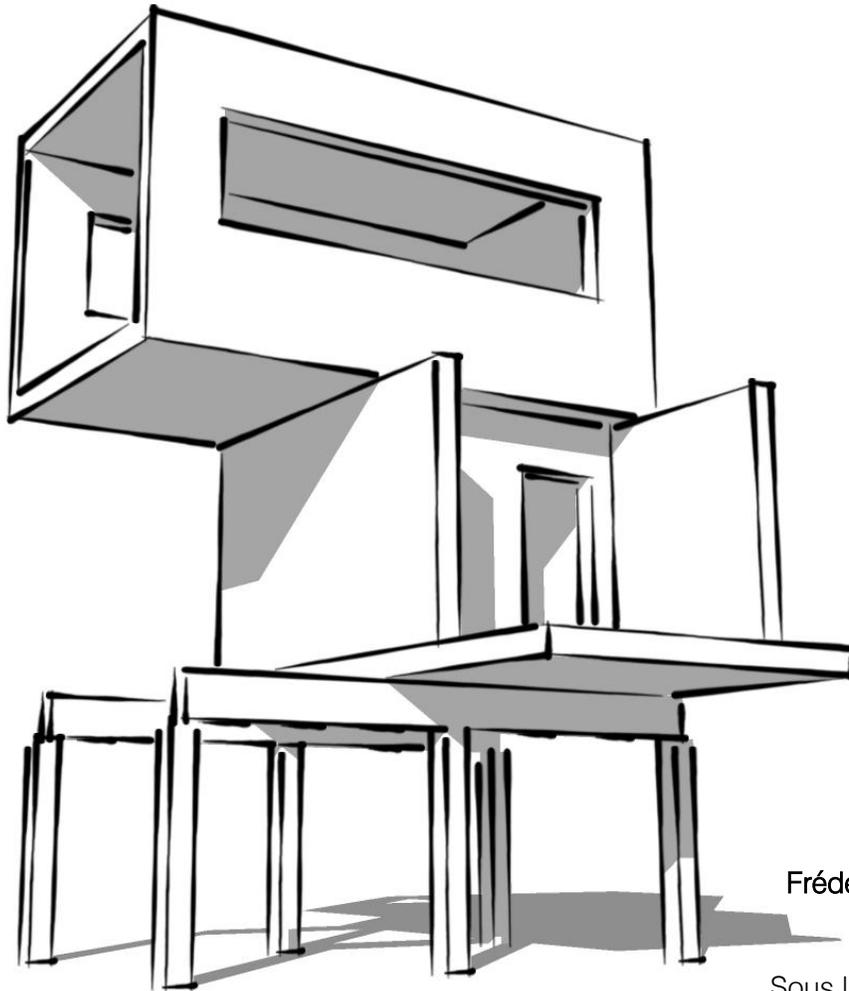


VARIATION | PRÉFABRICATION

Pour une densité de l'habitat de qualité sur le plateau centre de Sainte-Foy

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



Frédéric St-Germain

Sous la supervision de

Myriam Blais: _____

École d'architecture

Université Laval

2012



« [P]ourquoi, alors que tout est industrialisé, l'habitat reste-t-il sous-industrialisé? Pourquoi le logement devrait-il demeurer le « plus grand frein au progrès »? « Seule l'habitation, dit-il, augmente de prix, diminue de volume et baisse en qualité »

(Prouvé, 1990).

Résumé

Le présent essai (projet) s'intéresse à la pertinence et au potentiel sous-exploité de la construction préfabriquée à travers la conception d'un ensemble d'habitation par la requalification d'un îlot sous-exploité de Sainte-Foy. Partant de ces principes de base que sont la modularité et la répétition, la préfabrication agit comme un moteur d'exploration pour concevoir un modèle d'habitat diversifié alliant la qualité, la densité et la flexibilité de l'habitation. En ce sens, le projet propose une variété des typologies d'habitation plus compactes et plus fonctionnelles pouvant s'adapter à l'évolution et à la diversité des modes de vie de la société. De cette mixité s'impose une façon de construire qui s'adapte à ces différentes typologies et la préfabrication se présente de manière à offrir une certaine versatilité de ses composants de construction, de la cellule habitable tridimensionnelle au système de panneaux en passant par les composants préfabriqués plus traditionnels.

Encadrement

Myriam Blais | architecte, directrice et professeure

École d'architecture de l'Université Laval

Membres du jury

Éric Pelletier | architecte

Éric Pelletier architectes

Rémi Morency | architecte, urbaniste et designer urbain

Bélanger Beauchemin Morency architectes & urbaniste

Simon Brochu | architecte

Gagnon Letellier Cyr Ricard Mathieu architectes

Sonia Gagné | architecte

Provencher Roy + associés architectes

Avant-propos et remerciements

Cet essai (projet) est le fruit d'une passion grandissante pour la construction et la tectonique à travers le projet d'architecture. Cette exploration m'a permis d'en apprendre davantage sur le sujet qu'est la préfabrication, mais aussi d'alimenter constamment cet intérêt que je porte au rapport intime entre architecture et construction.

Avant d'aller plus loin, je dois souligner l'appui inconditionnel de mes parents, tout au long de mon parcours, pour leur confiance en moi et en ce qui me passionne, pour tout cela je vous dis merci. À ma famille, aussi nombreuse qu'elle soit, qui durant ces cinq dernières années et bien avant, m'a supporté, encouragé et enduré à travers toutes les étapes de ma réussite. À ma copine Janie, compagne de vie, qui avec sa présence et ses encouragements, m'a permis de bien mener à terme ce projet et mes dernières années d'études. Son écoute et ses précieux conseils, plus qu'indispensables à ma réussite, m'ont permis de cheminer en tant qu'étudiant, mais surtout en tant que personne. À mes amis qui ont toujours cru en moi et en mes moyens, à qui je lève mon verre, qui avec leur patience et leurs encouragements dans les moments les plus difficiles de ce parcours ont su réanimer ma passion et mon désir pour ce domaine qu'est l'architecture. À Jacques White, source d'inspiration, pour sa passion pour l'architecture et la tectonique et sa manière de nous la faire partager. À Myriam Blais, pour son encadrement, pour avoir cru en mon potentiel et celui de mon projet et pour m'avoir guidé jusqu'à la fin en posant les bonnes questions afin de toujours pousser encore plus loin mes idées et mon projet. Enfin, à mes collègues de l'École d'architecture ainsi qu'à tous ceux et celles que j'ai côtoyés de près ou de loin durant ces cinq dernières années, je vous remercie.

Table des matières

Résumé.....	III
Encadrement.....	IV
Membres du jury.....	IV
Avant-propos et remerciements	V
Table des matières.....	VI
Liste des figures	VII
1 Introduction.....	1
2 Préfabrication	2
2.1 Pertinence	2
2.2 Potentiels et avantages	3
2.3 Systèmes et matériaux	6
3 Qualité architecturale	9
3.1 Bâtiment.....	9
3.2 Logement.....	10
4 Densité de l'habitat.....	12
4.1 Phénomène social, environnemental.....	12
4.2 Mixité Variété.....	12
5 Flexibilité.....	14
5.1 Évolution de l'espace habitable	14
6 Le projet.....	16
6.1 Mission et pertinence	16
6.2 Site et contexte	17
6.3 Concept	19
6.4 Description et programme	20
6.5 Qualité des espaces.....	21
6.6 Système constructif	23
7 Conclusion	25
Bibliographie	27
Annexes.....	29

Liste des figures

Figure 1 Cell Brick par atelier TEKUTO, [http://www.selectism.com/news/2011/03/14/atelier-tekuto-cell-brick-house/]	3
Figure 2 Assemblage, [Smith, 2010]	4
Figure 3 Module préfabriqué, [Smith, 2010]	4
Figure 4 Façade Hotel Post, [Smith, 2010]	4
Figure 5 Degré de préfabrication, [Smith, 2010]	6
Figure 6 Système à panneaux et assemblages, [http://www.ecoterrawalls.com/murs-ecoterra-demo.php]....	6
Figure 7 Projet Student Village - Étapes de construction, [http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=946630]	7
Figure 8 Schéma structural, [http://techniker.oi-dev.org/blog/view/tall-timber-buildings-the-stadthaus-hoxton-london]	8
Figure 9 Projet Murray Grove, [http://ecosistemaurbano.org/castellano/torre-de-viviendas-de-madera-stadthaus-murray-grove/]	8
Figure 10 Triade de Vitruve, [http://www.openframetechnologies.net/Architecture/Concept.aspx]	9
.....	9
Figure 11 Projet Silodam, Amsterdam, [http://silodammvrdv.blogspot.com/]	13
.....	13
Figure 12 Poppy Desk, meuble lit et bureau, [http://www.bimodal.fr/poppy-desk.html].....	15
Figure 13 Vue du site à l'état actuel, [Photo par Frédéric St-Germain]	16
Figure 14 Vue route de l'Église, [Image par Frédéric St-Germain].....	16
Figure 15 Étude la ville de Québec, [Colloque sur l'innovation 2011, ville de Québec]	17
Figure 16 Analyse de la ville de Québec, [Colloque sur l'innovation 2011, ville de Québec]	17
Figure 17 Analyse du site, [Image par Frédéric St-Germain]	18
Figure 18 Bâtiments existants, [Image par Frédéric St-Germain]	18
Figure 19 Principe d'ouverture, [Image par Frédéric St-Germain]	19
Figure 20 Superposition, [Image par Frédéric St-Germain]	19
Figure 21 Espace appropriable en ville, [Image par Frédéric St-Germain]	19
Figure 22 Plan d'implantation, [Image par Frédéric St-Germain].....	20
Figure 23 Vue vol d'oiseau, [Image par Frédéric St-Germain].....	20
Figure 24 Vue cour intérieure, [Image par Frédéric St-Germain]	21
Figure 25 Coupe transversale, [Image par Frédéric St-Germain].....	21
Figure 26 Module type 1, [Image par Frédéric St-Germain].....	21
Figure 27 Assemblage type, [Image par Frédéric St-Germain].....	21
Figure 28 Type 1, option 1: Plan et vue intérieure, [Image par Frédéric St-Germain]	22
Figure 29 Type 1, option 2: Plan et vue intérieure, [Image par Frédéric St-Germain]	22
Figure 30 Axonométrie systèmes constructifs, [Image par Frédéric St-Germain].....	23
Figure 31 Vue de nuit, route de l'Église, [Image par Frédéric St-Germain]	24

Figure 32 Structure et construction type, [Image par Frédérick St-Germain] 24
Figure 33 Circulation horizontale, [Image par Frédérick St-Germain] 24
Figure 34 Circulation verticale 24

1 Introduction

*«Les frontières entre les processus de conception, de fabrication, de construction et d'exploitation tendent donc à s'estomper, puisque tous ces processus sont pris en compte dans la conception.»
(Lemelin, 2003)*

En effet, les différentes étapes du processus de construction d'un projet ne devraient pas être divisées en sous-systèmes, mais à l'inverse être introduites dès la conception de façon à assurer la cohérence globale du projet. La méthode de construction, qu'elle soit traditionnelle ou industrialisée, doit être connue au départ, car elle est intimement liée à la façon de concevoir l'espace, qui lui doit être adapté à son usage et ses usagers. Le présent essai (projet) se penche sur l'utilisation de la construction préfabriquée à travers un projet d'habitation à grande échelle. Alors que pour certains le concept de préfabrication rime avec monotonie, absence d'innovation et apparaît comme une simple standardisation de la construction, ce travail de recherche tentera de démontrer qu'elle facilite la construction et en assure la qualité, mais n'en compromet pas le design et la recherche de nouveauté.

Que ce soit l'impact négatif sur l'environnement ou la diversité des ménages et de leurs habitudes de vie, toutes les raisons sont bonnes afin de freiner l'étalement urbain et plaider en faveur d'une densité de l'habitation. Alors que de nos jours, les habitations situées en périphérie de la ville ne cessent d'augmenter et apparaissent comme des bâtiments rigides et impersonnels ne convenant plus aux modes de vie changeants de la société, comment concevoir un lieu habitable de qualité qui soit adapté à ses occupants et son milieu tout en utilisant un mode de construction industrialisé? Comment démontrer la pertinence et les potentiels de ce type de construction alors qu'il est victime de préjugés et de mauvaise presse? Concevoir une architecture résidentielle dense de qualité intégrant la **variété** et la **flexibilité** des espaces tout en utilisant des techniques de construction plus respectueuses de l'environnement apparaît comme un élément de réponse à l'étalement constant des villes.

S'inscrivant dans la lignée d'études et d'explorations de densification du secteur du plateau centre de Sainte-Foy, le présent essai (projet) s'intéresse à la pertinence et au potentiel sous-exploité de la **préfabrication** dans le but de proposer des espaces de vie de **qualité** qui soient davantage **adaptés** aux besoins des occupants à l'intérieur d'un ensemble d'habitation **dense** et tentera du même coup de démontrer la viabilité d'une telle construction dans ce contexte urbain sous-utilisé.

2 Préfabrication

2.1 Pertinence

« La multiplication des familles monoparentales ou reconstituées et des foyers accueillant jeunes adultes ou parents âgés à charge ont fait éclater le modèle traditionnel composé d'un couple et de ses deux enfants. L'habitat existant n'est pas adapté à cette mutation rapide et radicale d'une société qui voit l'émergence de nouvelles solidarités et la multiplication des combinaisons dans les partenariats. » (Gauzin-Müller, 2009)

Si le Québec rencontre actuellement une période de croissance démographique, le fait est tout autre pour le nombre de personnes par ménages qui semblent diminuer peu à peu.¹ La pluralité des manières de vivre et les habitudes de vie en constant changement entraînent une demande croissante, au Québec, de la variété dans les modèles d'habitation proposés. Cette évolution des besoins jumelée aux critères actuels en matière de développement durable devrait coïncider avec l'adaptation du secteur de la construction quant aux types de constructions et aux méthodes de mise en œuvre employées. Bien que la construction dans le secteur résidentiel représente plus de 50% du marché de la construction au Québec, c'est le secteur où l'on dénote le plus grand manque d'innovation en matière d'architecture.² À ce sujet, les dires de Jean Prouvé sont toujours d'actualité, *« pourquoi, alors que tout est industrialisé, l'habitat reste-t-il sous-industrialisé? Pourquoi le logement devrait-il demeurer le « plus grand frein au progrès »? « Seule l'habitation, dit-il, augmente de prix, diminue de volume et baisse en qualité » (Prouvé, 1990).* Un renouveau s'impose, et bien que les technologies et les conditions du marché semblent être bien prêtes à emboîter le pas vers une architecture résidentielle de qualité, le progrès tarde à se faire sentir (White, 2008). Malgré les préjugés qui lui ont été accordés à travers les années, la préfabrication de bâtiments ou d'éléments de construction apparaît comme un élément de réponse à une société recherchant à la fois qualité, économie de temps et de coût. Le manque d'exemples de bâtiments résidentiels préfabriqués inspirants au plan architectural au Québec alimente cette vision péjorative de la technique et freine son ascension malgré la multiplicité des avantages qu'elle comporte vis-à-vis la construction dite « traditionnelle ».

¹ Données provenant de Statistiques Canada dans un recensement de 2001 à 2006

² D'après les notes de cours de Pratique professionnelle I, données par François Dufaux

2.2 Potentiels et avantages

« [P]enser que préfabrication rime avec uniformisation est une erreur [...] c'est le procédé qui est standardisé, pas le produit. » (Fréchette-Lessard, 2011)

Le travail remarquable de l'architecture résidentielle préfabriquée dans les autres pays tels que la Suède³, l'Autriche et le Japon, qui sont tous bien en avance sur la production québécoise, permettent de constater la faisabilité et la viabilité quant à l'adoption de cette technique de construction. Au Québec, l'habitation préfabriquée représente environ 10% à 15% du marché résidentiel ce qui démontre la faible utilisation de cette technique. À titre d'exemple, le projet *Cell Brick* de l'Atelier TEKUTO à Tokyo au Japon (Figure 1), démontre le potentiel à plus petite échelle de la préfabrication d'éléments répétés. Étant entièrement préfabriquée, la maison s'est assemblée tel un jeu de blocs réduisant ainsi le temps de chantier et facilitant la mise en œuvre. Sa structure est composée de caissons métalliques préfabriqués qui sont installés en damier avec des interstices vitrés et ensuite empilés les uns sur les autres faisant office à la fois de structure, d'enveloppe et de rangement intérieur. Ce processus de préfabrication par répétition d'un même élément modulaire peut être transposé à plus grande échelle, de façon à ce que chaque caisson représente une cellule habitable et les interstices des espaces extérieurs. (voir Précédent 2 en annexe)



Figure 1 Cell Brick par atelier TEKUTO

Tel que le démontre ce projet, le potentiel esthétique et constructif de la préfabrication est énorme et prometteur pour l'avenir pour autant que s'estompe l'idée d'une pratique usuelle qui tend vers une sorte de marchandise cataloguée où des modèles de « styles architecturaux » sont imposés. Avec l'arrivée d'une technologie numérique plus spécialisée dans les manufactures de systèmes préfabriqués, ce n'est plus l'idée que les formats et modèles d'éléments doivent être standards

³ «En Suède, en 1995, la production était dominée à 95% par la préfabrication en usine, à l'aide de méthodes permettant une économie de 25 % à 40 % sur les techniques traditionnelles.» (Lemelin, 2003)

pour qu'ils soient rentables d'être préfabriqués, la production sur mesure de masse est donc rendue possible grâce à ces machines à commande numérique. (Gauzin-Müller, 2009)

De plus, l'utilisation de la préfabrication présente plusieurs avantages notamment l'accélération de la construction sur le chantier et donc la réduction des coûts. En effet, avec sa rapidité d'érection et la livraison *in situ* de modules préassemblés, la construction préfabriquée représente une solution avantageuse aux projets qui requièrent un échéancier plus court. En comparaison avec la construction traditionnelle, la préfabrication n'est pas dépendante des conditions climatiques extérieures (pluie, neige, vent, etc.) que l'on retrouve ici au Québec, et qui bien souvent retardent considérablement l'édification des bâtiments. Selon une étude du Conseil de la science et de la technologie du Québec (Lemelin, 2003), la construction en usine compte plusieurs procédés de fabrication qui deviennent de plus en plus avancés technologiquement. Parmi eux, la robotisation, l'automatisation et la mécanisation font accélérer le temps de fabrication en accomplissant plus de tâches complexes et précises en moins de temps qu'un ouvrier normal. Les délais de construction et de livraison des projets en sont donc grandement réduits. Plusieurs projets se tournent vers la préfabrication lorsque les délais de construction sont minimes. C'est notamment le cas pour l'extension de l'Hôtel Post à Bezaus en Autriche, réalisée en 1998 par la firme d'architectes Kaufmann 96. (Figures 2-3-4) Le projet était contraint à un délai de livraison de 5 semaines, notamment pour un ajout de 10 chambres, réalisées à l'aide de 10 modules en bois (7,5m par 4m) autoportants et empilés les uns sur les autres, tous construits à l'usine et livrés ensuite sur le chantier pour l'assemblage, l'utilisation de modules préfabriqués montre l'efficacité d'opter pour ce type de construction.



Figure 4 Façade Hotel Post

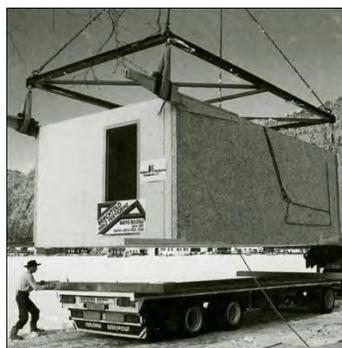


Figure 3 Module préfabriqué



Figure 2 Assemblage

De plus, une construction faite en usine est protégée des intempéries auxquelles une construction traditionnelle est constamment exposée et cause parfois des dommages ou faiblesses à la structure ou enveloppe du bâtiment. La fabrication industrielle, à l'abri des conditions extérieures, assure donc un plus grand contrôle sur la qualité globale de la production. Aussi, les travailleurs à

l'usine sont soumis à des normes de qualité de construction plus strictes d'autant plus qu'une partie du travail est réalisé à l'aide de machineries sophistiquées, ce qui garantit une fois de plus la qualité du produit fini. Chaque module, panneau ou composant qui est fabriqué doit impérativement suivre toutes les étapes de fabrication à la chaîne qui contrairement au travail sur le chantier, sont sévèrement réglementées. En plus d'un meilleur contrôle de qualité par un respect plus strict des normes de construction, d'une réduction notoire des déchets de construction sur le chantier et de la possibilité de construire à l'année, la préfabrication permet la personnalisation élevée de l'habitation à coût abordable par l'avènement et le perfectionnement du processus de construction informatisé. (SCHL) Ces avantages de la technique sont nombreux et semblent propices à la conception d'un projet d'habitation à plus grande densité.

Mis à part les avantages et les enjeux écologiques qui lui sont attribués, l'architecte Jacques White, dans son rapport de recherche-crédation intitulé *Maisons modulaires contemporaines* (2008), dénote cinq principes clés qui tirent profit de la préfabrication et qui contribuent à lui conférer un caractère plus contemporain. Connues et utilisées dès la conception, les contraintes dimensionnelles des éléments préfabriqués liées au transport apparaissent comme des alliés, dans le sens où l'expression de la préfabrication est affirmée et que les joints et les principes constructifs issus de la préfabrication sont apparents (White, 2008) alors qu'« *on a plus souvent qu'autrement le réflexe d'en étouffer l'expression* » (White, 2008), cette technique présente un vocabulaire architectural et constructif unique et riche permettant de mettre en évidence ce qui caractérise la préfabrication : l'expression de la boîte et du plan libre. (White, 2008) Ensuite, « *l'augmentation sensible de la longueur des porte-à-faux, combinée à l'expression modulaire, ouvre des champs d'exploration éminemment compatibles avec les langages de l'architecture contemporaine* » (White, 2008). Dans l'idéal d'une préfabrication complète à l'usine, opter pour un toit plat permet de terminer la construction en usine et de réduire l'espace de chargement durant le transport. Dans le même sens que les porte-à-faux accentués, la rigidité et la préfabrication des éléments de construction en usine permettent de plus grandes ouvertures et donc une fenestration plus généreuse accentuant le rapport avec l'extérieur et l'entrée de lumière naturelle. Enfin, le contrôle de la qualité et la précision du travail fait en usine permettent d'« *affirmer notre confiance envers un travail soigné où seulement l'essentiel est fait, mais bien fait* » (White, 2008), de là l'expression d'une enveloppe minimaliste. Ces principes, qui proviennent de l'étude sur une maison unifamiliale, peuvent s'appliquer à un projet d'habitation à plus grande échelle et guideront en quelque sorte la conception du projet dans le cadre de l'essai (projet).

2.3 Systèmes et matériaux

« La conception de la maison stagne, l'industrie se développe peu et notre retard sur l'international, technologique et culturel, s'accroît. » (White, 2008)

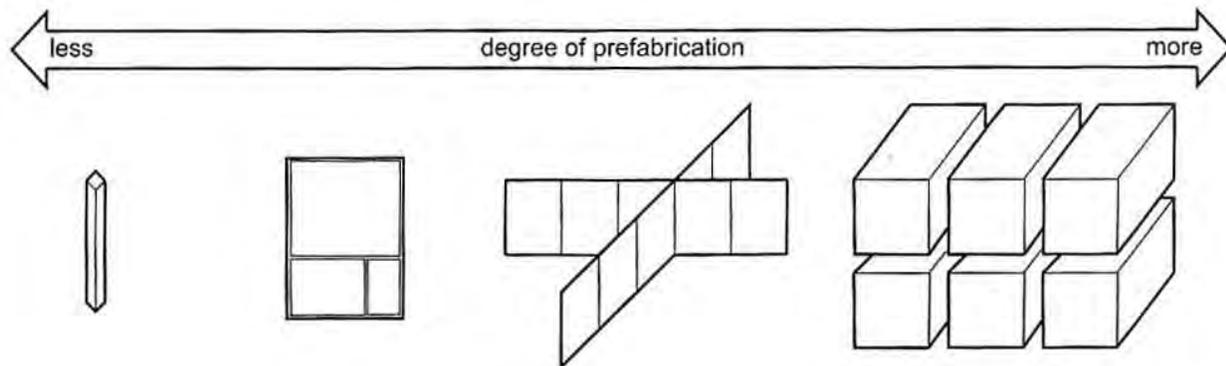


Figure 5 Degré de préfabrication

L'industrialisation de la construction se subdivise principalement en quatre catégories : les matériaux, les composants, les panneaux et les modules tridimensionnels, lesquels reflètent plus spécifiquement les avantages de la préfabrication. (Smith, 2010) (Figure 5) Les matériaux de construction et les composants sont les systèmes les plus courants de l'industrie puisqu'ils constituent essentiellement la base d'une construction standard. Ces systèmes nécessitent



Figure 6 Système à panneaux et assemblages

beaucoup d'assemblage au chantier et se déclinent principalement sous la forme de poutres et poteaux et d'éléments tels que portes et fenêtres, depuis longtemps fabriquées à l'usine.

Le système à panneaux (Figure 6), présente des avantages et des possibilités plus près de la technique préfabriquée que sont une plus grande flexibilité dans le plan, la facilité d'être transporté et nécessite un peu moins d'assemblage sur le chantier. La construction avec un tel système accélère l'exécution des travaux sur le chantier.

Les modules tridimensionnels sont en quelque sorte l'apogée de la construction préfabriquée, car ils englobent tous les avantages de la technique, c'est-à-dire être assemblés presque entièrement en usine, être autoportants permettant de faire de grands porte-à-faux et permettre une réduction

considérable de la durée du chantier grâce à un assemblage rapide. Un bon exemple de ce système est l'extension de l'Hôtel Post à Bezau, tel qu'expliqué précédemment. (Figures 2-3-4)

Par contre, il y a aussi le modèle hybride qui est en fait l'utilisation de plusieurs systèmes et techniques préfabriqués. L'utilisation de ce dernier dans un projet d'architecture permet une plus grande flexibilité et adaptabilité puisqu'il tire parti des qualités et des avantages de chaque système.

La préfabrication permet l'utilisation d'une multitude de matériaux pour la construction des modules ou des panneaux, par contre, pour la construction de modules, l'utilisation d'une structure légère telle que bois, acier ou aluminium est préconisée. Avec les dernières avancées technologiques que connaît la préfabrication, de nouveaux matériaux s'immiscent dans le monde de la construction tel que les matières plastiques, les textiles, etc. Les possibilités de matériaux sont donc presque infinies pour autant que l'approvisionnement le permette.

La construction se faisant à l'usine, la qualité et la précision se voient augmenter et rendent la superposition des modules les uns par-dessus les autres plus accessible. C'est ce que démontre le projet Student Village (Figure 7) réalisé par O'Connell East Architects à Wolverhampton au Royaume-Uni en 2010. Construit à partir de 805 modules autoportants empilés les uns sur les autres et fabriqués en acier, le bâtiment de 24 étages renferme des résidences pour étudiants et n'a nécessité que 27 semaines à construire.



Figure 7 Projet Student Village - Étapes de construction

Pour ce qui est des panneaux, le béton est davantage utilisé soit comme revêtement, comme dalle de plancher ou comme mur porteur. Ces capacités portantes lui confèrent un rôle structural primordial dans la plupart des projets de grandes échelles. Par contre, les panneaux de bois sont de plus en plus accessibles et efficaces pour la construction à plus grande échelle. «[Les panneaux en bois lamellé-croisé] vendus depuis peu au Québec, vont carrément accélérer le développement de l'industrie des composantes préfabriquées » (Roux, 2001). De par leur rigidité structurale, ces panneaux permettent de faire ce qui était autrefois réservé au béton, c'est dire que les projets futurs développés en bois bénéficieront d'une plus grande liberté et flexibilité dans l'aménagement des espaces. Ce système réduit la durée du chantier par la facilité d'assemblage de ces panneaux de bois comparativement à une structure en béton conventionnelle. Le projet Murray Grove à Hackney à Londres, réalisé en 2009, par Waugh Thistleton architects, est construit presque entièrement en panneaux de bois lamellé-croisé et est le plus grand bâtiment résidentiel, à ce jour, qui est construit en bois avec ses 9 étages. L'utilisation de panneaux lamellé-croisé a considérablement diminué la durée du chantier en plus d'en démontrer sa viabilité économique et environnementale. (Figure 8-9)



Figure 9 Projet Murray Grove



Figure 8 Schéma structural

3 Qualité architecturale

«La qualité n'est pas un désir optionnel, non plus une véritable nécessité, mais un moyen par lequel le bien-être collectif peut être élevé dans la perspective d'une légitime recherche de bonheur. » (White, 2011)

3.1 Bâtiment

Enjeu collectif depuis toujours, la qualité architecturale demeure un critère subjectif difficilement mesurable. Loin de pouvoir simplifier son adéquation à une simple formule, elle représente plus qu'une conformité à une norme de type « ISO 9001 », ne pouvant guère « assurer seule une bonne qualité globale du «tout architectural », de l'objet dans sa globalité [...] [p]arce qu'en architecture, le tout est plus que la somme des parties. » (Dehan, 2009) C'est ce qu'explique Philippe Dehan, architecte et enseignant à l'Université Technologique de Compiègne, dans son intervention au colloque Ramau en mars 2005, la qualité d'un projet d'architecture ne peut se comparer aux critères d'évaluation d'un produit industriel, le processus diffère et la complexité de l'architecture s'en éloigne dû à la pluralité de ces fonctions, à son investissement foncier plus imposant et sa longévité qui surpasse celle de l'objet industriel. (Dehan, 2009) Aujourd'hui, la société québécoise consomme son architecture au même titre qu'un bien matériel quelconque, ce qui importe dans ce cas-ci, c'est bien sûr d'en avoir pour son argent. (White, 2011) Les choses doivent changer, l'architecture est ce qui reflète en quelque sorte les valeurs d'une société, et force est d'admettre de la pauvreté de l'héritage qui sera transmis aux générations futures.

Selon Dehan, la division tripartite que faisait Vitruve de la qualité architecturale : solidité, utilité, beauté (*firmitas, utilitas, venustas*) est toujours valide aujourd'hui, bien que les termes aient évolué. (Figure 10) Dans sa recherche intitulée *Qualité architecturale et innovation*, il propose une reformulation de ces termes par pérennité,

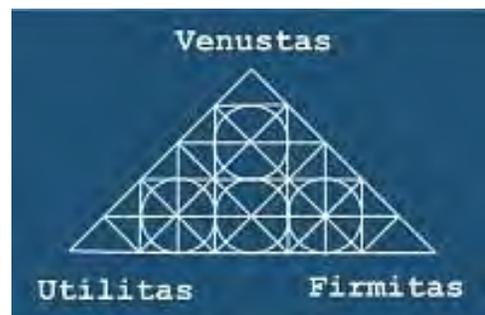


Figure 10 Triade de Vitruve

usages et formes. (Dehan, 2009) Par *pérennité*, il entend la notion de solidité du bâtiment, de vieillissement et de durabilité environnementale. L'état dans lequel le bâtiment passera à travers les années en conservant ses qualités de base. Bien plus qu'une simple réponse au programme d'un bâtiment puisque « les fonctions sont plurielles et les usages dépassent la fonction », (Dehan, 2009) le terme *usages* désigne la satisfaction que donne un bâtiment à ces usagers dans toute sa durée de vie. Finalement, *formes* fait appel aux qualités

formelles du bâtiment, ne devant pas être considérée comme un simple objet de contemplation, sa forme doit être jugée à partir d'une vision urbaine, spatiale et esthétique. (Dehan, 2009) À cet égard, on ne peut considérer comme un chef-d'œuvre architectural un bâtiment qui ne répond pas à tous ces critères. La préfabrication comme méthode de construction paraît une alternative justifiée à la construction traditionnelle qui semble négliger certaines parties de ce que devrait être la qualité en architecture notamment les notions de vieillissement et de durabilité environnementale du bâtiment. En effet, les constructions résidentielles de masse négligent souvent la durabilité et la qualité des matériaux au profit d'un gain en temps et en argent.

3.2 Logement

« Ce qui définit l'architecture, c'est d'abord l'espace. Faire de l'architecture et du design urbain ce n'est pas de produire des objets à contempler, mais créer des espaces à habiter. C'est dans le creux que l'on vit, pas dans la masse ni les surfaces. C'est le vide qui définit l'architecture et la ville, pas le plein, c'est-à-dire les pièces, les seuils, les rues, les places, etc. » (White, 2011)

C'est donc dire que la priorité, dans le cas d'un ensemble d'habitations dense, réside dans l'aménagement et la disposition des espaces publics ou privés, intérieurs ou extérieurs. À l'intérieur d'un tel ensemble, le niveau de qualité de l'espace habitable est le principal critère à considérer qui varie selon l'aménagement de l'espace, l'ensoleillement, la ventilation, l'organisation des lieux intimes et communs ainsi que dans le rapport qu'il entretient avec l'extérieur. Selon Avi Friedman, architecte et professeur à l'École d'architecture de l'Université McGill et Michelle Côté, architecte, « *[[]a maison contemporaine doit offrir une diversité dans la configuration des espaces intérieurs.* » (Friedman & Côté, 2003b) Bien que la tendance Nord-américaine aux grandes maisons isolées des pôles de la ville est encore aujourd'hui le mode d'habitation le plus construit, cette idéologie tend à s'estomper peu à peu et se tourne vers une architecture plus adaptée aux modes de vie actuels, donc plus compacte et plus fonctionnelle. Suivant cette optique, comment arriver à convaincre les gens de se tourner vers des espaces de vie plus optimisés?

Dans son ouvrage intitulé *The New American Dream: Living Well in Small Homes*, James Gauer dresse une liste de principes à respecter pour l'aménagement des petits espaces, mentionnant d'emblée la nécessité d'une compréhension globale des besoins humains, une certaine aptitude à concevoir l'espace et plus que tout, une volonté de penser l'habitat autrement. (Gauer, 2004) De cette liste ressortent les proportions de l'espace selon l'échelle humaine, le principe de modularité, la transparence des espaces grâce notamment au plan ouvert et à la prolongation de l'intérieur

vers l'extérieur par de grandes ouvertures vitrées ainsi que la multifonctionnalité des espaces imposant à une pièce de jouer plusieurs rôles à la fois, tous des principes qui s'apparentent aux avantages, énumérés précédemment, de la préfabrication.

4 Densité de l'habitat

« *Le développement durable vise la création d'une communauté mixte, plus autonome, une communauté qui maximise l'utilisation des terres et, par conséquent, minimise l'expansion des villes.* » (Friedman & Côté, 2003b)

4.1 Phénomène social, environnemental

Les dernières décennies ont été marquées par un phénomène de décroissance du nombre de personnes par ménage et d'une dissolution plus ou moins partielle de la famille traditionnelle. Cette diversité et ce dynamisme dans l'éclatement de la famille actuelle impliquent donc une variété tout aussi importante au niveau de l'habitation. La demande en logements ne serait donc pas nécessairement attribuée à l'augmentation de la population, mais davantage à la division de la famille traditionnelle. L'habitation, au sens large, doit s'adapter à ces changements sociaux grandissants et faire en sorte que les occupants de grandes maisons banlieusardes délaissent leurs grands espaces éloignés pour un espace habitable plus compact en ville, se rapprochant ainsi des services et le plus souvent du travail. De cette manière, nous en viendrons à freiner l'étalement urbain et ainsi à consolider la ville existante. Comme le mentionne Friedman et Côté, «*la priorité doit être donnée au développement des lots vacants, des espaces non construits et des anciens terrains industriels des communautés existantes.*» (Friedman & Côté, 2003a) De la sorte, un renouvellement de l'architecture résidentielle de qualité dans les quartiers urbains existants serait le moyen le plus éloquent de parvenir à une densification et ainsi prouver la plus-value et la viabilité de quartiers compacts. (Vachon, 2009) De plus, la densité impose une certaine diversité des espaces et une mixité des fonctions, au sein même du bâtiment et du voisinage.

4.2 Mixité | Variété

« *La densification n'implique pas une uniformité du type bâti mais une redéfinition des types. En effet, la mixité des types et des densités est encouragée.* » (Friedman & Côté, 2003b)

En plus des vertus environnementales, habiter la ville sous-entend les notions de collectivité, de voisinage et d'interaction sociale et du bâti. Afin de s'adapter au dynamisme des modes de vie actuels, les nouveaux développements résidentiels doivent allier diversité et densité. Cette densité reliée à l'habitation « *offre des statuts d'occupation et des typologies d'habitat variés et participe ainsi à la complexité de la ville et dans nombre de cas à la mixité sociale.*» (Der Madirossian, 2009) Dans ce contexte, le projet Silodam de MVRDV à Amsterdam (2002) traduit la transposition d'un

quartier mixte, autant diversifié dans les typologies que dans les personnes qui y logent. (Figure 11) (voir Précédent 1 en annexe) Ces 157 unités réparties sur 10 étages offrent autant de propriétés



Figure 11 Projet Silodam, Amsterdam

que d'unités locatives et sont conçues afin de proposer une large variété de typologies pour répondre aux différents besoins de la société. En plus de la diversité des espaces habitables, le projet présente une mixité fonctionnelle jumelant ainsi commerces et habitation. Cette mixité se transpose jusqu'à la façade alors que chaque typologie est distincte par un matériau de revêtement différent.

Dans le cadre de l'essai (projet), la mixité et la variété se présenteront sous trois formes : la mixité fonctionnelle, sociale et constructive. Toutes intimement reliées, ces formes de mixité visent une fois de plus l'adaptation au plus grand nombre de personnes. Dans l'ouvrage intitulé *Sociologie urbaine*, Grafmeyer et Authier abordent la diversité fonctionnelle dans un milieu urbain comme l'exposition à une vaste étendue d'activités et de fréquentations occasionnées par la proximité qui n'aurait « pas lieu d'être dans des secteurs urbains réduits à une vocation exclusivement résidentielle. » (Grafmeyer et Authier, 2008) À l'intérieur même d'un bâtiment où il y a diversité des fonctions et des usages tels qu'habitation et commerce, la diversité sociale apparaît d'elle-même de par la proximité de divers services. Cette diversité sociale, fortement recommandée pour obtenir une densité viable au sein d'un bâtiment et d'un quartier, nécessite une variété des typologies d'habitation afin de s'adapter aux multiples façons de vivre. Ailleurs dans le monde, on dénote le même type d'enjeux, c'est ainsi que le Voralberg (Autriche) prévoit, dans un développement d'habitation collectif, le jumelage de plusieurs typologies et de plusieurs types de financement (locatif, propriété) de façon à garantir une certaine mixité. (Gauzin-Müller, 2009) De cette nécessité s'impose une façon de construire qui s'adapte à ces différentes typologies. La préfabrication se présente de manière à offrir une certaine versatilité de ses composants de construction, de la

cellule habitable tridimensionnelle au système de panneaux permettant une flexibilité dans la manière d'aménager l'espace, et donc de satisfaire la majorité.

5 Flexibilité

«Les manières de vivre se multiplient, les habitudes et les routines n'étant pas les mêmes pour tout le monde, les gens demandent des espaces habitables de plus en plus variés. La flexibilité devient une constante des plans de l'architecte qui essaie de trouver des solutions aux tendances changeantes de la société et donc de l'habitant en particulier.» (Bahamon et Sanjinés, 2008)

5.1 Évolution de l'espace habitable

La flexibilité désigne la capacité d'un espace à s'adapter au changement et à évoluer dans le temps de façon à augmenter sa durabilité. Au niveau de l'habitation, la flexibilité découle de l'adaptabilité du logement ou de l'espace à ses occupants selon leurs habitudes de vie. Il est donc primordial, en tant que concepteur, d'octroyer une certaine souplesse dans la définition des espaces habitables pour permettre une appropriation libre de l'occupant. *« L'architecte, en effet, idéalise ou propose une manière d'habiter, tandis que l'habitant la met en pratique différemment en redéfinissant l'espace et les intentions du concepteur. »(Bahamon et Sanjinés, 2008)*

Qualité fortement recherchée dans l'habitation contemporaine, la flexibilité éviterait la consommation de l'habitation tel un bien matériel quelconque, et éviterait ainsi l'option du déménagement en effectuant de simples modifications mineures au plan afin de l'adapter aux changements familiaux qui peuvent survenir au cours d'une vie. Dans ce cas, *« [l]e design doit cependant prévoir les interventions futures et planifier l'espace pour que les modifications soient facilement réalisables », (Friedman & Côté, 2003b)* car il en est impossible d'en prévoir les changements nécessaires.

L'adaptabilité du logement devient une solution économique pour autant que la souplesse du plan original le permette. Ainsi, la conception de tels espaces nécessite la multifonctionnalité de plusieurs éléments ou composants présents à l'intérieur de ces espaces habitables. Pensons notamment aux murs, agissant le plus souvent comme structure ou limite, ces interstices qui créent l'espace peuvent être utilisés comme espace habitable tel que rangement, siège, alcôve et permettent ainsi de libérer l'espace contigu, ce qui contribue largement à la flexibilité de l'espace.



Figure 12 Poppy Desk, meuble lit et bureau

Par exemple, le mobilier intégré est une alternative intéressante dans le cas de petits espaces, afin de réduire le nombre de meubles dans la pièce et permettre une plus grande liberté d'aménagement de l'espace. La *Figure 12* illustre un concept de mobilier intégré développé à Paris sous le nom de «Maison Convertible», qui propose une grande variété de mobiliers «vivants», c'est-à-dire qu'ils s'adaptent aux besoins de chacun en jouant plusieurs rôles à la fois. Dans un modèle d'habitation plus «compact et économique, l'efficacité de ces espaces est primordiale.» (Friedman & Côté, 2003b) Dans le cadre d'un projet d'habitation dense, la modularité de ces espaces en utilisant la préfabrication faciliterait la conception et ainsi la construction. Plus concrètement, «*[l']indépendance entre le système structural et les divisions intérieures accroît la souplesse d'aménagement* ». (Friedman & Côté, 2003b) Ainsi, grâce aux différents systèmes préfabriqués qui permettent de repousser les limites en termes de portée structurale, la préfabrication est une fois de plus une option à privilégier. C'est donc dire que la qualité d'un logement est intimement liée à sa capacité à s'adapter et à perdurer dans le temps.

6 Le projet

6.1 Mission et pertinence

Face à l'évolution et l'éclatement de la famille traditionnelle, où les habitudes de vie sont complètement modifiées, et dans le but de proposer une alternative au phénomène d'étalement urbain, le projet se veut être une piste de solution afin de freiner l'augmentation de développements résidentiels



Figure 14 Vue route de l'Église

peu adaptés en périphérie de la ville. Aux regards de techniques de construction résidentielle qui ne semblent pas avoir évolué et qui ne sont pas adaptées aux besoins actuels de la société, la mission de l'essai (projet) est de démontrer le potentiel constructif et spatial de la préfabrication à travers la conception d'un ensemble d'habitation répondant à la diversité des habitudes et modes de vie de la société actuelle. De cette mission découleront certains enjeux importants qui guideront la conception tout au long du présent essai (projet). D'abord, l'enjeu de **qualité**, autant sur le plan architectural, formel et spatial, devrait augmenter l'intérêt des gens de la banlieue à se diriger vers un habitat plus compact au cœur de la ville. De ce fait, la **densité** de l'habitat, alternative à l'étalement urbain, devrait présenter une certaine compacité et mixité du logement tout en offrant des espaces intérieurs agréables et fonctionnels ainsi qu'un rapport étroit avec l'environnement

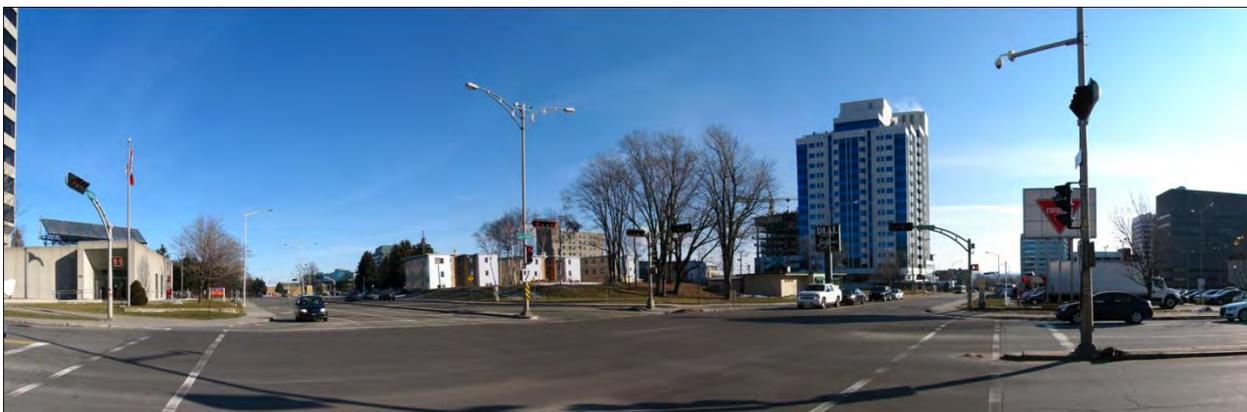


Figure 13 Vue du site à l'état actuel

extérieur. La **flexibilité** devient donc un enjeu important dans un contexte d'habitation dense afin d'offrir une grande variété et diversité des logements, notamment par l'adaptabilité possible et souhaitée de l'espace habitable. Il s'agit donc de développer un ensemble d'habitation à partir des techniques de préfabrication sur un site sous-exploité situé dans un secteur où la revitalisation et la densification sont présentement étudiées. (Figure 14)

6.2 Site et contexte

Le projet se développe autour de la densification «résidentielle» de la parcelle située au coin du boulevard Hochelaga et de la route de l'Église sur le plateau centre de Sainte-Foy. (Figure 13) Ce projet d'habitation de tailles et de formes diverses vise l'ensemble de la population qui désire s'établir au centre-ville dans des habitations plus compactes, plus fonctionnelles et de meilleure qualité.



Figure 16 Analyse de la ville de Québec



Figure 15 Étude la ville de Québec

Au cœur de l'actualité, ce secteur, qui a fait l'objet d'une présentation au Colloque de l'innovation 2011, fait partie de la nouvelle vision de la Ville de Québec de densifier et de revitaliser le plateau centre de Sainte-Foy afin d'en faire son centre d'affaires principal. La parcelle choisie est dans la mire de la municipalité comme étant un site prioritaire de redéveloppement et de densification. (Figure 15) Le site bénéficie d'une grande mixité et diversité des activités à proximité, notamment trois centres d'achat de grande surface, de nombreux restaurants, quelques commerces, des immeubles à bureaux et un hôpital. (Figure 16) Cette diversité des fonctions est nécessaire à la viabilité d'un projet d'habitation dense et varié. Toujours selon la ville de Québec, ce secteur comporte un fort potentiel de développement résidentiel et ainsi instaure un minimum de 65 logements à l'hectare dans leur plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de 2005.

Localisé au coin de la route de l'Église et du boulevard Hochelaga, le site est actuellement occupé par un petit commerce de textile, un espace de stationnement surdimensionné et au nord-est, sont implantés cinq immeubles à logements de trois étages chacun. En suivant l'optique de la ville de Québec, ces bâtiments seront déménagés ou démolis afin de proposer une requalification et une

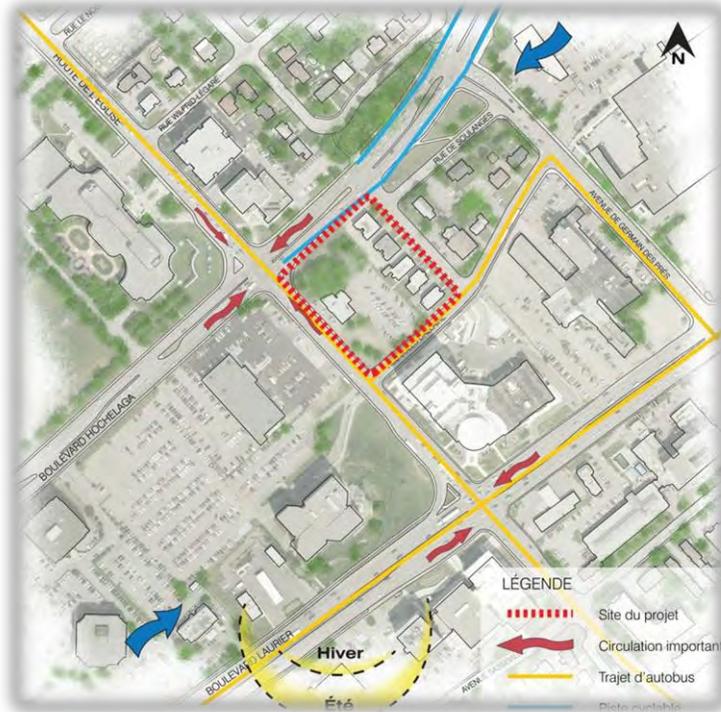


Figure 17 Analyse du site



Figure 18 Bâtiments existants

densification totale de cette parcelle en faisant cohabiter commerces et habitations. (Figure 18) Adjacent à la parcelle se trouve, au sud-est le complexe Jules Dallaire, qui avec son amplitude est le bâtiment environnant le plus important à considérer lors de la conception. De l'autre côté du boulevard Hochelaga, s'élève une tour de 10 étages qui logent les bureaux du Gouvernement du Canada. À eux seuls, la tour et le complexe Jules Dallaire plongent la parcelle dans une sorte de creux, un vide dans la ville. La présence de ces bâtiments de grande hauteur de part et d'autre permet et justifie l'implantation d'un ensemble d'habitation à forte densité. Mis à part l'obstacle au soleil que constitue le complexe, le site est pleinement ensoleillé tout au long de la journée ce qui permettra aux habitants de profiter d'un maximum d'éclairage naturel. (Figure 17)

Point de vue de l'accessibilité, le site est bordé par les axes de circulation principaux de la Ville de Sainte-Foy. Il bénéficie largement du réseau de transport en commun (MétroBus, leBus, eXpress) tout au long de la journée et sept jours par semaine ce qui le rend facilement accessible. De plus,

la présence d'une piste cyclable sur le boulevard Hochelaga et la proximité des services encouragent la circulation piétonne et à vélo.

6.3 Concept

Pour le projet, l'idée était d'offrir des logements de qualité, en plein cœur de la ville, qui soient plus compacts et plus fonctionnels en ayant comme base un système de préfabrication pour générer ensuite une forme à plus grande échelle. En utilisant le système modulaire et ses qualités structurales autoportantes pour les habitations, vient l'idée de l'étalement vertical par la superposition des différents modules. (Figure 20) Ce principe exploite les avantages intrinsèques de la préfabrication en mettant en avant-plan les longs porte-à-faux, les façades libres, mais surtout les modules et leurs joints d'assemblages, car selon l'architecte Jacques White, « *la forme suit la construction.* » *L'expression de la boîte [...] ou du plan libre [...] n'est pas à fuir [...], mais au contraire à mettre en évidence.* » (White, 2008)

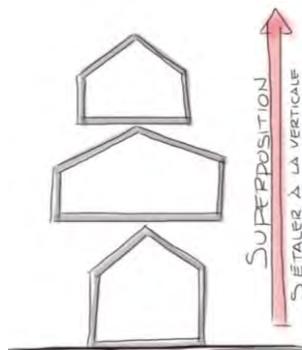


Figure 20 Superposition

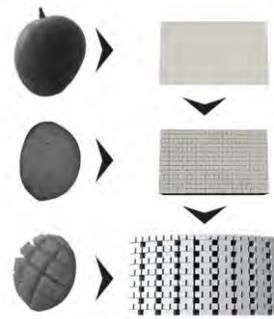


Figure 19 Principe d'ouverture



Figure 21 Espace appropriable en ville

Ensuite, afin de rendre l'habitat en ville plus fonctionnel, vient la notion d'un espace extérieur privé et appropriable pour chaque occupant, augmentant ainsi la qualité de l'espace par une plus grande relation entre l'intérieur et l'extérieur. Cet espace privé émerge d'un des aspects recherchés d'une habitation standard qui est ensuite transposé à la ville dans un ensemble d'habitation plus dense. (Figure 21) Afin d'intégrer cet espace et en manipulant les différents modules, est apparu le principe du déploiement, de l'ouverture vers l'extérieur. Dans ce cas-ci, l'idée est de prendre le volume maximal d'occupation du site au sol et en hauteur, de lui assujettir une certaine trame, selon la dimension des différents modules, et de le déployer, ce qui vient créer des interstices entre chaque module, et donc des zones d'intimité appropriables pour chaque habitation. Ce

déploiement vient de la métaphore avec une section de mangue, que l'on coupe en suivant une trame et que l'on déploie ensuite. (Figure 19)

6.4 Description et programme

Donc, le projet se présente sous la forme d'un bâtiment variant en hauteur sur chaque façade jusqu'à 12 étages et donnant sur 4 rues. (Figures 22-23) Le rez-de-chaussée est entièrement consacré à des activités commerciales en relation directe avec les axes publics que deviendront la route de l'Église et le boulevard Hochelaga selon le nouveau plan d'urbanisme de la Ville de

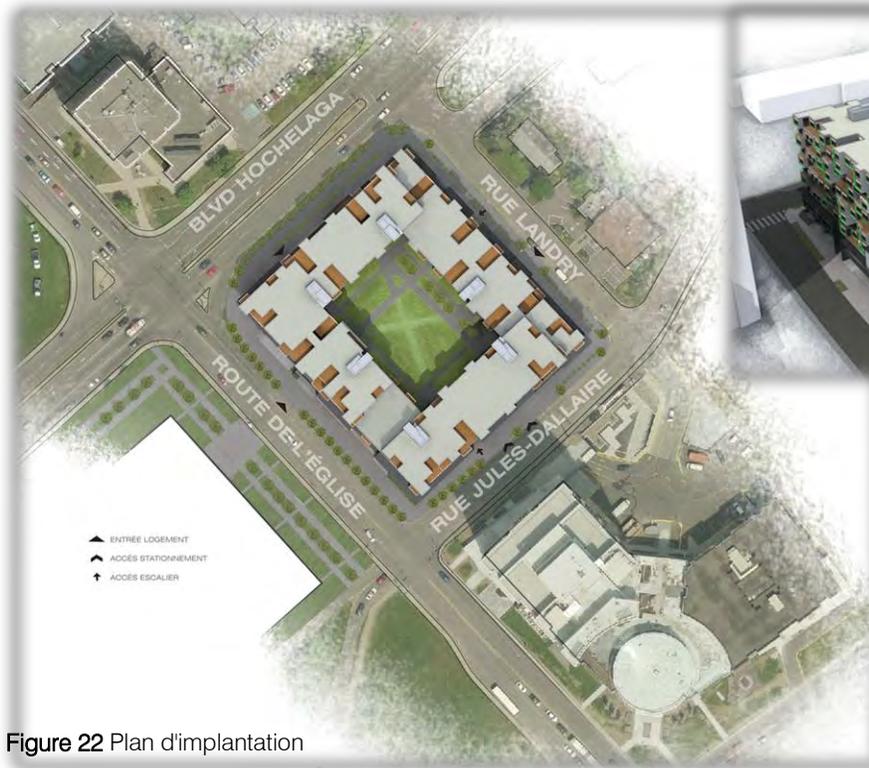


Figure 22 Plan d'implantation

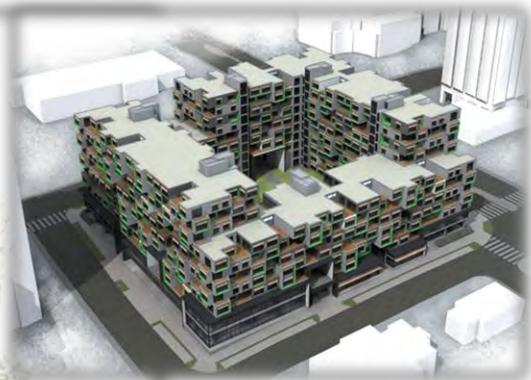


Figure 23 Vue vol d'oiseau

Québec. Comme illustré à la Figure 25, la cour intérieure surélevée, espace vert au cœur de la ville, procure une sécurité à la proximité des voies de circulations importantes en plus de favoriser les échanges et la sociabilité avec le voisinage vu son côté commun. (Figure 24) Les parois de la cour intérieure, que représentent les façades vitrées des habitations, sont percées de grandes ouvertures vers la ville, sur chaque façade, permettant l'entrée de lumière et de ventilation naturelles, mais aussi pour mettre en relation la cour avec la ville et ainsi donner des perspectives différentes sur le quartier. Sous cette cour, on retrouve des espaces de stationnements intérieurs sur plusieurs niveaux pour les résidents ainsi qu'un stationnement public accessible via la rue Jules-Dallaire. (Figure 22) Du côté de la rue Landry, des commerces et services locaux pour les

résidents, de plus petits gabarits que sur le boulevard Hochelaga et la route de l'Église, ont été privilégiés pour répondre aux fonctions plus résidentielles que représente cette rue.

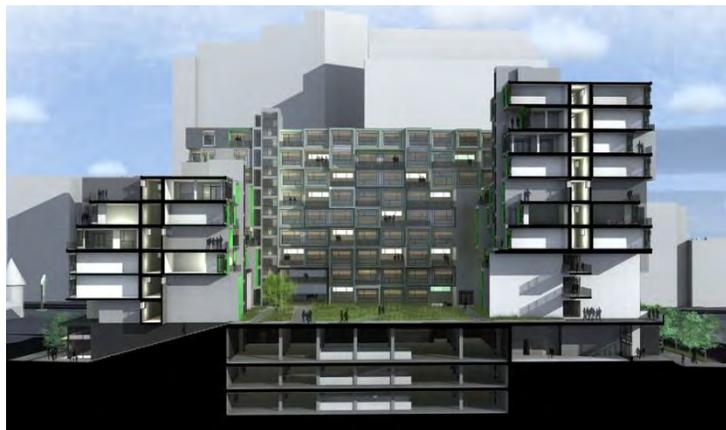


Figure 25 Coupe transversale



Figure 24 Vue cour intérieure

6.5 Qualité des espaces

Suivant la logique de la démarche, à l'inverse de débiter avec une forme globale de bâtiment pour ensuite trouver les moyens de la construire, le projet s'est amorcé par la préfabrication, donc d'un module d'habitation de base pour ensuite générer la forme à plus grande échelle. Cette démarche conceptuelle s'est faite en respectant les limites dimensionnelles acceptables de la construction préfabriquée, qui sont rapidement devenues alliées et prémisses du concept du projet.



Figure 26 Module type 1



Figure 27 Assemblage type

Le projet propose une variété de typologies d'habitation compactes et fonctionnelles pouvant s'adapter à l'évolution et à la diversité des modes de vie de la société. C'est donc l'idée de partir d'un module de base, le *type 1* (Figure 26), et d'en faire plusieurs déclinaisons en juxtaposant un module à côté ou au-dessus, en porte-à-faux ou en retrait afin de créer des espaces diversifiés pouvant convenir à une clientèle variée. Dans ce cas-ci, huit types de logements différents ont été créés allant du type loft de 30m² au logement sur deux niveaux de 107m² pour arriver à un total de 284 unités de logements dans tout le projet. (Voir en annexe les autres types de logements) Suivant la logique de la préfabrication, ces huit modèles se répètent à travers le projet dans un

assemblage type, formé en emboîtant les différents modèles les uns sur les autres, qui se répète à son tour pour composer les façades du bâtiment. (Figure 27)

Dans chaque logement, l'espace est conçu de façon à être évolutif et adaptable aux besoins des occupants. À l'intérieur, certaines cloisons sont fixes, mais non porteuses, et délimitent les espaces de services tandis que les autres fonctions intérieures sont dans des espaces laissés libres d'appropriations. Les autres séparations présentes dans les logements sont des murs/parois amovibles ou rangements intégrés qui composent et rythment l'espace ouvert. Afin de contribuer à la flexibilité de cet espace, le mobilier intégré est utilisé comme espace habitable tel que



Figure 28 Type 1, option 1: Plan et vue intérieure

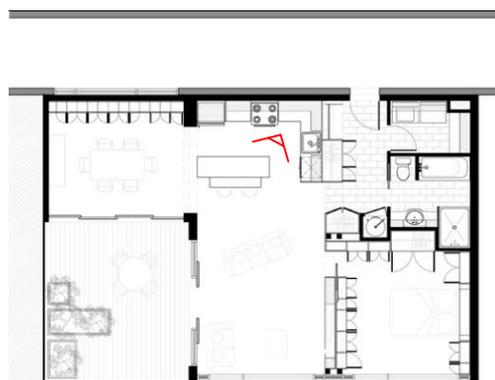


Figure 29 Type 1, option 2: Plan et vue intérieure

rangement, siège ou alcôve permettant ainsi la multifonctionnalité de l'espace et délimitant aussi les espaces de vie de l'habitation. La plupart de ces parois amovibles ne se prolongent pas jusqu'au plafond afin de donner un effet de grandeur à la pièce. Tel qu'illustré par les figures 28 et 29, chaque logement bénéficie d'un espace extérieur, un espace flexible, qui permet l'évolution de l'habitat et qui peut être transformé en pièce intérieure, comme une chambre supplémentaire ou un bureau, en espace semi-extérieur ou simplement laissé complètement extérieur. De l'intérieur des logements, la préfabrication s'exprime par la forme longue et étroite de chaque module, par l'expression de la jonction entre ces modules laissée apparente ainsi que par la projection vers l'extérieur de chaque module d'habitation.

6.6 Système constructif

Pour le projet *Variation | Préfabrication*, le système structural et constructif préconisé est le modèle hybride, puisqu'il intègre et exploite les différentes techniques de construction préfabriquée et différents matériaux en tirant parti des qualités et avantages de chacun. C'est donc cette démonstration que le projet propose à travers les différentes fonctions et les différents niveaux. Comme la *Figure 30* l'illustre, la partie inférieure, du socle commercial au sol de la cour intérieure, est composée d'une structure entièrement en béton, pour soutenir les étages supérieurs, et d'un système d'éléments et de panneaux préfabriqués. L'utilisation de ces techniques permet d'atteindre de grandes portées et d'avoir de grandes surfaces aménageables pour les commerces, mais aussi de donner une impression de légèreté aux étages inférieurs en permettant d'avoir des façades presque entièrement vitrées, ce qui amincit le socle, qui habituellement est plus massif.

Ensuite, formant la colonne vertébrale du projet, les circulations verticales et horizontales, toutes deux en structure de béton, supportent et contreventent l'ensemble des modules d'habitation supérieurs. Fait de modules de béton préfabriqué (3mx3,5mx12m), la circulation horizontale s'empile par un principe d'emboîtement à la verticale et à l'horizontale, formant ainsi un corridor à chaque étage qui traverse l'ensemble du projet. De plus, la partie supérieure de ces modules permet le passage de la mécanique à l'horizontale pouvant ensuite être acheminée à chaque habitation. Ces modules sont percés à certains endroits vis-à-vis l'interstice entre les modules pour procurer une lumière naturelle et aussi dynamiser la promenade intérieure. (*Figure 33*) La circulation verticale, construite avec le même principe d'emboîtement, en béton préfabriqué, permet un assemblage rapide et efficace sur le chantier puisque chaque module est composé de deux paliers en béton, servant de contreventement, d'une section d'escaliers métalliques préassemblée, d'un espace pour

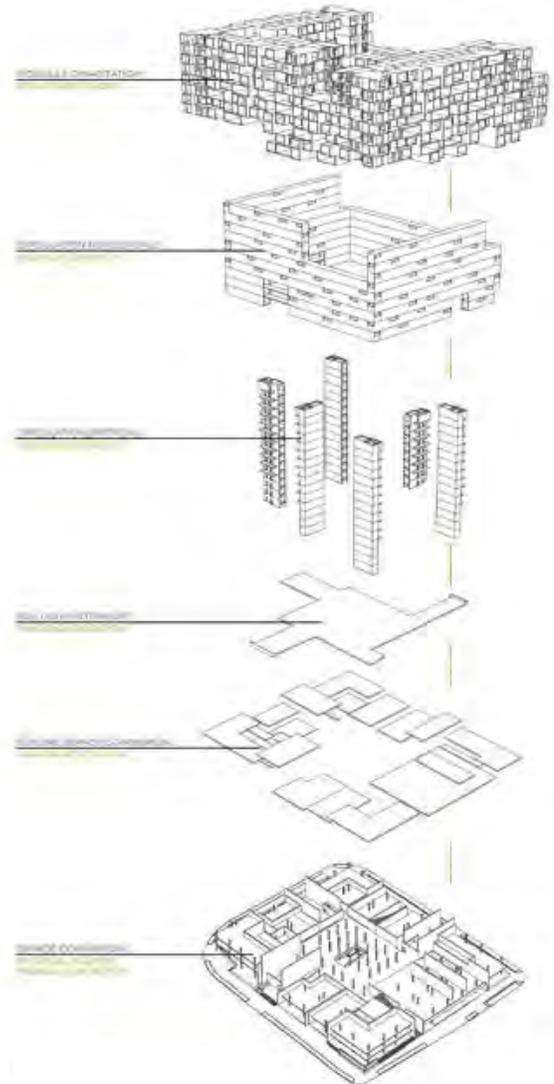


Figure 30 Axonométrie systèmes constructifs

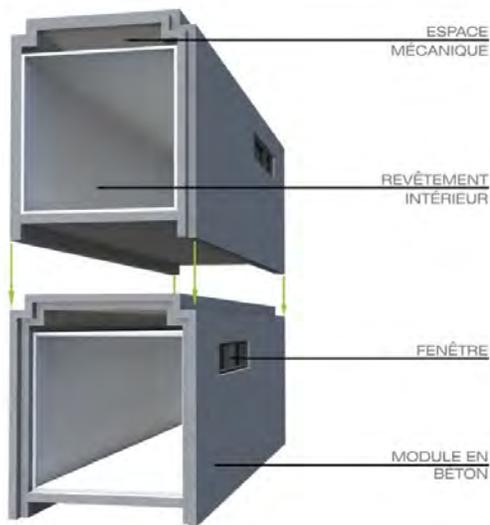


Figure 33 Circulation horizontale

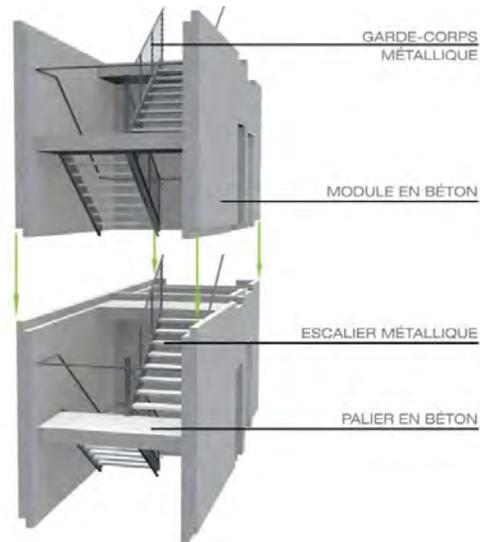


Figure 34 Circulation verticale

l'installation d'un ascenseur et d'un espace pour le passage de la mécanique à la verticale. (Figure 34) Tous ces composants réduisent le nombre de manipulations au chantier.

Enfin, les modules d'habitation sont composés d'une structure en acier, entièrement fabriquée à l'usine. (Figure 32) L'utilisation de ce type de structure permet d'alléger le poids de chaque unité en plus d'être évolutif, grâce à sa facilité à s'assembler et se démonter, ce qui donne à l'ensemble du projet, la possibilité d'augmenter, au fil des années et selon les besoins, le nombre de modules. Le

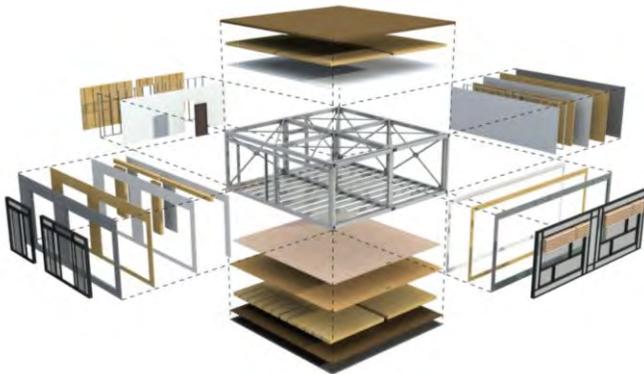


Figure 32 Structure et construction type



Figure 31 Vue de nuit, route de l'Église

revêtement extérieur de ces modules en panneaux d'aluminium, souligne l'expression de la préfabrication par l'apparence de ces joints, autant à la jonction entre chaque module qu'à la rencontre des différents plans. Aux extrémités, en projection vers la rue ou vers la cour intérieure, de grandes parois vitrées permettent d'avoir de grandes ouvertures vers l'extérieur et projetant ainsi, en soirée, l'intérieur vers l'extérieur, comme une sorte de lanterne, accentuant du même coup l'effet d'empilement de boîtes. (Figure 31) Donc, l'assemblage général de ses modules en acier se fait par empilement, appuyés sur le socle en béton et fixés les uns aux autres ainsi qu'aux circulations en béton.

7 Conclusion

La tendance actuelle de densification et de requalification de la ville existante est l'occasion de repenser et d'innover en matière d'architecture. L'étalement urbain ne cesse de progresser et la consolidation des quartiers existants devient une nécessité. Avec les habitudes et modes de vie de la société contemporaine qui évoluent rapidement, le secteur de l'architecture et de la construction n'a nul le choix de proposer des solutions innovantes qui s'inscrivent dans la pensée « durable » d'un développement urbain sain. À cet égard, la construction préfabriquée représente une piste de solution dans un domaine qui stagne depuis des décennies. Le potentiel et les avantages environnementaux, spatiaux, économiques et constructifs de l'utilisation de cette technique démontrent la pertinence de prendre ce tournant dans le domaine de la construction, autant à petite qu'à grande échelle, et ainsi abolir « l'idée préconçue qu'une maison préfabriquée est une [seule] alternative moins chère de constructions en série. » (Kottas, 2010) En effet, cette opinion finira par se dissiper en démontrant les qualités spatiales (aménagement et adaptabilité de l'espace) et constructives (expression et types de systèmes) de la technique préfabriquée. L'essai (projet) a démontré cette pertinence à travers la conception d'un ensemble d'habitation sur un site sous-exploité du plateau centre de Sainte-Foy en misant sur la qualité, la densité et la flexibilité des espaces proposés ainsi que leur relation avec le contexte environnant.

L'objectif principal du projet, fixé au tout début, d'utiliser une technique de construction, la préfabrication, et de l'utiliser comme moteur d'exploration et de conception pour générer le projet d'architecture, a été largement atteint. Le but étant de marier conception et construction tout au long du processus afin de maintenir et d'en arriver à une cohérence globale du projet.

Le projet tel que présenté le 7 septembre 2012 (*Voir en annexe*) démontre ce processus d'élaboration conjoint indissociable d'un projet d'architecture de qualité. Aux yeux du jury, les modules d'habitation, sorte de boîtes empilées les unes sur les autres, vont dans le sens de la préfabrication et en tire parti par la variation possible et souhaitée des espaces proposés. Ce principe d'habitation par module de même que la diversification constructive du socle commercial pourraient s'appliquer à d'autres projets de développement à grande échelle. Aussi, l'aspect économique a été soulevé, la façon de vendre la préfabrication. Le principe des modules pourrait être poussé encore plus loin et faire émerger une notion d'aléatoire de l'apparence globale d'un futur bâtiment par la possibilité pour un futur acheteur de choisir, hors site, son type de module, son étage et son orientation. De plus, le côté très dense du projet et la proximité du voisinage ont

été questionnés, à savoir si un projet de cette envergure pourrait être envisageable pour la ville de Québec. Le projet présenté ne se veut pas une finalité, la poursuite du processus pourrait tenir compte d'une étude plus approfondie sur la lumière naturelle ainsi que sur l'intégration de jardins communs à travers et sur le bâtiment. Sommes toutes, l'avancement technique et l'utilisation contrôlée de la préfabrication ont été soulignés et appréciés.

Cette exploration par l'habitation vise l'ouverture de la pensée populaire face à la préfabrication et la progression du domaine de la construction et de la profession d'architecte. Elle ne prétend pas apporter la solution absolue afin de freiner l'étalement urbain et la construction en série de logements de piètre qualité, mais vise plutôt à répondre au dynamisme des besoins actuels de la société en proposant des espaces habitables qui soient adaptables ainsi que conçus et construits avec un souci de l'environnement.

Bibliographie

Asensio Cerver, Francisco & Bahamón, Alejandro. *Mini house*. New York : Harper Design International, 2003, 191 pages

Bahamon, Alejandro et Maria Camila Sanjinés. *Haute Densité : Habitat contemporain*. Collection Habitat Contemporain. Paris: Édition L'inédite, 2008, 187 pages

Corte Madera, Calif. *Great spaces small houses*. New York : Harper Design International, 2003, 253 pages

David, Paul-Henri. *Le double langage de l'architecture*. Paris : Harmattan, 2003, 272 pages

Dehan, Philippe. « La qualité architecturale entre art et usages », In: Biau, Véronique et François Lautier. (dir.) *La qualité architecturale: acteurs et enjeux*. Paris: La Villette, 2009, pages 88-93

Der Madirossian, Laure. *Pour un habitat dense individualisé : [20 formes urbaines diverses et contextuelles]*. Lyon : CERTU. Collection du CERTU, 2009, 238 pages

Friedman, Avi et Michelle Côté. *Les maisons et les communautés de l'âge de l'information: stratégies pour une croissance rationnelle*. Montréal, Société d'habitation du Québec, 2003a, 152p.

Friedman, Avi et Michelle Côté. *Maisons à coût abordable et communautés viables: projets d'une décennie de transition*. Montréal, Société d'habitation du Québec, 2003b, 152p.

Gauer, James. *The new American dream : living well in small homes*. New York, NY : Monacelli Press, 2004, 238 pages

Gauzin-Müller, Dominique. *L'architecture écologique du Vorarlberg : un modèle social, économique et culturel*. Paris : Éditions Le Moniteur, 2009, 405 pages

Grafmeyer, Yves. *Sociologie urbaine*. Collection: 128. Sociologie-Anthropologie. 2e éd. [Paris] : Colin, 2008, 126 pages

Kottas, Dimitris. *Maisons contemporaines: Modules et Préfabs*. Barcelone, Espagne: Links Books, 2010, 299 pages

Kronenburg, Robert. *Flexible : une architecture pour répondre au changement*. Paris : Norma, c2007, 239 pages

Lemelin, André. *Bâtir et Innover. Tendances et défis dans le secteur du bâtiment*. Conseil de la science et de la technologie. Gouvernement du Québec, 2003, 38 pages

Melhuish, Clare. *Modern house 2*. London : Phaidon, c2000, 235 pages

Prouvé, Jean et Raymond Guidot. *Jean Prouvé « constructeur »*. Paris: Centre Georges Pompidou. Collection Monographie, 1990, 247 pages

Serfaty-Garzon, Perla. *Psychologie de la maison : une archéologie de l'intimité*. Montréal : Éditions du Méridien, 1999, 117 pages

Smith, Ryan E. *Prefab architecture: a guide to modular design and construction*. Hoboken, N.J. : John Wiley & Sons, 2010, 366 pages.

Vachon, Geneviève. *Survol des exemples internationaux*. Conférence au Colloque sur l'innovation 2009 présenté par la ville de Québec.

White, Jacques. *Maisons modulaires contemporaines : rapport de recherche-crédation*. Québec : École d'Architecture de l'Université Laval, 2008, 114 pages

White, Jacques. *La Qualité en architecture: Pour qui? Pourquoi? Comment?*. Conférence au Colloque sur l'innovation 2011 présenté par la ville de Québec

Essais (projets) consultés

Barabé-Pépin, Chloé. *Diver cité : habitat flexible*. Essai (M. Arch.), Université Laval, 2010, 45 pages

Dubois, René. *Variété et flexibilité: des qualités à privilégier pour des cadres de vie adaptés*. Essai (M. Arch.), Université Laval, 2006, 47 pages

Gobeil, Pascal. *Vers une préfabrication « architecturée » de l'habitation individuelle. Enjeux, critères et moyens de la qualité architecturale pour une préfabrication résidentielle*. Essai (M. Arch.), Université Laval, 2007, 60 pages

Sites internet consultés

Préfabrication, [En ligne], Page consultée le 18 février 2012
http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/celoab/reou/idloab/cote/pr/pr_002.cfm

Annexes

Planches finales du projet présentées le 7 septembre 2012



VARIATION | PRÉFABRICATION

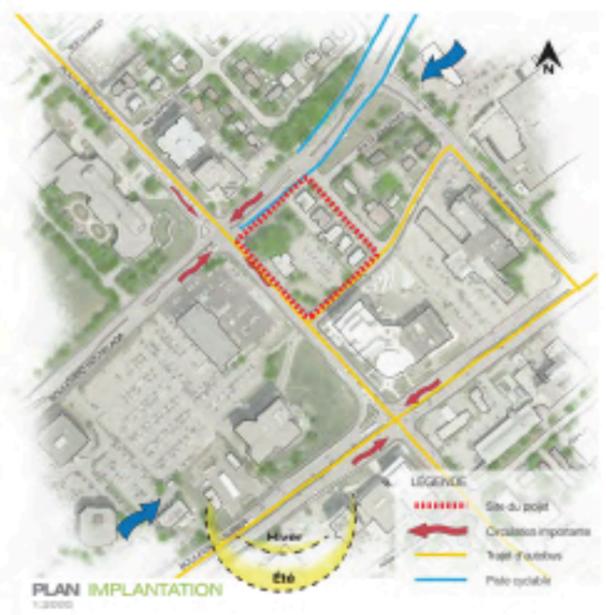
Pour une densité de l'habitat de qualité sur le plateau centre de Sainte-Foy

COUPE LONGITUDINALE A-A

Le présent essai (projet) se penche sur la conception d'un projet d'habitation dense où commerces et habitations cohabitent. En réaction aux techniques de construction résidentielle qui ne semblent pas avoir évoluées et qui ne sont pas adaptées aux besoins actuels de la société, utilisation de la préfabrication agit comme moteur d'exploration d'un modèle d'habitat diversifié alliant qualité, densité et flexibilité de l'espace. Il s'agit donc de développer un ensemble d'habitation à partir des techniques de préfabrication sur un site sous-exploité situé dans un secteur où la revitalisation et la densification sont présentement étudiées. Le projet se développe autour de la densification «résidentielle» de la parcelle située au coin du boulevard Hochelaga et de la route de l'Église sur le plateau centre de Sainte-Foy. Certains enjeux importants guideront la conception tout au long du présent essai (projet). D'abord, l'enjeu de qualité, autant sur le plan architectural, formel et spatial, devrait augmenter l'intérêt des gens de la banlieue à se diriger vers un habitat plus compact au cœur de la ville. De ce fait, la densité de l'habitat, alternative à l'étalement urbain, devrait présenter une certaine compacité et mixité du logement tout en offrant des espaces intérieurs agréables et fonctionnels ainsi qu'un rapport étroit avec l'environnement extérieur. La flexibilité devient donc un enjeu important dans un contexte d'habitation dense afin d'offrir une grande variété et diversité des logements, notamment par l'adaptabilité possible et souhaitée de l'espace habitable.



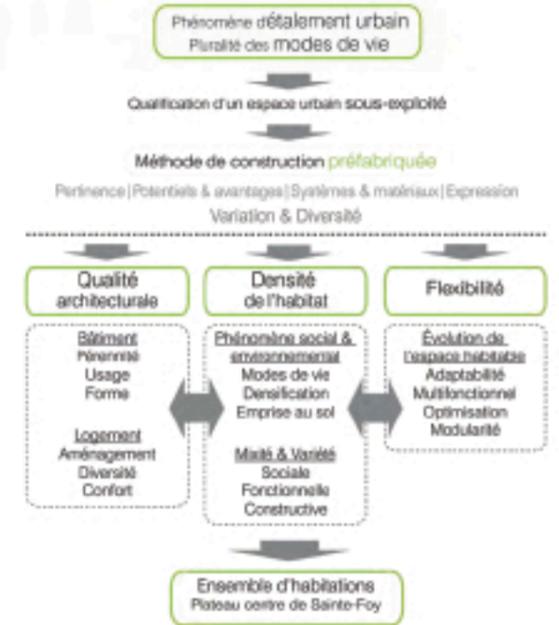
PLAN IMPLANTATION
1:500



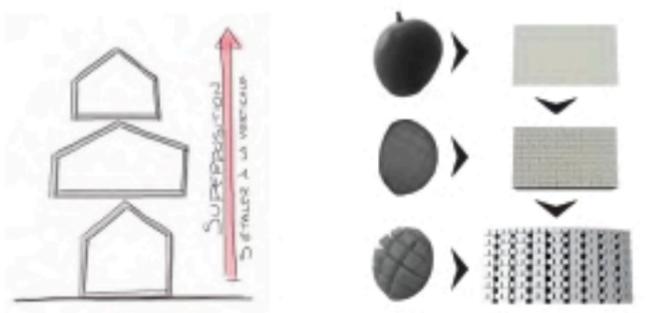
BÂTIMENTS À RELOCALISER
La parcelle est considérée comme un site prioritaire de redéveloppement et de densification par la Ville de Québec. Devant l'aberration du gabarit et de la faible densité des bâtiments existants sur l'îlot, le projet propose une requalification et une densification totales de la parcelle par une cohabitation de commerces sur 2 niveaux et d'habitations aux étages supérieurs.



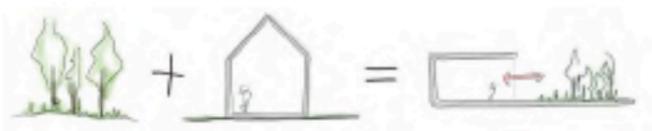
SYSTÈMES PRÉFABRIQUÉS



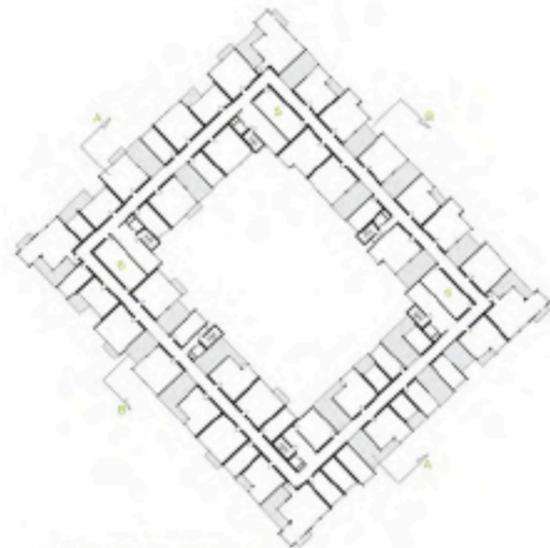
RÉSEAU DE CONCEPTS



SUPERPOSITION FORME SIMPLE PRINCIPE D'OUVERTURE



CROQUIS CONCEPTUELS



PLAN ÉTAGE TYPE NIVEAU 5
1:500



PLAN ÉTAGE COUR INTÉRIURE
1:500



PLAN REZ-DE-CHAUSSÉE
1:500



ÉLEVATION ROUTE DE L'ÉGLISE
1:1000



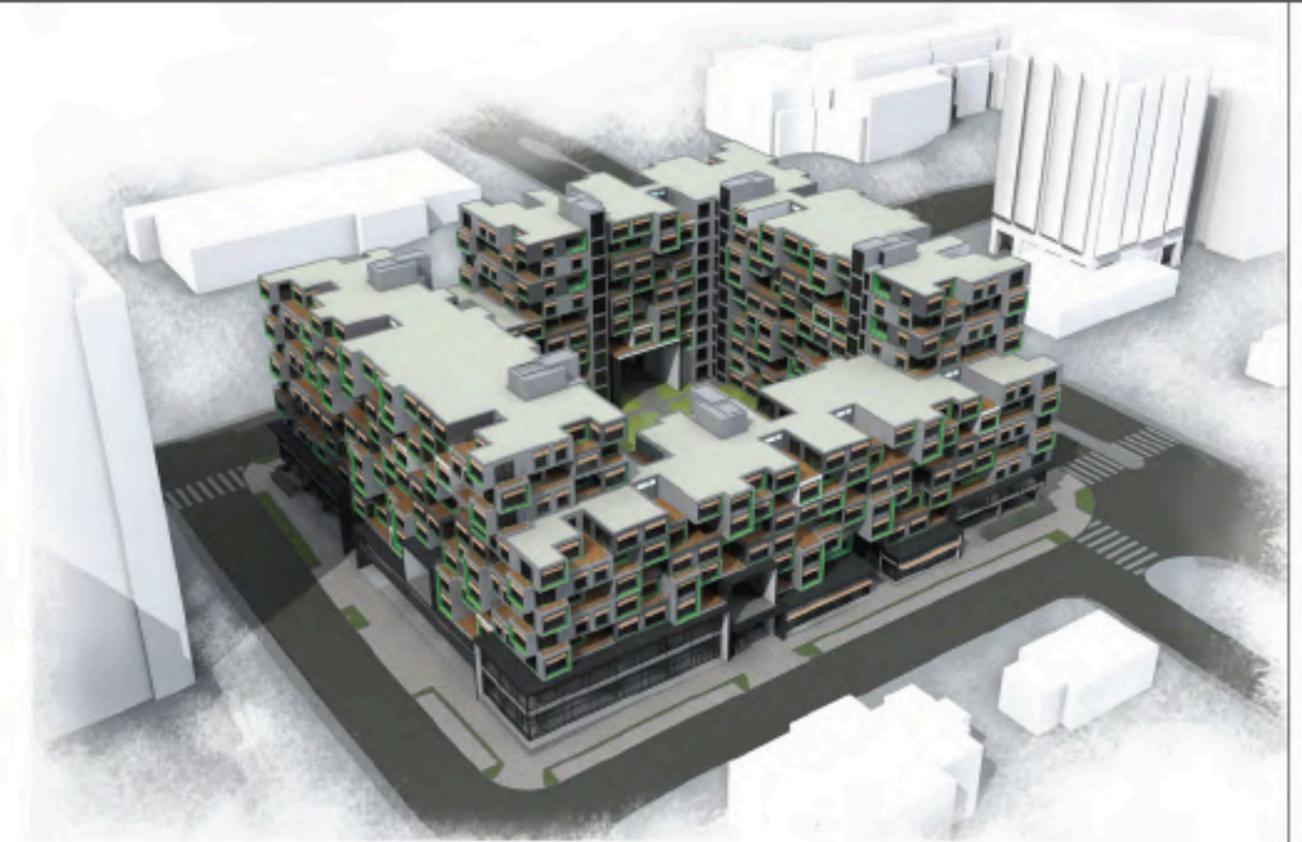
ÉLEVATION BOULEVARD HOCHELAGA
1:1000



ÉLEVATION RUE LANDRY
1:1000



ÉLEVATION RUE JULES-DALLAIRE
1:1000



VUE VOL D'OISEAU

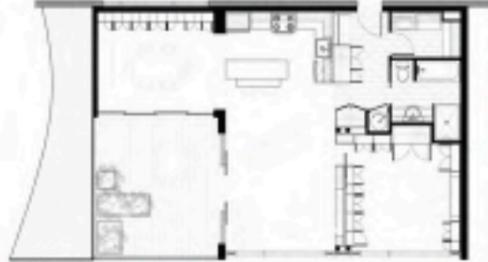


VUE ROUTE DE L'ÉGLISE

- 1 ESPACE COMMERCIAL
- 2 STATIONNEMENT PRIVÉ
- 3 STATIONNEMENT PUBLIC
- 4 HALL D'ENTRÉE PRINCIPAL
- 5 ESPACE DE RANGEMENT
- 6 ESPACE MÉCANIQUE



PLAN TYPE 1 Option 1 x 57
61m² (2 modules)
1:75



PLAN TYPE 1 Option 2
60m² (2 modules)
1:75



VUE INTÉRIURE OPTION 1



VUE INTÉRIURE OPTION 2



VUE BALCON



VUE COUR INTÉRIURE



PLAN TYPE 2 x 27
30m² (1 module)
1:100



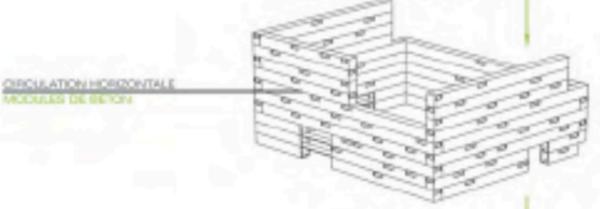
PLAN TYPE 3 x 53
60m² (2 modules)
1:100



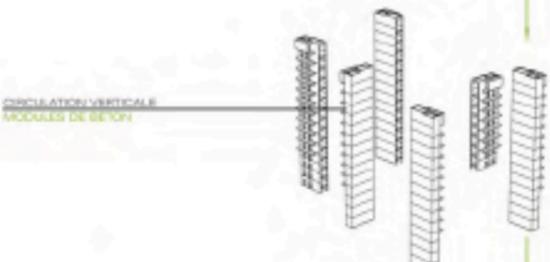
PLAN TYPE 4 x 32
34m² (2 modules)
1:100



MODULES PARAMÉTRIQUES
STRUCTURE D'ACIER



CIRCULATION HORIZONTALE
MODULES DE BÉTON



CIRCULATION VERTICALE
MODULES DE BÉTON



SOL COUR INTÉRIURE
PANELS DE BÉTON

TOITURE ESPACE COMMERCIAL
PANELS DE BÉTON

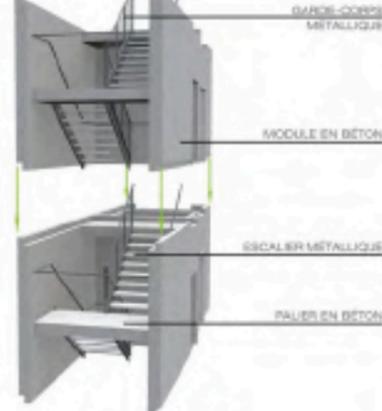


ESPACE COMMERCIAL
POTEAUX, POUTRES
PANELS DE BÉTON

AXNOMÉTRIE ÉCLATÉE
DIFFÉRENTS SYSTÈMES CONSTRUCTIFS



CIRCULATION HORIZONTALE



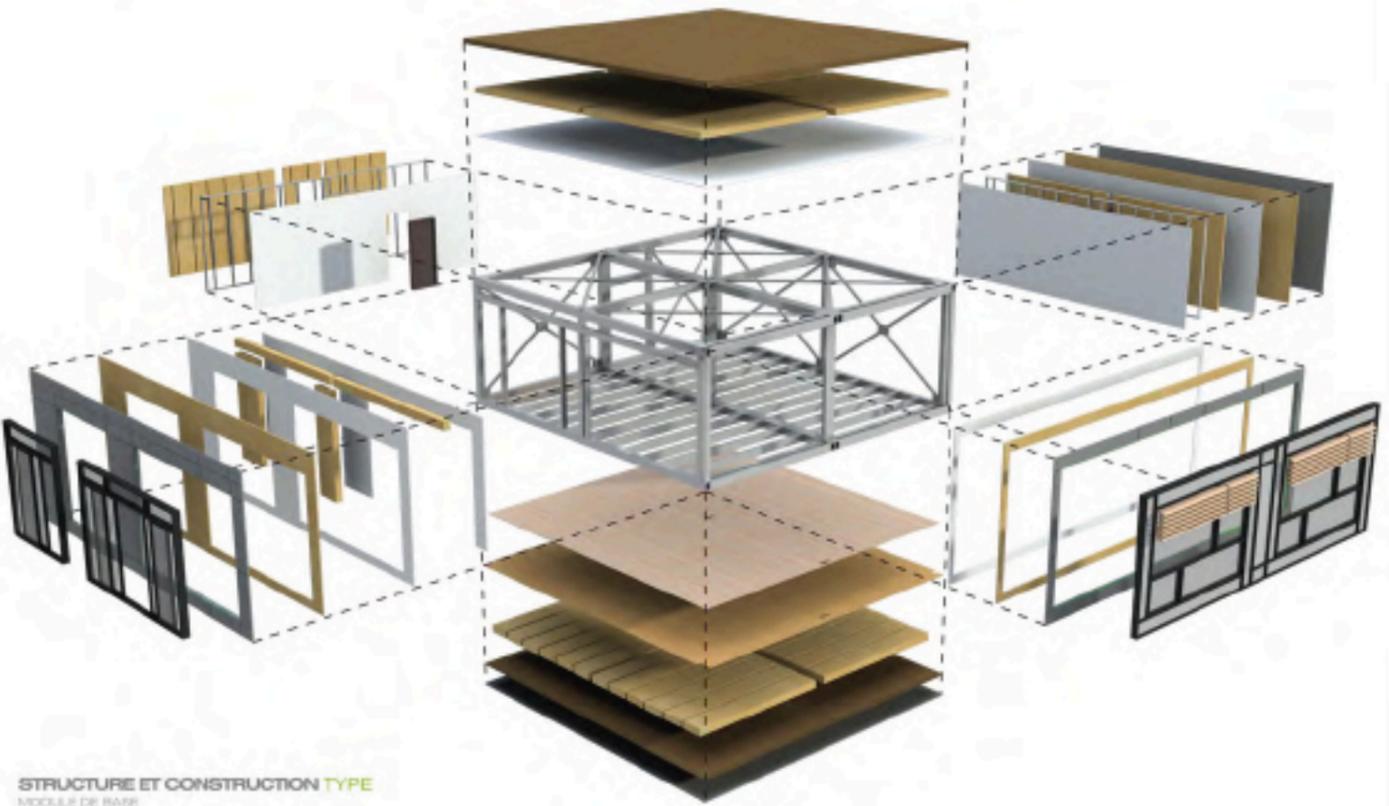
CIRCULATION VERTICALE



MODULE TYPE 1

SUPERPOSITION DES DIFFÉRENTS
MODULES POUR OBTENIR UN
ASSEMBLAGE TYPE RÉPÉTITIF

ASSEMBLAGE TYPE



STRUCTURE ET CONSTRUCTION TYPE
MODULE DE BASE



ETAGE



REG. DE CHAUSSE
PLAN TYPE 5 x 40
103m² | 3 modules
1:100



ETAGE



REG. DE CHAUSSE
PLAN TYPE 6 x 21
61m² | 3 modules
1:100



PLAN TYPE 7 x 14
74m² | 3 modules
1:100



PLAN TYPE 8 x 27
87m² | 3 modules
1:100



VUE DU TROTTOIR ROUTE DE L'ÉGLISE

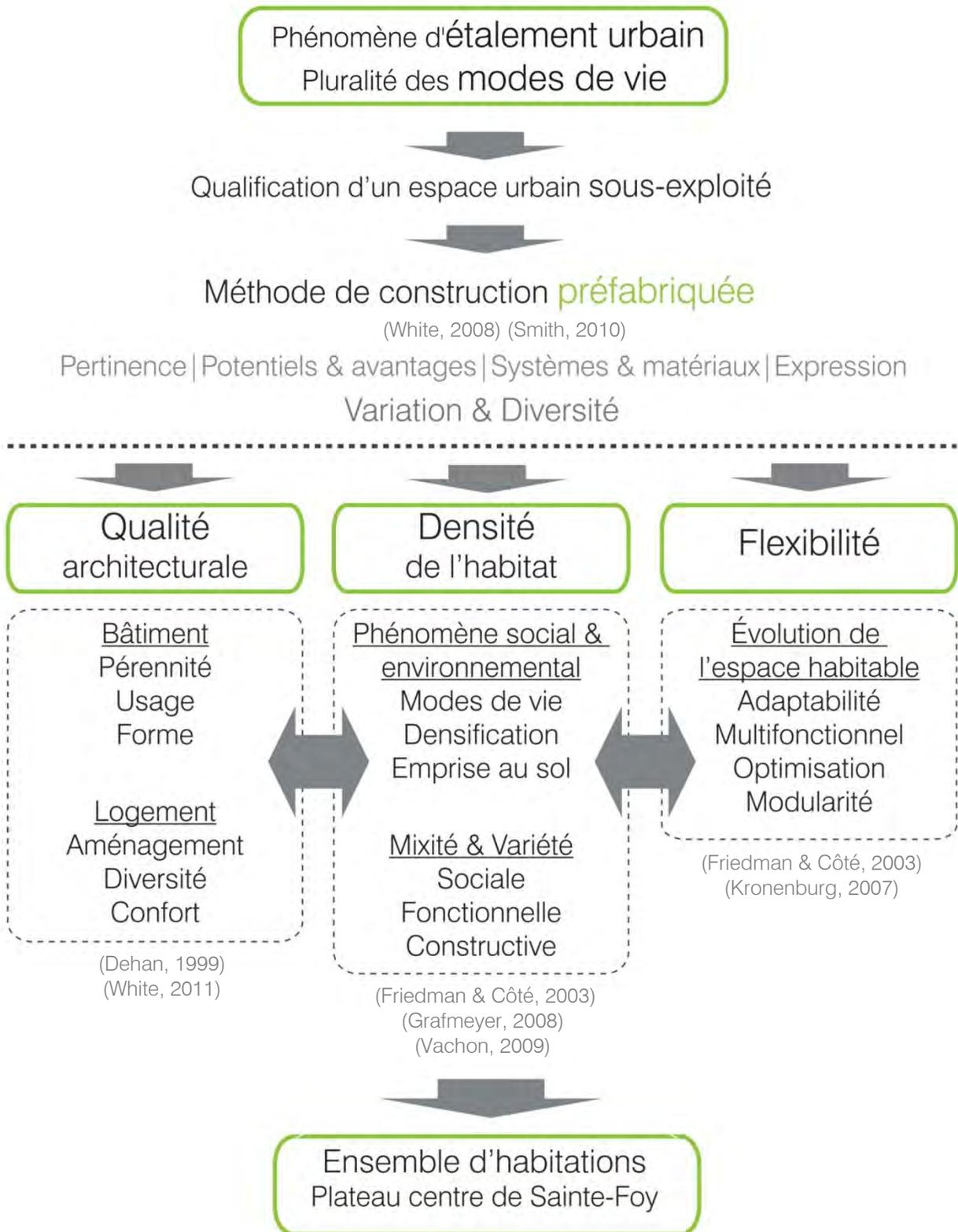


VUE DE NUIT ROUTE DE L'ÉGLISE



COUPE TRANSVERSALE B-B

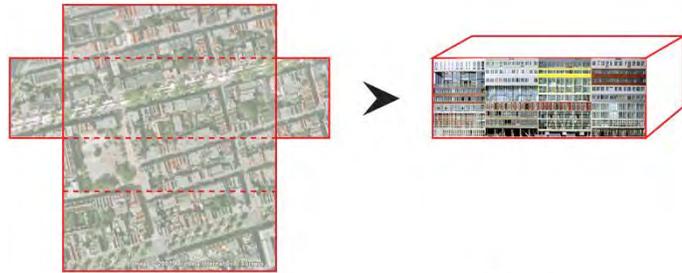
Carte des concepts



Précédent 1

Silodam, MVRDV, Amsterdam, NL, 2002

Ce projet d'habitation dense à Amsterdam se traduit par une transposition d'un quartier mixte, autant diversifié dans les typologies que dans les personnes qui y habitent. Ces 157 unités réparties sur 10 étages offrent autant de propriétés que d'unités locatives. Le projet est conçu afin de proposer une large **variété de typologies** pour répondre aux différents besoins de la société. Les unités diffèrent entre elles par leurs dimensions, la forme, l'orientation, le nombre d'étages, la présence ou non d'espace extérieur ainsi que la façon d'y accéder. L'aménagement intérieur aussi est différent offrant ainsi une **flexibilité**, permettant aux occupants d'**adapter** les divisions intérieures à leurs besoins. En plus de la diversité des espaces habitables, le projet présente une **mixité fonctionnelle** avec la présence de 600m² d'espace commercial, d'un gymnase, une marina et de nombreux espaces collectifs. Dans le but de former un tout, la multiplicité du parement extérieur, de différentes couleurs, est en lien direct avec la programmation intérieure.



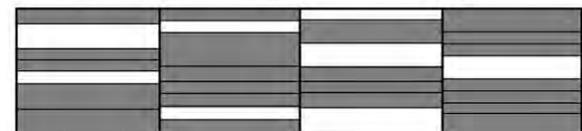
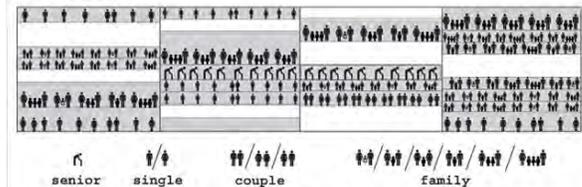
STANDART
AMSTERDAM
NEIGHBORHOOD

SILODAM
"STACKED"
NEIGHBORHOOD

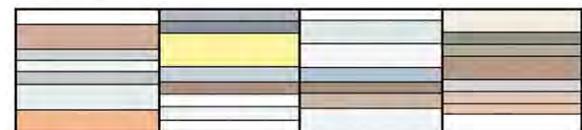
Program

LOFTS	H U T S	PATIO	MAISONNETTE
GYMNASIUM	HERBY	X-HOUSE	OFF-BEAT STUDIO
FRANCISKA	UNITE	BALCONY	FRANCISKA
FRANCISKA	SOAK	SKIN	GARDEN HOUSE
VALERIUS PLEIN	STUDIOS	LIVE & WORK	DOORWAY
VENETIAN WINDOW	HALL & TRAY	WORKLOFT	TRISPOULAT
	STORAGE	MARINA	FRANKHOUSE
			LIVE & WORK LOFT

NEIGHBORS



Private Public



Facade >> Anonymity

Sources:

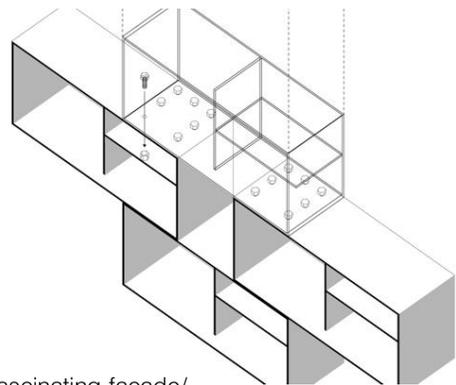
<http://silodammvrdv.blogspot.com/>
<http://www.mvrdv.nl/#/projects/178ccelosia/028silodam>
http://www.arcspace.com/architects/mvrdv/silodam_article.html



Précédent 2

Cell Brick, Atelier TEKUTO, Tokyo, Japon 2004

Dans une ville où la valeur de l'immobilier est la plus élevée dans le monde et où le moindre m² se doit d'être rentabilisé à son plein potentiel, concevoir des espaces habitables nécessite rationalité et précision. Le projet Cell Brick est sur 3 niveaux et a une surface habitable totale de 85m². Les architectes se sont intéressés aux caractéristiques de la maçonnerie afin de combiner une structure en maçonnerie, à l'origine de la technique du bâtiment, et une enveloppe structurale. La structure est composée de caissons entièrement métalliques de 450mm x 900mm x 300mm de profondeur boulonnés les uns aux autres. Les caissons sont installés en damier avec des interstices vitrés et sont empilés les uns sur les autres. Ces caissons autoportants font office de structure, d'enveloppe, faisant un écran pour le soleil en été et laissant pénétrer la lumière en hiver en plus d'avoir une fonction de rangement à l'intérieur du bâtiment. Afin de réduire la surchauffe à l'intérieur du bâtiment, une pellicule de céramique est intégrée à la face extérieure des caissons. Entièrement **préfabriquée**, la maison s'est assemblée comme un jeu de blocs réduisant ainsi le temps de chantier. L'utilisation d'une **structure multifonctionnelle** permet d'avoir des espaces intérieurs qui soient davantage **flexibles** et **polyvalents**.



Sources:

<http://archiidea.blogspot.com/2006/06/steel-cell-brick-house-tokyo-ja.html>

http://www.tekuto.com/blog_eng/wp_english/wordpress/?p=185

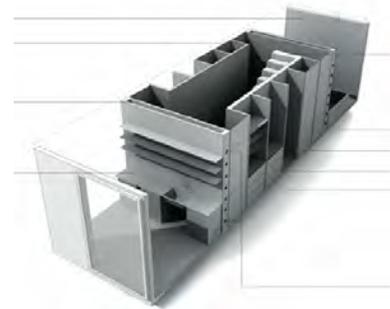
<http://freshome.com/2011/06/24/minimalist-japanese-residence-flaunting-a-fascinating-facade/>

Suzuki, Akira et Mariko Terada. *Archilab 2006 Japan/Orleans : Nested in the city*. Orléans : HYX, 2006, p.256-257

Précédent 3

System3, Oskar Leo Kaufmann et Albert Rüb/KFN Systems, 2007-2008

Le concept de base était de faire une **maison préfabriquée** qui permettrait d'être exportée et d'être facile à assembler. Les architectes se sont inspirés de la théorie de l'espace « servi » et « servant » de Louis Kahn en concevant deux volumes, un servant et l'autre « dénudé ». L'espace servant est un volume complètement préfabriqué qui contient tous les services, dont cuisine, salle de bain, mécanique, électricité et la circulation verticale. Au contraire, le volume « dénudé » est un plan libre composé d'éléments préfabriqués assemblés au chantier. La seule chose qui puisse définir ce volume est le mobilier des occupants. De même dimension, ces volumes préfabriqués sont faits pour être assemblés ensemble, de façon à pouvoir imaginer autant une maison unifamiliale qu'un ensemble d'habitations.



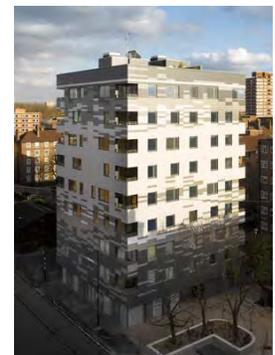
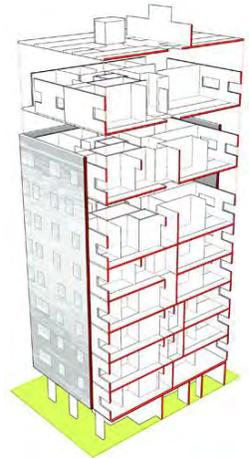
Sources:

<http://prefabcosm.com/blog/2008/01/18/system3-oskar-leo-kaufmann-and-albert-ruf/>
Bergdoll, Barry et Peter Christensen. Home delivery : fabricating the modern dwelling. New York : Museum of Modern Art, 2008, p.214-223

Précédent 4

Murray Grove, Waugh Thistleton Architects, Hackney, Londres, 2009

Ce projet présente une alternative intéressante aux projets d'habitation de haute densité généralement construits en béton. Construit presque entièrement en **bois**, à l'aide de panneaux contrecollés, excepté le rez-de-chaussée en béton, il est le plus grand bâtiment résidentiel construit en bois avec ses 9 étages. Dans ce projet, les cloisons intérieures, la cage d'ascenseur ainsi que la cage d'escalier ont été construites en panneaux de bois. Ce procédé de construction a accéléré le temps de chantier en plus de démontrer sa **viabilité économique et environnementale**.

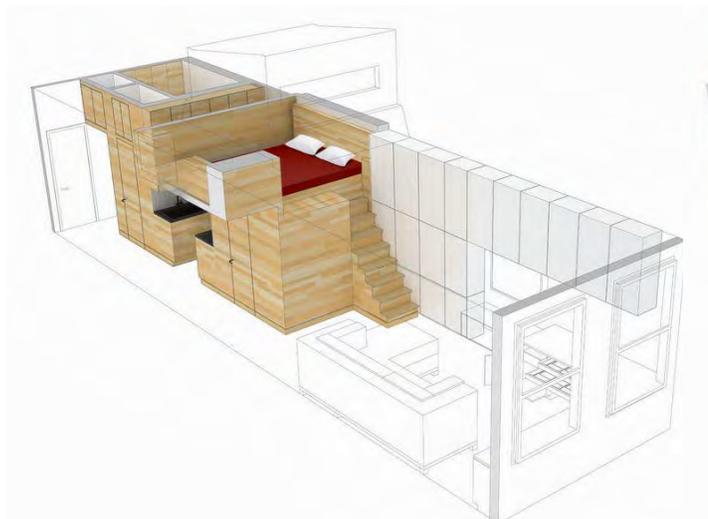


Sources:

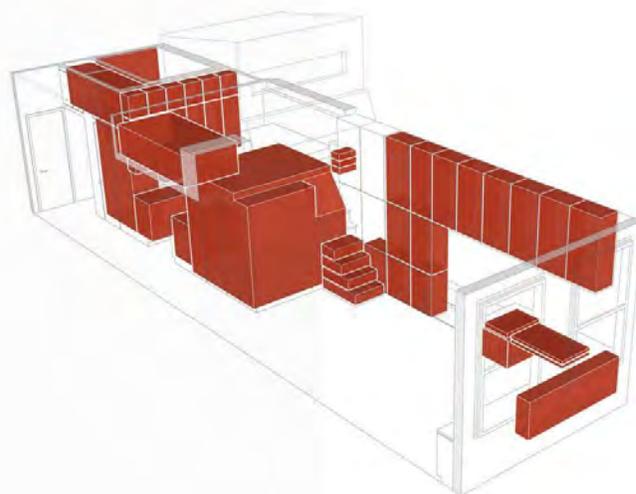
<http://www.waughthistleton.com/project.php?name=murray&img=11>
http://eoinc.weebly.com/uploads/3/0/5/1/3051016/murray_grove_case_study.pdf
<http://www.klhuk.com/portfolio/residential/stadthaus,-murray-grove.aspx>

Autres précédents

East Village Studio, USA, New York, New York 2009
par Jordan Parnass Digital Architecture



Le module en bois sépare les zones privées et communes du loft.



Les volumes rouges sont les espaces de rangement intégré du loft.



Les deux perspectives schématiques montrent l'organisation générale du loft. Chaque espace est adaptable et multifonctionnel, c'est donc dire que l'enjeu de flexibilité était une priorité dans ce cas.

Le mandat était d'en faire un lieu de travail et un espace de vie avec seulement 500pi². Les concepts qui ont guidé les architectes tout au long de la conception sont l'économie d'espace, la fonctionnalité, l'efficacité et l'intimité. L'enjeu de flexibilité devient primordial pour aménager un espace minimal comme celui du loft. L'espace est multifonctionnel et adaptable par l'intégration du mobilier permettant ainsi une distinction entre le privé et le public. L'intention du projet était de «faire plus avec moins».

Sources: <http://jpda.net/projects/east-village-studio>
Consulté le 14 octobre 2011

Borneo House

MVRDV, Amsterdam, 1999

Source des images (Corte Madera, 2003) & (Melhuish, 2000)

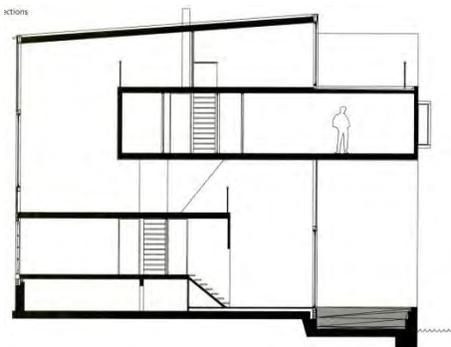


Vue avant sur rue



Vue arrière sur l'eau

Le projet de MVRDV à Amsterdam explore l'insertion d'une habitation de **haute densité** dans un nouveau tissu contemporain. Ce qui est intéressant, c'est l'**interaction** du bâtiment avec son voisinage, le côté rue qui semble plus hermétique à l'inverse du côté de l'eau où un recul est créé par rapport au bâti adjacent afin de créer des **espaces extérieurs appropriables**. L'emphase du projet a été mise sur la notion d'intériorité et d'**intimité** à l'intérieur d'un quartier dense. On voit la démonstration d'une **modularité** de l'espace ainsi que d'**habiter à la verticale** plutôt qu'étendue à l'horizontale.



Coupe montrant le recul au bâti existant



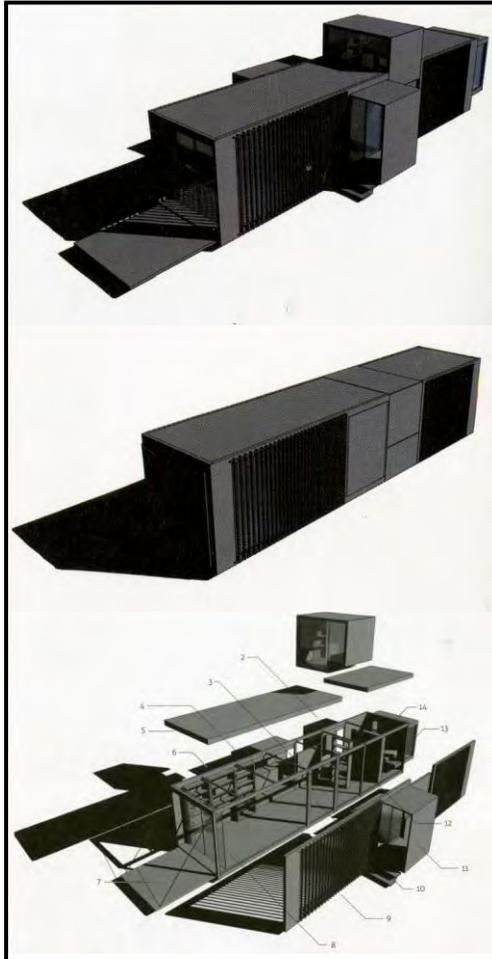
Vue aérienne du quartier dense

Sources: (Corte Madera, 2003) & (Melhuish, 2000)

La Maison Drop

D3 Architectes + Antoine Cordier

Projet lauréat du concours Algeco "architecture élémentaire"



Ce projet montre les potentiels du **préfabriqué** pour la conception d'une habitation qui soit **flexible** dans son espace et **adaptable** aux occupants et au site où il est implanté. L'espace de vie est **optimisé** afin de permettre le transport éventuel de son «chez-soi».

Sources: (Kottas, 2010)

