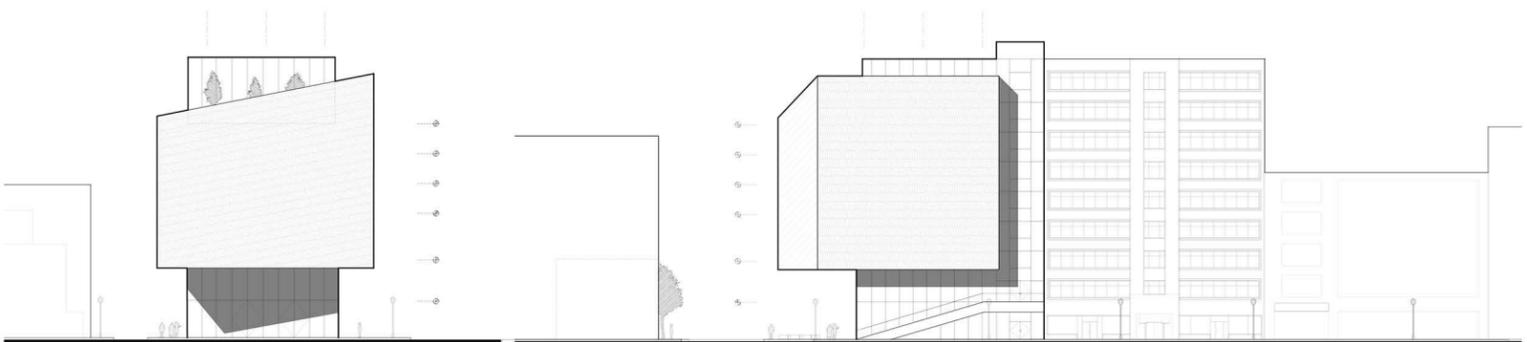
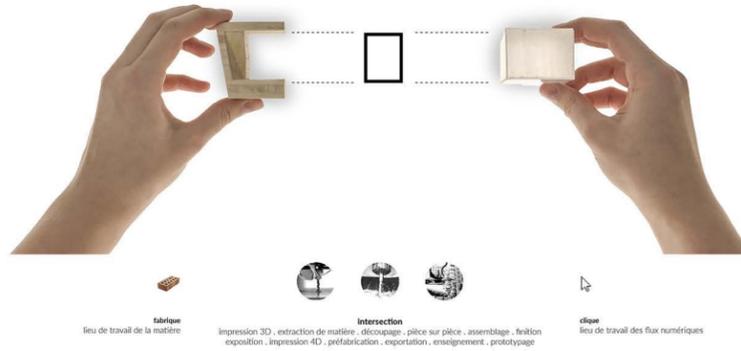


mission
créer un lieu de rencontre entre la fabrication numérique et le travail de la matière

évolution formelle



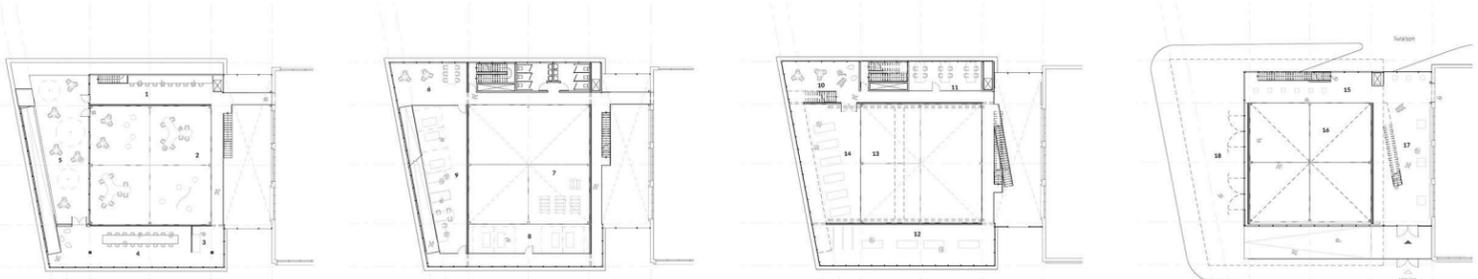
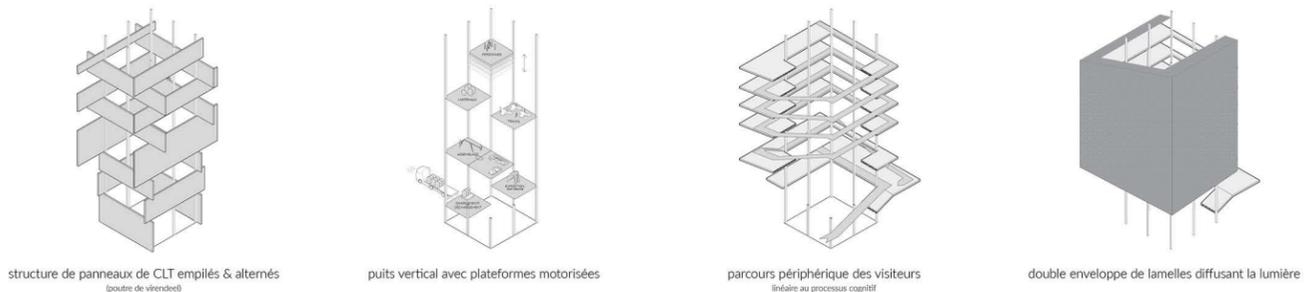
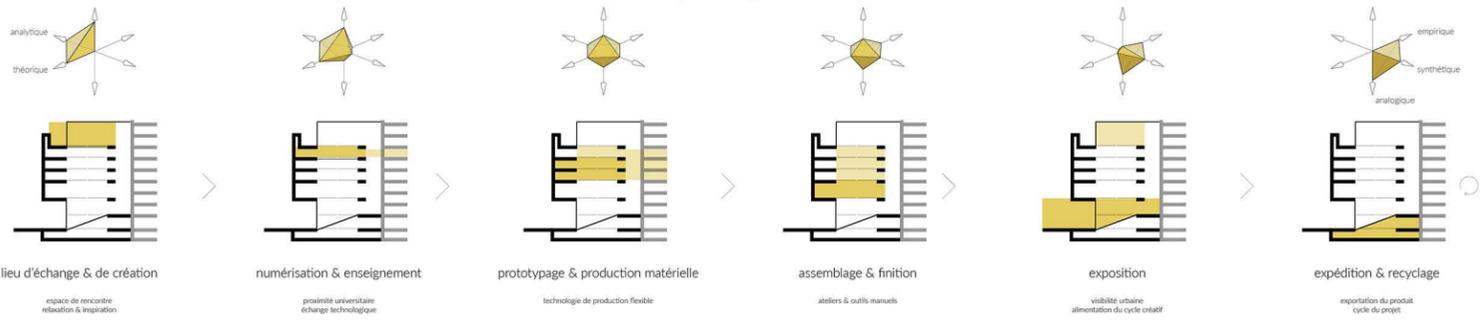
génése d'un puits de fabrication





A_coupe longitudinale

processus cognitif



+6

1 coursive de travail individuel
2 puits d'échange et d'isolation

3 cuisinette
4 zone de travail

5 terrasse

+3

6 rencontre d'équipe
7 entreposage matériaux

8 impression 3D prototype
9 atelier d'extraction CNC

+2

10 rencontre d'équipe
11 local de réunion

12 atelier de menuiserie
13 fabrication grande échelle

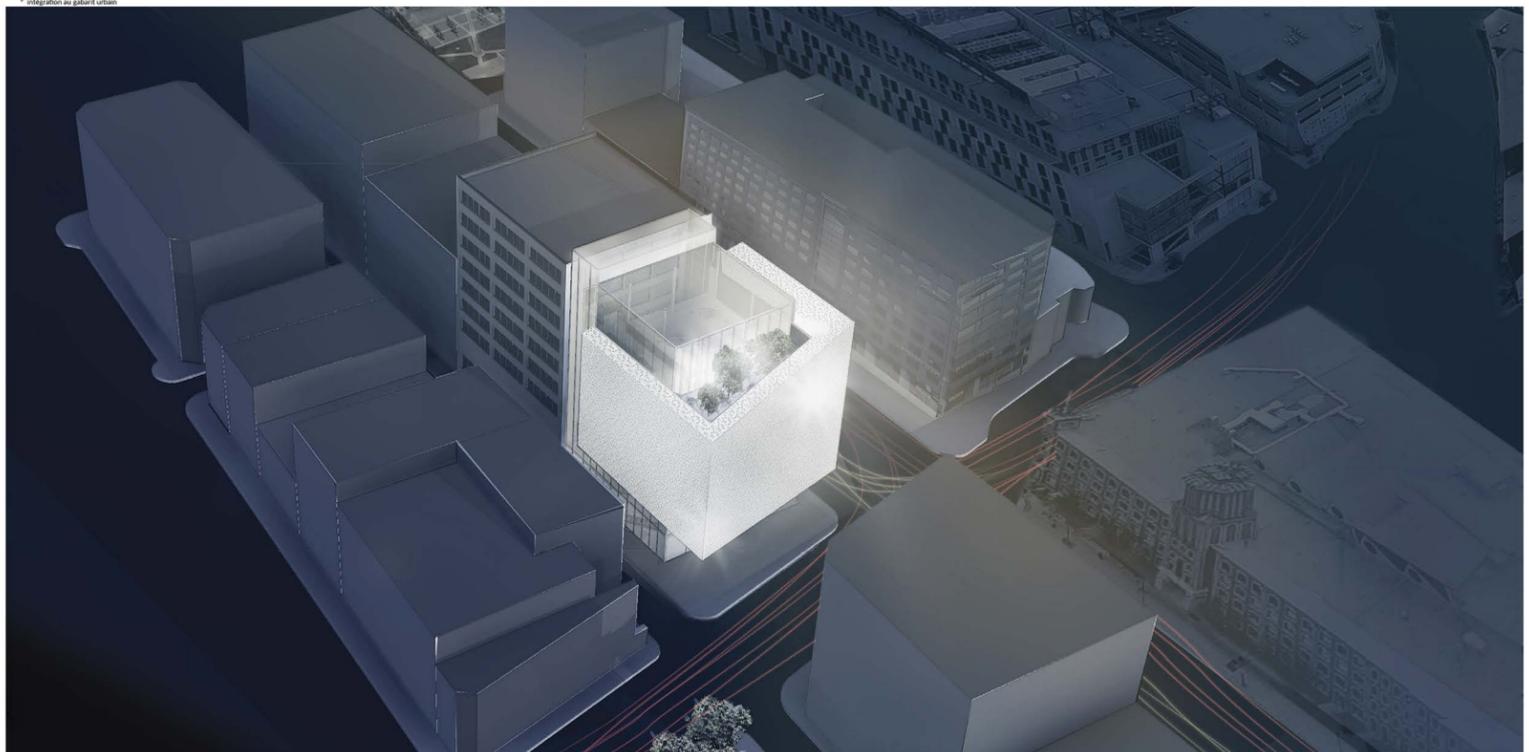
14 atelier d'assemblage

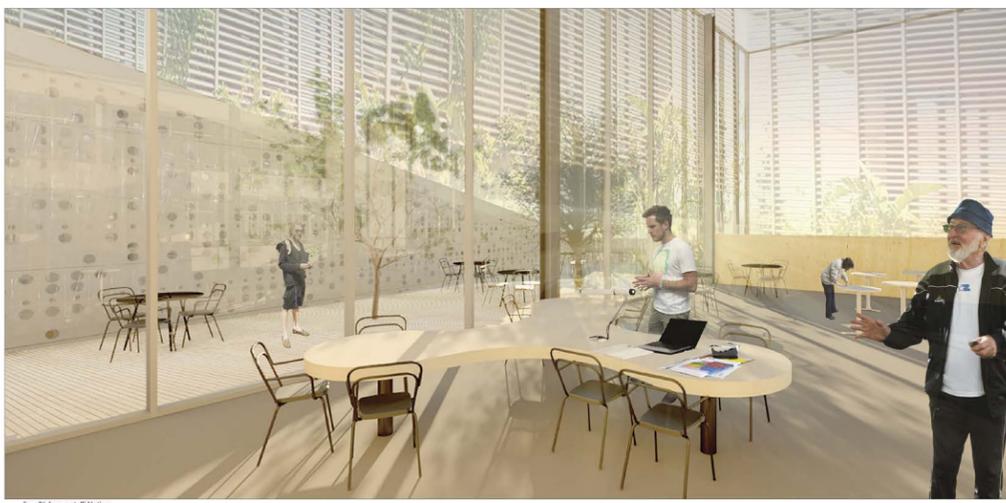
+1

15 coursive d'accès & exposition
16 exposition grande échelle

17 hall d'accueil
18 place publique d'exposition

* intégration au plan urbain





lieu d'échange et d'isolation



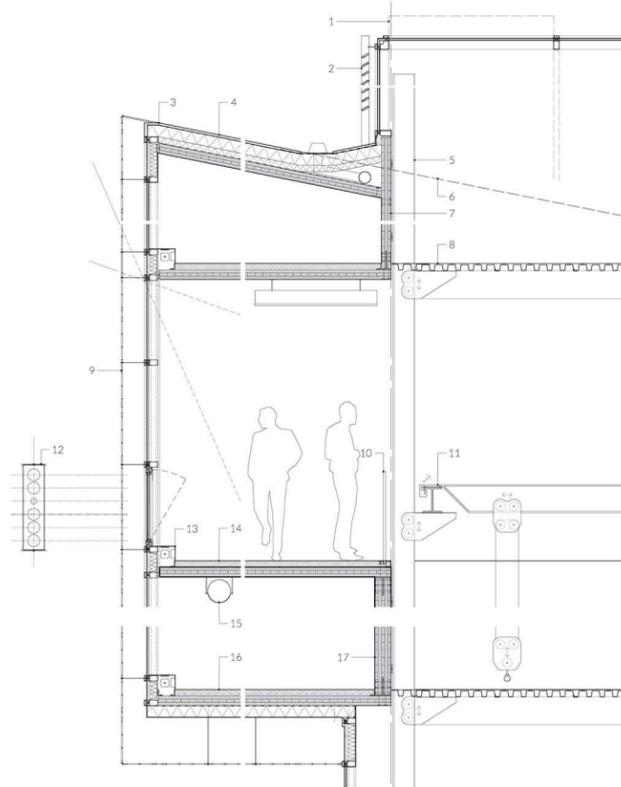
parcours périphérique



puits de fabrication

détail d'enveloppe (coupe II)

- 1 verre semi-opaque avec courants mécaniques
- 2 pare-soleil en bois
- 3 jonction du panneau de verre avec le soléage
- 4 isolant distancé blanc (isolant thermique 201 mm total) membrane de toiture de CLT 114 mm
- 5 rail d'acier profilé W avec cornière d'acier soudée et boulonnée à la structure
- 6 profil de la toiture
- 7 panneau mural de CLT de 114 mm attaches d'acier distancées et boulonnées
- 8 plateau motorisé planque d'acier plateau d'acier fixé aux gâches du moteur
- 9 panneau de verre (voir détail) épaisseur d'air 200 mm verre clair sur mur rouge section basse à ouvert vers l'intérieur
- 10 section amovible de garde-corps d'acier profilé carré encastré au plancher
- 11 pont roulant
- 12 panneau de verre avec soléage blanc semi transparent du côté intérieur, profil réalisé par moulage de la surface à court, rail d'acier galvanisé au haut et bas du panneau avec attaches soudées au rail et visées au moyen du mur rouge
- 13 cabinet de chauffage à rayonnement prises électriques intégrées
- 14 dalle de béton 100 mm panneau de plancher de CLT 114 mm
- 15 système de ventilation motorisé d'air extraction de l'air vicié des procédés industriels
- 16 dalle de béton 100 mm système de chauffage d'appoint radiant panneau de plancher de CLT 114 mm membrane isolant thermique 130 mm membrane de protection espace d'air panneau de verre suspendu (voir détail)
- 17 panneau mural de CLT 190 mm



enveloppe miroir avec rayons obliques



cadrage

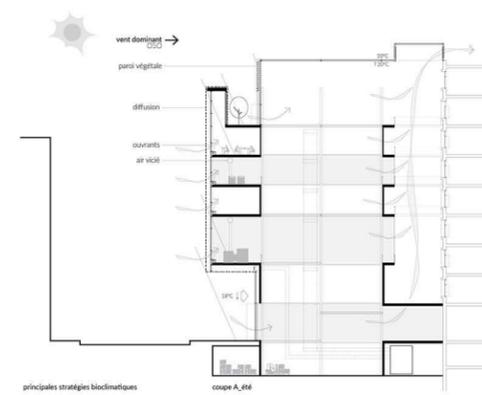


diffusion de la lumière par une couche d'appât et adaptation à l'atmosphère



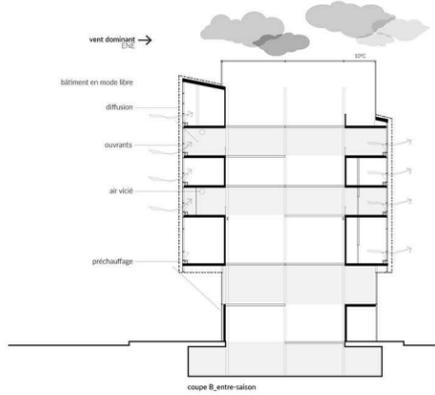
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
-	?	!	+	3				8	5	()	.	0	1	4	*	5	7	=	2	/	6	+		

Établi selon la grille (IA2), la façade du bâtiment recompose des signes de code marquant dans l'histoire de la programmation informatique. Le langage «base» était vué à aider l'apprentissage du code par les débutants. C'est en quelque sorte un pas dans la direction de la démocratisation des microordinateurs à cette époque. Ce nouveau bond dans la technologie démocratise la fabrication numérique soit, le patrimoine de notre ère.

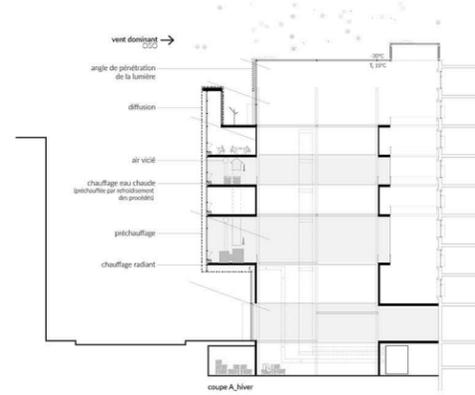


principales stratégies bioclimatiques

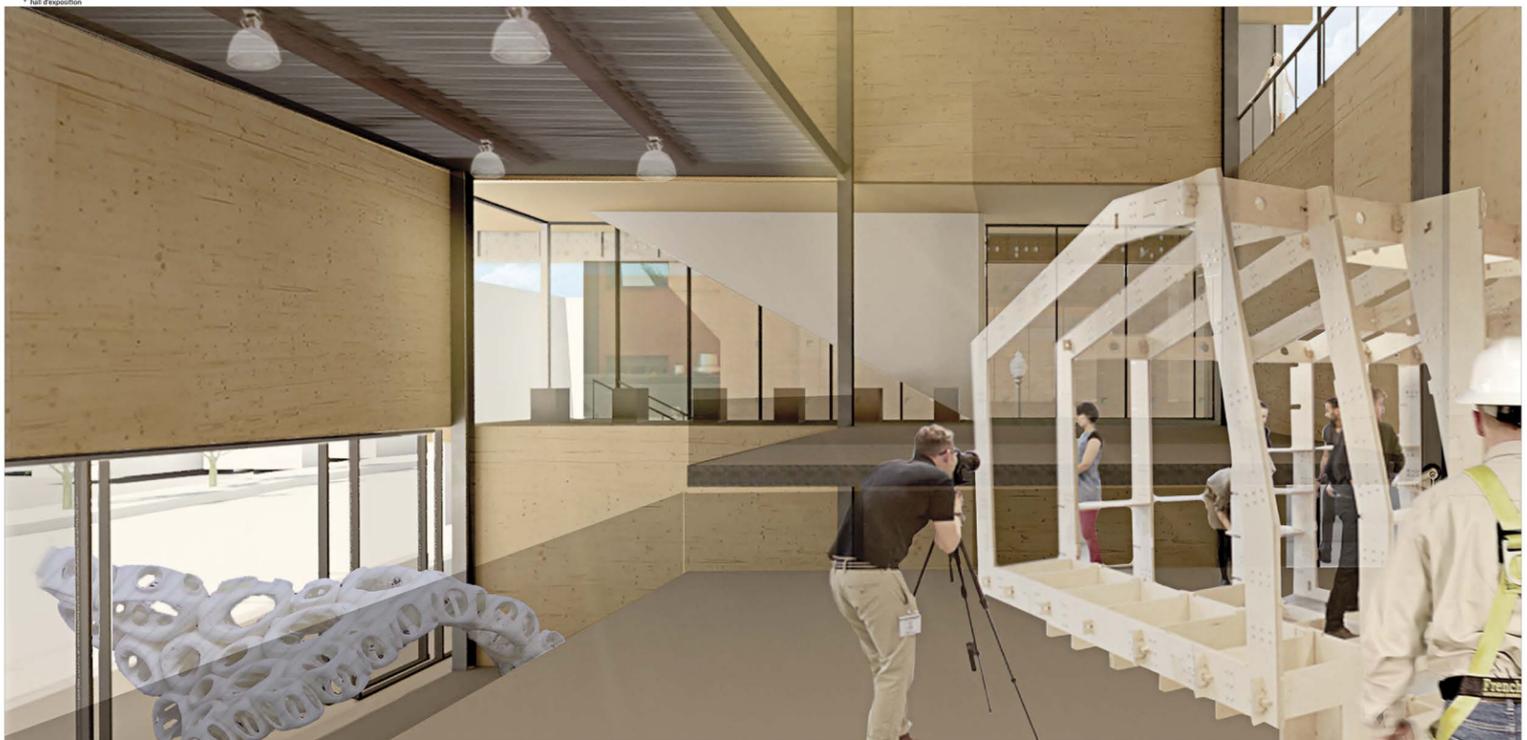
coupe A_été



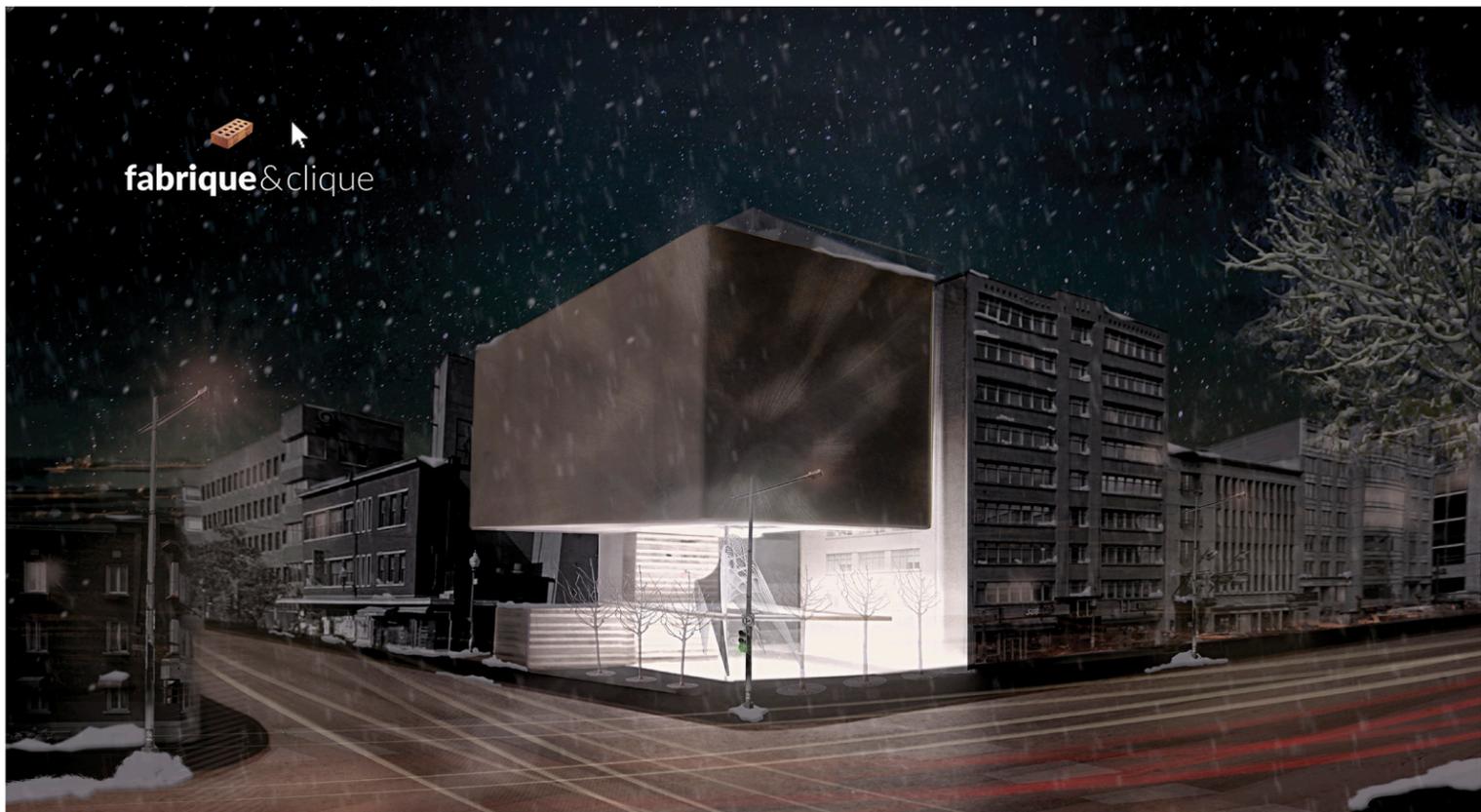
coupe B_entre-saison



coupe A_hiver



Annexe II Planches de la présentation intermédiaire

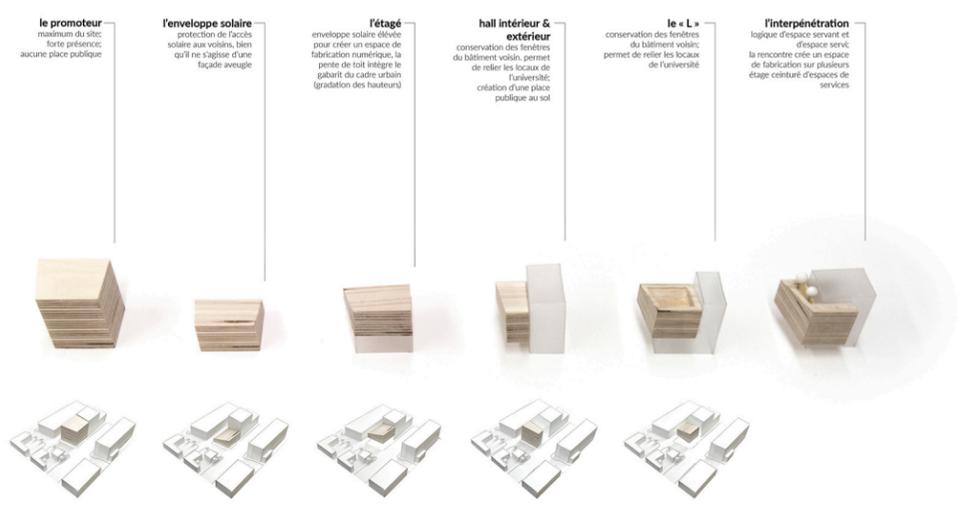


fabrique & clique

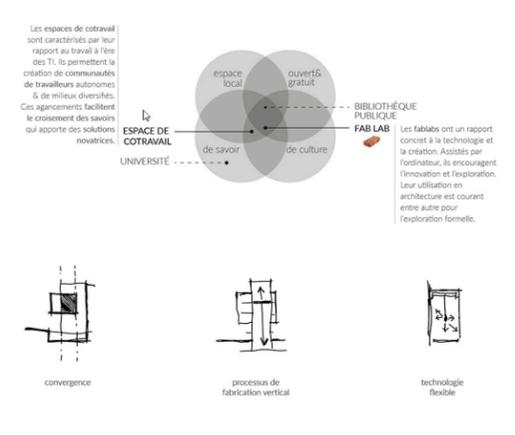
QUARTIER [OUVRIER] DE PRODUCTION NUMÉRIQUE



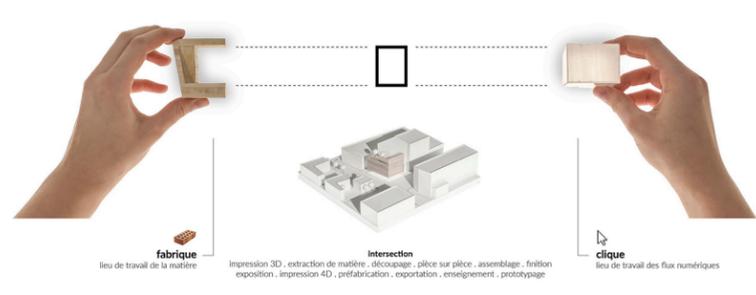
ÉVOLUTION DE LA FORME



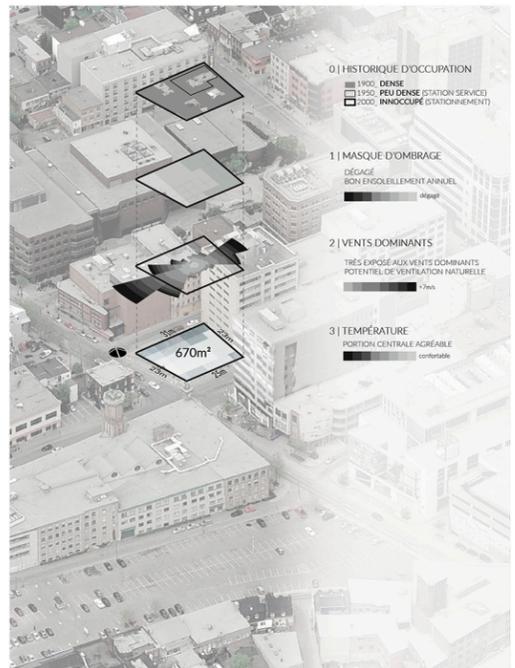
VERS UN NOUVEAU PARADIGME DE PRODUCTION



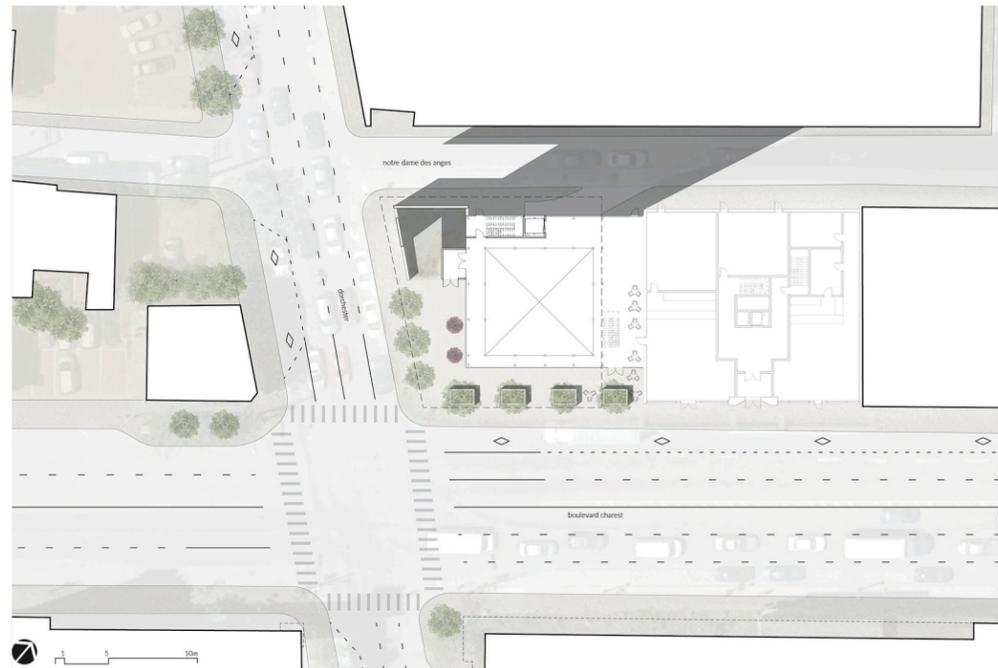
GÉNÈSE D'UN PUIT DE FABRICATION



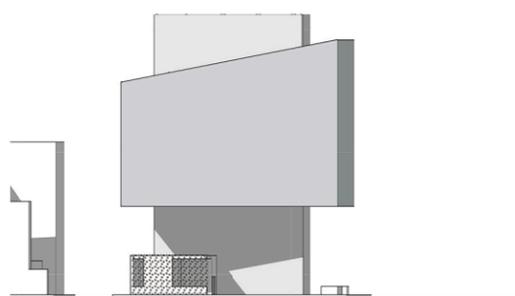
ANALYSE DU SITE



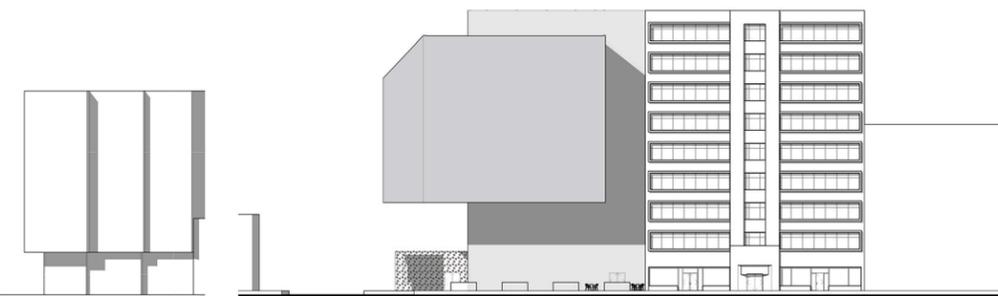
IMPLANTATION



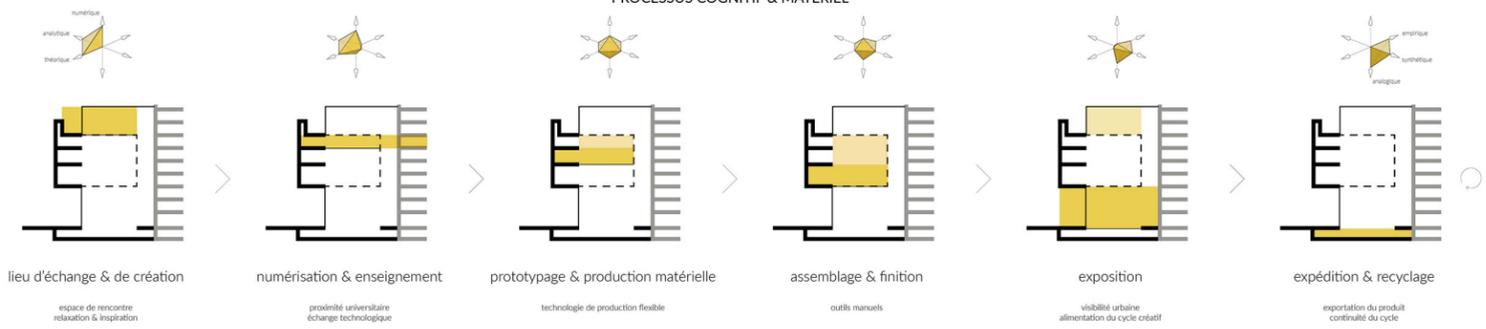
ÉLÉVATION DORCHESTER



ÉLÉVATION CHAREST



PROCESSUS COGNITIF & MATÉRIEL



TOITURE



LIEU D'ÉCHANGE & DE CRÉATION



PUITS DE FABRICATION



LIEU D'EXPOSITION



PUITS D'EXPOSITION



ÉTÉ

ENTRE-SAISONS

HIVER



Annexe III Programme préliminaire

Le tableau suivant comprend le programme préliminaire (voir tableau 2). Le projet se divise en deux grandes catégories : fabrication et espaces de cotravail. La superficie optimale est définie à 2 000 mètres carrés et se base sur un usage semblable, l'incubateur d'entreprises (Lalkaka, 2006). Cette superficie peut accueillir une communauté cible d'environ 25 entreprises.

Tableau 2 : Programme préliminaire

Espace	Superficie unitaire (m²)	Superficie totale (m²)
Fabrication		± 700
Zone de fabrication et d'usinage 1:1		500
Entrepôt de matériaux (latéral)		50
Quai de déchargement		25
Gestion rebut de matériaux		10
Monte-charge		5
Atelier de réparation		10
Bureau du superviseur		5
Coursive pour observateurs		100
Espace de cotravail		± 1 470
Accueil, administration et contrôle de la sécurité		10
Casiers à vélos		20
Casiers personnels		5
Douches		5
W.C.		25
Atelier de menuiserie (10 places)		40
Atelier de travail manuel (15 places)		40
Fab lab numérique (échelle réduite)		15
Circulation (rue principale)		200
Bureaux ouverts (50 places)		800
Zones hot desk (5 places)		10
Salle de conférence (10 places)		15
Pièces de travail d'équipe (4 places)	2x	4
Salle de présentation / cours (50 places)		100
Foyer / salon		50
Cuisine / salle à manger		50
Station de services bureautiques		15
Mécanique du bâtiment		50
Conciergerie		12
TOTAL		± 2 400

Annexe IV Comparaison d'espaces de cotravail

Cette annexe présente une comparaison des différents espaces de cotravail recensés par Davies & Tollervey dans le livre *The Style of Coworking : Contemporary Shared Workspaces* (2013). Après un premier survol, nous remarquons que ces espaces s'apparentent souvent à des cafés internet et même au domicile (voir figure 34 et figure 35). La ressemblance n'est pas une coïncidence, les usagers visés par ces espaces sont ceux qui travaillent normalement à la maison ou dans lieux publics comme les cafés.



Figure 34 : Le Super+Super et ses espaces domestiques



Figure 35 : Le Make Business Hub et son ambiance « café »

Il est aussi possible de remarquer aussi la riche ambiance de textures, ce sont des endroits souvent chargés d'artefacts qui donnent le caractère à du lieu, une sorte d'appropriation d'un espace domestique. Bien qu'il existe certains lieux plus denses (voir figure 36) et d'autres beaucoup moins (voir figure 37), il est intéressant d'établir une tendance. Elle aura pour effet de positionner le projet par rapport à l'envergure de la communauté désirée.



Figure 36 : L'aire ouverture du Hub Westminster



Figure 37 : Le Hub Madrid possède un hall reconfigurable

Autre aspect qui semble important de catégoriser à la lecture de cet ouvrage est la densité des communautés. Nous en avons aussi traité dans le premier chapitre. Becker (2004) établit un seuil à 150 travailleurs comme étant tolérable pour alimenter l'esprit de communauté. Pour cette raison, la comparaison s'est effectuée en deux temps : (1) les espaces de cotravail de 150 travailleurs et moins; et (2) les espaces de cotravail de plus de 150 travailleurs. Cette division nous permet d'éliminer le risque de biaiser les moyennes en fonction de l'économie d'échelle de certains programmes. Il était important de dégager une superficie moyenne de ces espaces de travailleurs, une ampleur de travailleurs ainsi que l'espace alloué à ces travailleurs. En observant les résultats (voir tableau 3 et tableau 4), nous pouvons dégager que les petits espaces de cotravail ont en moyenne 55 travailleurs, non loin de notre cible de 50

travailleurs établis au programme. Autre aspect remarquable est la densité des espaces comparativement au programme proposé (en moyenne 373 m² versus les 1470 m² prévus). Cet aspect devra faire l'objet d'une étude approfondie en cours de projet, mais peut s'expliquer par l'ajout de certaines salles de grande envergure comme les ateliers et la salle de représentation, mais aussi par la place allouée à chaque travailleur. Dans le programme, on prévoit 16 m² par travailleur soit près du double que les précédents analysés.

L'ajout de services supplémentaires semble envisageable pour combler la grande superficie inoccupée. À cette étape, aucune proposition n'est faite puisque les ateliers de fabrication pourraient nécessiter plus d'espaces que prévu.

Tableau 3 : Comparaison de l'envergure des lieux de cotravail de 150 travailleurs et moins recensés (Davies & Tollervey, 2013)

Nom	Superficie (m ²)	Nombre de travailleurs	m ² par travailleur
SND City	371	20	18,55
Make business hub	325	100	3,25
Bunkblink	65	5	13,00
Jellyfish Cartel	149	10	14,90
Dcollab	150	17	8,82
Rabbit hole	250	14	17,86
the Hive	557	110	5,06
Muses & Visionaries	371	30	12,37
HUB Bergen	500	60	8,33
Society M	600	120	5,00
St-Oberholz	130	22	5,91
Lightspace	350	30	11,67
Super+Super	81	22	3,68
Vuka	631	65	9,71
Creative Lounge MOV	888	125	7,10
Oracle club	232	40	5,80
Central working Bloomsbury	353	71	4,97
Central working Campus	450	71	6,34
Central working Shoreditch	344	71	4,85
LOFFICE Coworking Budapest	280	30	9,33
LOFFICE Mini	220	15	14,67
LOFFICE Sas	276	10	27,60
LOFFICE Coworking Vienna	350	20	17,50
Duke	650	49	13,27
Makers	650	70	9,29
Laptop	110	60	1,83
Office Group Warnford Court	371	67	5,57
Office Group Euston	743	133	5,57
SpaceCubed	550	150	3,67
port-of-entry	190	44	4,32
moyenne	373	55	9,33
médiane	350	47	7,72
écart-type	210	41	5,84

Tableau 4 : Comparaison de l'envergure des lieux de cotravail de plus de 150 travailleurs recensés (Davies & Tollervey, 2013)

Nom	Superficie (m ²)	Nombre de travailleurs	m ² par travailleur
Google Campus	2300	200	11,50
Makeshift Society	90	175	0,51
HUB Westminster	1114	450	2,48
HUB Madrid	350	280	1,25
Spaces Herengracht	6000	188	32,00
Spaces Zuidas	17500	547	32,00
Spaces The Hague	8500	266	32,00
WeWork	56300	6401	8,80
moyenne	11519	1063	15
médiane	4150	273	10
écart-type	19009	2161	15