

Noyaux de services, panneaux muraux et kits de construction intégrés, trois manières de voir l'évolution de l'industrie du bâtiment préfabriqué

Financé par le QWEB (bureau d'exportation des produits de bois du Québec - Quebec Wood Export Bureau), regroupant des partenaires de Ressources Naturelles Canada, de la Société d'habitation du Québec, de l'École de Technologie Supérieure (ÉTS) et coordonné par le laboratoire de recherche et de création pre[FABRICA]tions de l'UQÀM, ce rapport de recherche propose une lecture actuelle de l'industrie de la construction préfabriquée. Cette recherche fait suite au rapport titré «Neuf cas d'intégration de systèmes de construction préfabriqués» financé par la Société d'habitation du Québec (2019).



1.	Contexte du projet _____	3
2.	Introduction _____	5
3.	Cartographie de l'industrie _____	7
4.	Méthodologie _____	11
4.1	Trente entreprises _____	13
4.2	Points forts des entrevues _____	55
5.	Discussion / Conclusion _____	57
6.	Annexes _____	61

Le financement reçu couvre la période du 1er septembre 2019 au 31 mars 2020. Le projet de recherche propose une analyse comparative des trois familles de stratégies et d'échelles de préfabrication pour communiquer certains enjeux ou potentiels vers notre industrie locale. Ce projet poursuit deux recherches financées par la société d'habitation du Québec (SHQ), en collaboration avec Ressources naturelles Canada et le QWEB (Le bureau de promotion des produits de bois du Québec). La première proposait une cartographie critique, une sorte de veille, de l'industrie en Amérique du Nord. Le rapport «PRÉFABRICATION: Un argumentaire pour un WIKIpréfab-Québec» a été publié en 2014. La deuxième publiée en 2019, «Neuf cas d'intégration de systèmes de construction préfabriqués» étudiait les manières dont les systèmes de construction pouvaient s'intégrer dans les processus de construction des projets.

Une initiative du laboratoire de recherche pre[FABRICA]tions, le présent projet réunit les expertises des professeur(e)s Carlo Carbone (UQAM) et Ivanka Iordonova (ÉTS) et s'inscrit également dans les projets de la chaire industrielle Pomerleau sur l'innovation et la gouvernance des projets de construction. Cette chaire de Polytechnique Montréal vise à transmettre des nouvelles connaissances en matière de pratiques innovantes dans le domaine la construction.

L'équipe du projet est composée des personnes suivantes:

QWEB
Alain Boulet, directeur construction bois

SHQ Société d'habitation du Québec
Nathalie Doyon, architecte

Université du Québec à Montréal - École de Design
Carlo Carbone, professeur, chercheur principal
Marianne Lemieux-Aird, étudiante à la maîtrise en design de l'environnement
Christian Bélanger, étudiant au baccalauréat en design de l'environnement

ÉTS - École de Technologie Supérieure
Ivanka Iordonova, professeure, co-chercheure
Virginie Raïssa Messa Sokoudjo, étudiante à la maîtrise en génie de la construction

Polytechnique Montréal
Mario Bourgault, professeur, collaborateur, titulaire de la Chaire industrielle Pomerleau sur l'innovation et la gouvernance des projets de construction

Le présent rapport résume une recherche entamée le 1er septembre 2019, financée par le QWEB et supportée par la Société d'Habitation du Québec. L'objectif principal de l'étude est de faire un portrait de trois manières de voir la préfabrication afin d'informer le développement de l'industrie locale. L'objectif de la recherche se conforme aux volontés du programme Vision 2030¹ qui vise à supporter le développement d'un secteur du bâtiment préfabriqué plus compétitif sur le marché mondial d'ici 2030.

La posture de départ de la recherche est articulée aux potentielles de production des entreprises québécoises spécifiquement en matière de type de production, des clientèles et des processus des entreprises membres du QWEB.

La division proposée en trois catégories de production, le noyau de service (pod), le panneau mural, et le «kit» de construction, a été établie de façon à fédérer le plus d'entreprises québécoises, et ce en considérant tout matériau de construction (bois, acier, béton). La logique de catégorisation s'appuie également sur les trois manières de faire les plus courantes dans l'industrie en Amérique du Nord : «modular, panelized et hybrid»². Afin d'avoir une vision plus

complète de la recherche, il est proposé de lire également le rapport «Neuf cas d'intégration de systèmes de construction préfabriqués» (2019), puisque les avantages et désavantages constatés lors de la première étude ne seront pas répétés ici.

Ce rapport s'appuie également sur un consensus clair et partagé; l'architecture produite «off-site» en usine est de qualité et d'efficience supérieures à l'architecture produite de façon conventionnelle sur site³. Toutefois, notre recherche publiée en 2019 a permis de constater que même si les avantages sont nombreux, que l'intégration de la construction en usine dans l'écologie des projets ne semble pas complètement acquise et comporte son lot de défis.

Les avantages tels que la réduction de la main-d'oeuvre, des déchets, du chevauchement de l'échéancier de fabrication avec celui de la construction et du contrôle de qualité améliorée sont maintenant acceptés, bien connus et valorisés. Aujourd'hui, le grand défi, constaté lors du premier rapport, est que le plus grand avantage, celui du chevauchement de la production sur et hors site qui permet de réduire le temps de construction est contingent à une

plus grande coordination entre l'ensemble des acteurs. La préfabrication s'insère difficilement dans un projet dont le mode de réalisation n'en tient pas compte au départ. Sans cette nécessaire coordination, le gain, en temps, associé au chevauchement peut se dissoudre au profit de conflits de toute sorte et liés à l'intégration de la composante préfabriquée. Le mode de réalisation a émergé comme sujet d'étude, et ce pour analyser si certaines stratégies s'inscrivent mieux ou permettent de mieux saisir le potentiel de la construction en usine et du chevauchement temporel.

La recherche s'est construite à l'aide d'une analyse de trente entreprises et par la mise à jour d'une cartographie de l'industrie en Amérique du Nord⁴. Cette cartographie est proposée comme instrument de recherche par le laboratoire pre[FABRICA]tions. Cette mise à jour dresse un portrait des acteurs et surtout de la distribution et de l'évolution des stratégies. Les trente entreprises choisies sont représentées soit dans la cartographie ou illustrent une manière de faire qui nous semblait particulièrement intéressante par rapport à deux thèmes : l'intégration dans l'écologie des projets ou son potentiel pour informer l'industrie québécoise.

1. SHQ (2018) Rapport annuel de gestion 2017-2018 Gouvernement du Québec. Consulté 22 août, 2019 au lien <http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/publications/SHQ-rapport-annuel-2017-2018.pdf>

2. voir Dietz A.G.H. and Cutler L.S. (1971) Industrialized Building Systems For Housing. MIT Press. Cambridge.

3. voir Smith R. E. and Quale J. D.(2017) Offsite Architecture: Constructing the Future. Taylor & Francis. New York.

4. https://www.google.com/maps/d/edit?mid=107kpK_GsbhiDRHORbYvupskzA5zFYUuf&ll=59.09377722891273%2C-84.44160115&z=5

Alors qu'elle a évolué depuis ses débuts au vingtième siècle, l'industrie de la préfabrication et de la construction en usine peut encore être caractérisée par deux vecteurs de production. Un vecteur de l'usuel ou l'habituel et un deuxième vecteur plus inventif et asymétrique d'innovation technique, de conception, ou de mise en marché. Ce deuxième vecteur illustré par des entreprises avec un modèle d'affaires naissant se distingue par leur façon d'aborder la préfabrication ; une classe de préfabrication «taillée sur mesure» portée par la numérisation des processus de conception, de fabrication et de gestion de l'information.

Nonobstant ce secteur marginal d'innovation, la construction modulaire volumétrique à ossature de bois légère représente encore la vaste majorité de la production en Amérique du Nord, suivi des panneaux préfabriqués à ossature de bois et des panneaux isolés composites. La construction avec les panneaux préfabriqués s'implante comme stratégie agile et flexible, probablement la mieux intégrée dans l'industrie globale. Les kits de construction ou les systèmes constructifs intégrés demeurent une production marginale dans le contexte de l'Amérique du Nord.

La cartographie révèle également que l'industrie oscille entre la stabilité de la production modulaire traditionnelle et le dynamisme d'une production plus digitalisée et décentralisée. Les nombreuses nouvelles entreprises de type «start-up» tentent de profiter du préjugé favorable actuel qui considère la préfabrication comme moyen de production plus équitable, transparent et efficient et soutenable. Certaines «start-ups» : Module, Backcountry Hut Company, Project Frog, Kattera et beaucoup d'autres profitent d'une plus grande médiatisation de la préfabrication pour définir et pousser leurs modèles d'affaires naissants. Cette médiatisation crée une instabilité qui rend une lecture objective de l'industrie encore plus nécessaire.

La poussée médiatique supportée par les diverses associations de producteurs propose la préfabrication comme un modèle pour une industrie plus efficiente. Cette action collective s'appuie sur une nécessaire réforme de l'industrie de la construction pour contribuer à la construction plus écologique, pour pallier au manque de main d'œuvre généralisé et pour augmenter la productivité. Ce renouvellement passe par des approches intégrées. Le FIOSS (fully integrated off-site solutions) mis en marché par Entekra⁵ percole dans les secteurs de production et la construction en usine « OFF-site» se redéfinit sur la base de l'utilisation de plus en plus généralisée des technologies de l'information pour

générer des systèmes de gestions plus flexibles. Les modèles anciens du Made to Stock et de la production de masse disparaissent au profit de modèles plus adaptables et qui intègrent toutes les étapes du projet.

La littérature sur le classement de la préfabrication est vaste. Ce n'est pas notre intention d'ouvrir ce débat, mais nous sommes conscients qu'il serait nécessaire de revenir sur le sujet pour clarifier sa portée et hiérarchie. Pour ce rapport nous avons choisi le classement proposé par Dietz et Culter⁶ pour son caractère illustratif.

«Boxes» que nous avons traduit par Modulaire volumétrique:
Un bâtiment, un sous-assemblage, une pièce ou une section de bâtiment produit et complété à des niveaux variés en usine.

«Panels» que nous avons traduit par Panneaux:
Le panneau peut être une surface, murale ou de plancher, assemblé en usine pour réaliser le système structural de l'édifice ou son cloisonnement.

«Kits/pièces» nous avons décidé d'utiliser le terme «Kits-of-parts»:
Le «kit» réfère majoritairement à des systèmes de charpente. Il existe également une marge de «kits» qui organisent l'ensemble des systèmes de l'édifice.

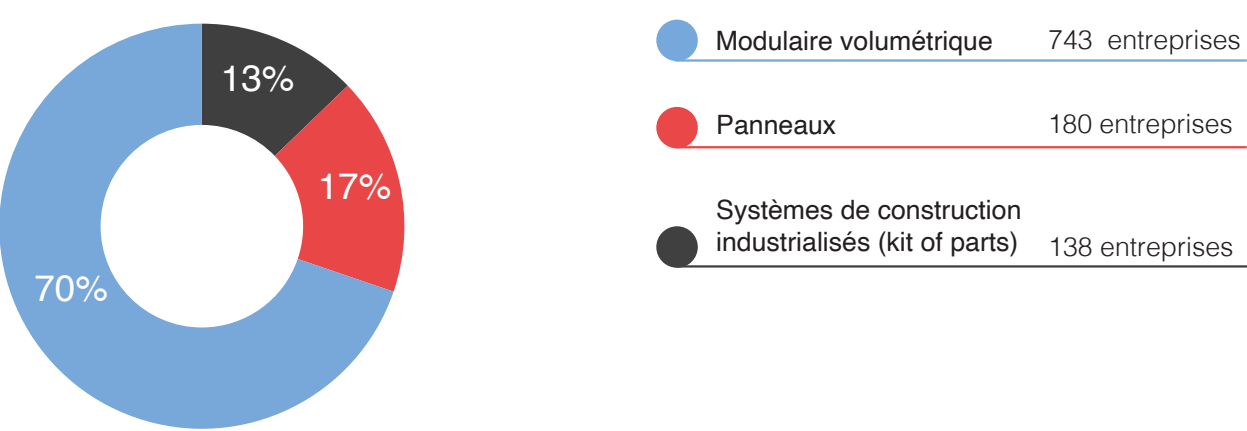
5. voir description FIOSS - <https://www.entekra.com/about/our-company>

6. Dietz A.G.H. et Cutler L.S., *Industrialized Building Systems For Housing*, MIT Press, Cambridge, 1971

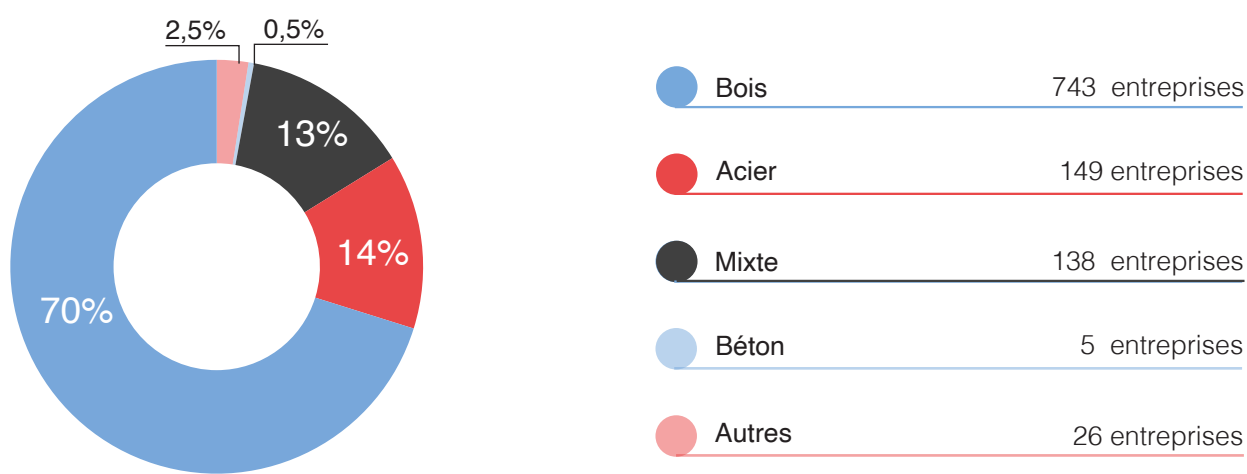
La cartographie est disponible au lien suivant:
https://www.google.com/maps/d/edit?mid=107kpK_GsbhiDRHORbYvupskzA5zFYOf&ll=37.862797833989795%2C-57.37128865&z=3

Elle est mise à jour biannuellement. Les schémas suivants résument la distribution des systèmes présents dans l'industrie.

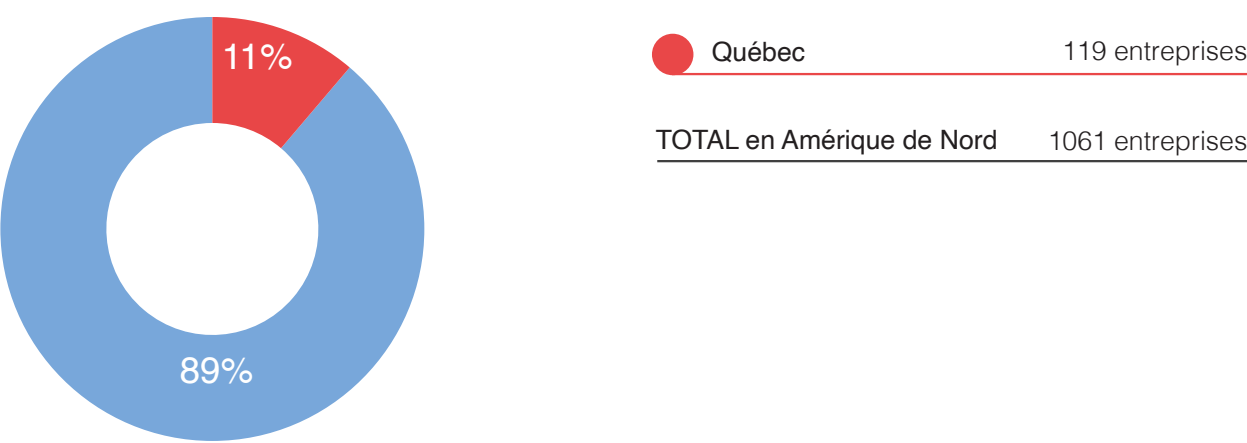
Répartition des entreprises en Amérique du Nord selon le système



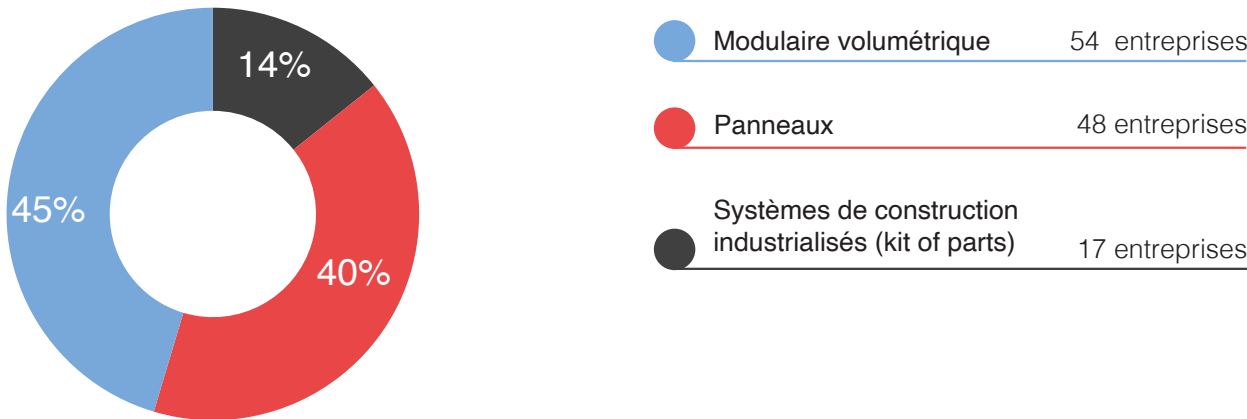
Répartition des entreprises en Amérique du Nord selon le matériau



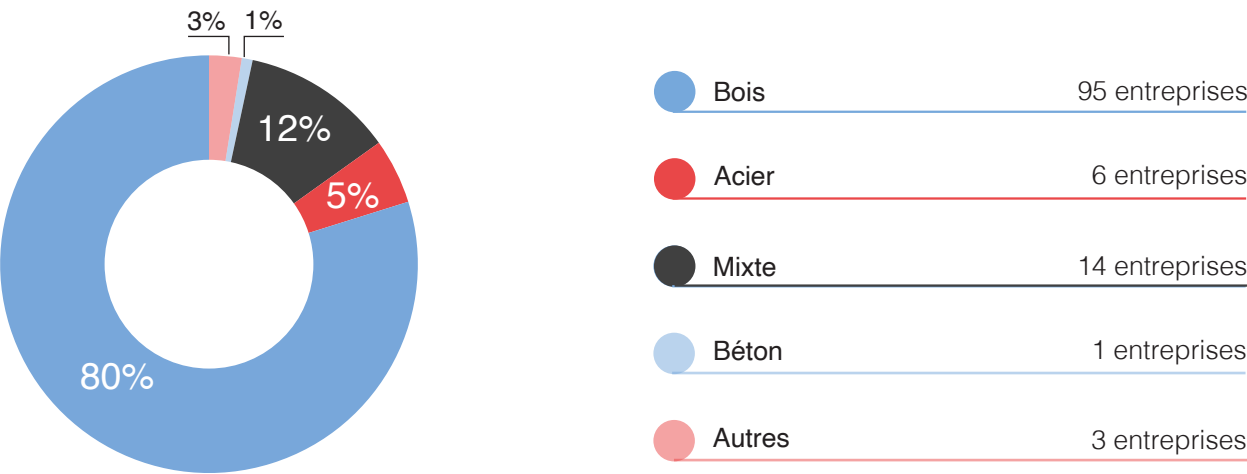
Pourcentage des entreprises nord-américaines situées au Québec



Répartition des entreprises au Québec selon le système



Répartition des entreprises au Québec selon le matériau



La recherche s’est construite sur la base de trois outils complémentaires:

1. Une lecture des systèmes de production de trente entreprises (10 volumétriques (pods), 10 panneaux, 10 kits) suivies d'une analyse comparative pour extraire des concepts, sujets ou principes qui pourraient guider un développement de nouvelles pistes d'exploration.
2. Une revue de littérature des manières de faire catégorisées selon trois approches (pods, panneaux et kits) pour extraire un portrait plus théorique liée à des pratiques exemplaires.
3. Des entrevues avec des intervenants d'entreprises manufacturières pour révéler certains enjeux et défis communs transversaux aux entreprises et aux trois approches.

Établi avec les mandataires de l'étude, le QWEB et les partenaires de la SHQ, trois sujets ont guidé le choix des trente entreprises et surtout la catégorisation des choix :

Premièrement il y avait une volonté de comprendre les différentes stratégies de production des «Pods» (noyau de service). Le «pod» est un système d'intégration des complexités mécaniques de la conception et de la construction en un élément fabriqué hors site et intégré dans les projets.

Deuxièmement, il y avait un souhait de mieux saisir les défis de production Off-site en ce qui concerne la relation avec les concepteurs des projets qui cherchent le plus de flexibilité pour atteindre une architecture singulière. Le but ici était d'illustrer l'évolution des modèles de gestion plus flexibles évoluant dans ce secteur.

Troisièmement, le sujet des «kits» de construction est lié à la première étude et à l'analyse du modèle d'affaire de Project FROG. Même si la notion de kit est marginalement appliquée dans l'industrie en ce moment, le besoin croissant et globalisé en matière de logement accessible développe des besoins particuliers qui pourraient ouvrir des possibilités pour des «kits» appliqués à une diversité de contextes.

L'analyse comparative des entreprises a été basée sur les critères qui définissent et

constituent historiquement et même dans l'industrie contemporaine les défis d'intégration de la préfabrication avec la construction traditionnelle. Un dernier critère, exemple québécois, tente de mettre en relation l'industrie locale avec les entreprises étudiées.

- a. position de la stratégie dans l'éco-système et relation avec la gestion de projet
- b. potentiel de personnalisation
- c. modèle d'affaire liée à la gestion de la conception et de la production
- d. exemple québécois.

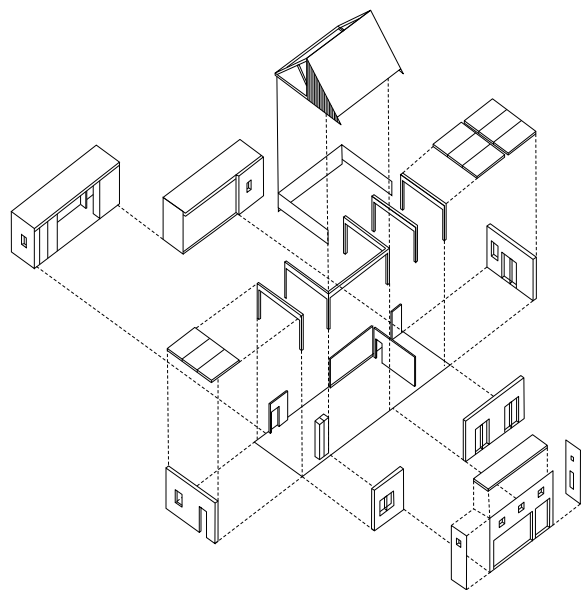
À partir des études de cas, l'analyse comparative a permis d'identifier certaines pratiques innovantes, des modèles de gestion informatisée, ou des approches qui pourraient être examinées par nos industries locales afin de les rendre plus compétitives sur le marché international ou plus actives sur l'optimisation des leurs façons de faire.

Alors qu'ils sortent légèrement du cadre, certains prototypes, comme le module de service de PrefabNZ, le projet WOHO d'Ensamble studio et la production de Module, ont été ajoutés à l'étude pour mieux définir des potentiels pour l'industrie dans des secteurs naissants. Ces secteurs d'innovation sont surtout en lien avec l'adaptabilité dans le temps, le partage libre de droits en architecture «open-source», et la relation architecture-industrie.

SYSTÈMES DE CONSTRUCTION
INDUSTRIALISÉS
« KIT OF PARTS »

© laboratoire de recherche
pre[FABRICA]tions

Les schémas et ont été réalisé par
Christian Bélanger,
et Marianne Lemieux-Aird



Bensonwood a réussi à réduire le nombre de composantes nécessaires pour construire la Unity Home à 50 au lieu de 5000 que l'entreprise juge être le standard de la construction traditionnelle.

Le fondateur de Bensonwood, Tedd Benson, a démarré cette compagnie après avoir réalisé les qualités esthétiques et techniques qu'offrent les constructions en poteaux et poutres (post and beam). Bensonwood adapte cette technique en utilisant la préfabrication de composantes en bois. Leur usine de 100 000 mètres carrés, à la fine pointe de la technologie, utilise l'automation afin de transformer les plans CAD en kit pour maisons prêts à l'assemblage. La compagnie se spécialise dans les constructions en bois massif, en lamellé collé, à ossature en bois, dans la fabrication de

BENSONWOOD

Adresse: 6 Blackjack Crossing, Walpole NH 03608, États-Unis

Type: Principalement résidentiel unifamilial, quelques projets commerciaux et institutionnels

Sur site: Assemblage

Système: Kit of parts (poutre et poteau), panneaux structurels

Matériaux: Bois

Personnalisation: Conception personnalisée

Affiliation: Unity homes, Kieran Timberlake, LakelFlato

Public/Privé: Privé

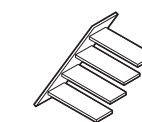
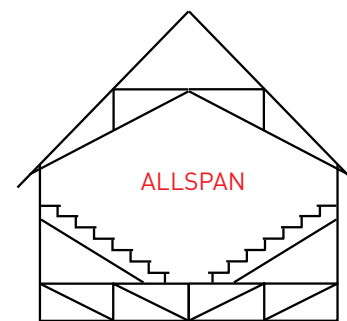
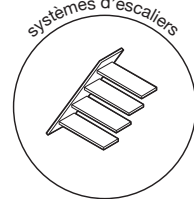
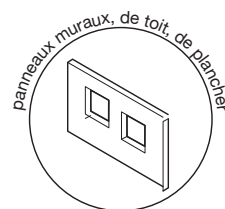
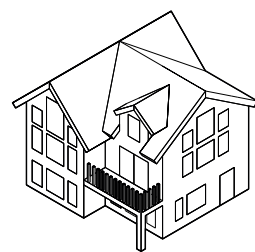
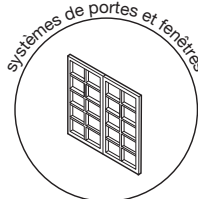
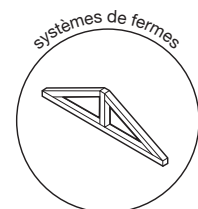


Informations supplémentaires

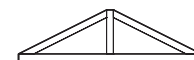
panneaux structurels et de systèmes de murs, toits et planchers. Bensonwood offre des services de design, d'ingénierie, de fabrication en usine et de construction sur site. Grâce à ce modèle de production intégrée, Bensonwood cherche à simplifier la construction tout en permettant une personnalisation au niveau de la conception. L'entreprise travaille en ce moment sur une nouvelle série de maisons personnalisables en collaboration avec deux firmes d'architecture bien connues dans le domaine.

Élément distinctif

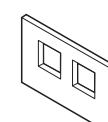
Un processus de production intégré et systemique de l'usine au chantier Bensonwood est une entreprise exemplaire qui mets en place la théorie du Open Building par la fabrication de «kits» adaptables.



systèmes d'escaliers



systèmes de fermes



panneaux muraux et planchers

ALLSPAN

Adresse: 424 Griffin Road East, Cochrane, Alberta, Canada, T4C 2E1

Type: Résidentiel (unifamilial)

Sur site: Assemblage

Système: Kit of parts, panneaux

Matériaux: Bois

Personnalisation: Fabrication personnalisée

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



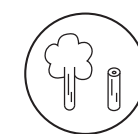
Informations supplémentaires

Allspan est une entreprise de préfabrication de composantes en bois pour la construction résidentielle et commerciale. Leur usine de 105 000 pieds carrés est la plus grande usine de fabrication de composantes en bois dans le sud de l'Alberta. Les clients de AllSpan peuvent choisir à travers un catalogue comprenant des systèmes de planchers, de murs, d'escaliers, et de charpente. Le site web de la compagnie permet de recevoir les

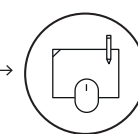
plans des architectes pour concevoir, spécifier et coordonner chacun des composantes nécessaire au projet. Leur production est basée sur une série d'assemblages et sous-assemblages pour faciliter le travail au chantier. Ces composantes sont adaptées en fonction de chaque projet. La compagnie offre des services de design, d'ingénierie et d'installation sur site et exporte ses produits outremer.

Élément distinctif

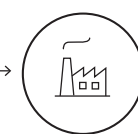
Verticalement intégré le modèle d'affaire de l'entreprise est construit sur la valeur ajoutée de l'assemblage en usine, permettant de suivre d'une façon agile l'évolution de la demande, mais toujours en fonction de l'ossature bois légère.



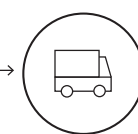
approvisionnement



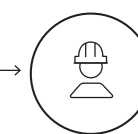
design des composantes en collaboration avec le client



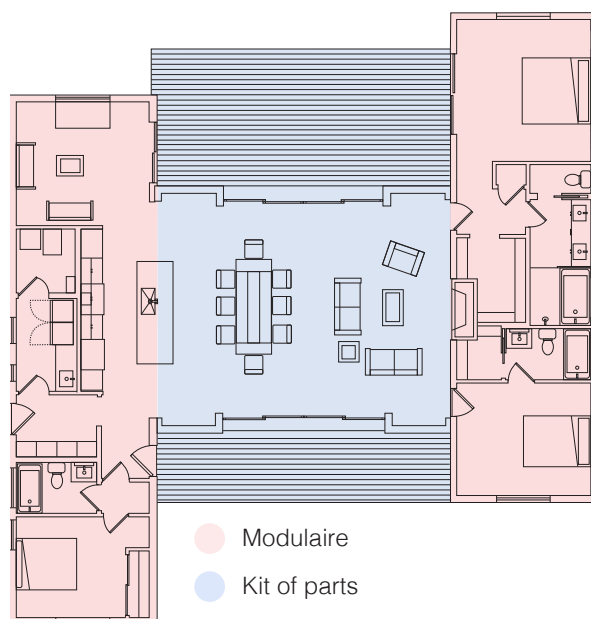
fabrication en usine avec assistance technologique



livraison des composantes



construction (assemblage sur site)



Plan de la BREEZEHOUSE 2100: 2140 pieds carrés, 3 chambres, 3 salles de bain.

BLUHOMES

Adresse: 1205 Club Drive, Vallejo, Ca, 94592, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial)

Sur site: Assemblage

Système: À la jonction entre modulaire et kit of parts

Matériaux: Mixte

Personnalisation: Fabrication personnalisée

Affiliation: L'entreprise a acquis Michelle Kaufmann design en 2009. Partenaires: Whirlpool, Lennox, LG, Andersen, Mohawk, Mountain Lumber, Daltile

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

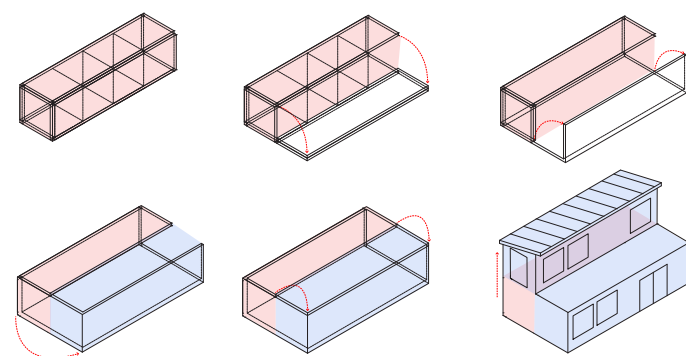
BluHomes est le plus important fournisseur de maisons préfabriquées de niche en Amérique du Nord (selon le site newswire, 2019). Leur système se situe à la jonction entre le modulaire et le kit préfabriqué. Leurs maisons sont livrées en format de transport, et certaines parties peuvent être dépliées ou déployées pour construire les espaces adjacents aux volumes de base. Cela leur offre une plus grande flexibilité au niveau de la taille de leurs modules qui est dictée par les dimensions limites lors du transport. Bluhomes propose quatre

modèles de maison au style contemporain (de 605 pieds carrés à 2140 pieds carrés pour l'équivalent de 195 000\$ à 545 000\$) qui peuvent être adaptés selon les besoins et préférences du client. L'entreprise prévoit huit semaines pour fabriquer la maison en usine, une journée pour l'installer sur les fondations et deux à quatre jours pour faire la finition, ce qui est considérablement plus rapide que la norme de l'industrie¹. Bien que la compagnie ait réalisé des projets dans 31 états, elle n'offre présentement ses services qu'en Californie.

Élément distinctif

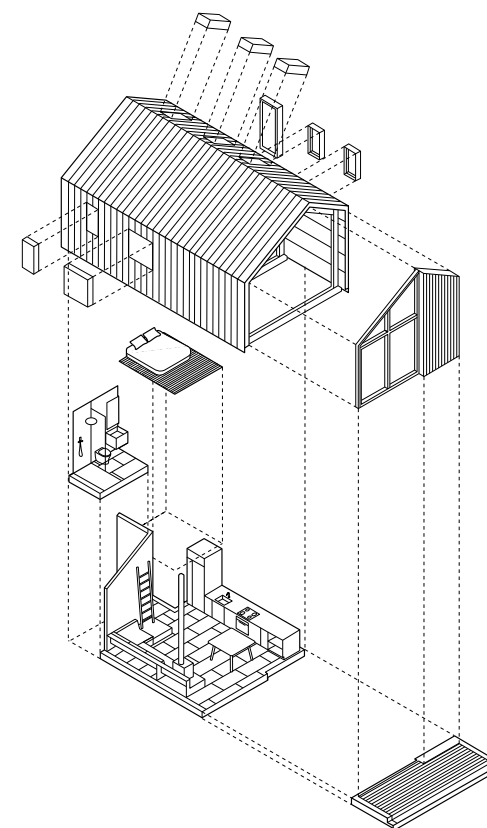
La jonction entre le modulaire et le kit est un modèle qui permet une adaptabilité des espaces adjacents. Les projets s'articulent sur cette séparation espace servants et servis qui permet de mieux contrôler les éléments complexes en usine. Cette stratégie pourrait s'adapter simplement au logement collectif.

Méthode de déploiement des modules/kits



● Espaces servants ● Espaces servis

1. Garfield, L. (s. d.). This stunning \$117,000 tiny home can be built in under six weeks. Dans Business Insider. Récupéré de <https://www.businessinsider.com/avava-tiny-home-six-weeks-2016-8>



THE BACKCOUNTRY HUT

Adresse: 111 Smithe Street, Vancouver, British Columbia, V6B 4Z8, Canada

Type: Résidentiel (chalet)

Sur site: Assemblage

Système: Kit of parts

Matériaux: Bois

Personnalisation: Adaptation d'une conception de base

Affiliation: Leckie Studio, Cascadian Wood Tech

Public/Privé: Privé



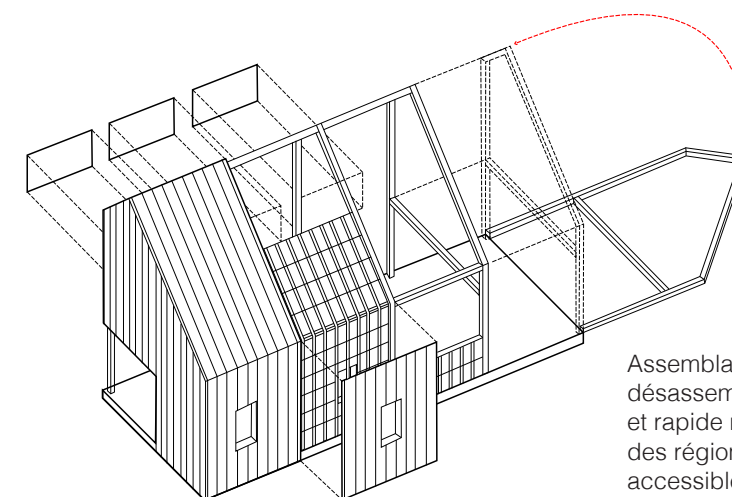
Informations supplémentaires

La Backcountry Hut Company est une petite entreprise qui développe des kits pour chalets préfabriqués qui peuvent être livrés par hélicoptère dans des régions peu accessibles. Développée en 2015 par Wilson Edgar et son équipe, les architectes de Leckie Studio et le maître d'œuvre Crrill Werlen, la structure en bois additionnée de panneaux isolants forme l'enveloppe de l'abri. La forme de base est prescrite par cette coque, mais l'intérieur est conçu pour convenir à n'importe quelle fonction, variant du chalet unifamilial typique au chalet de chasse capable d'abriter plusieurs

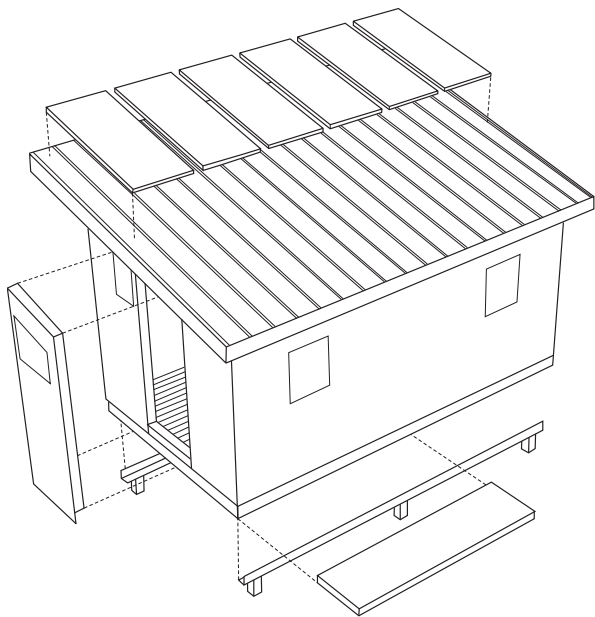
invités. La coque est un hybride de module et de charpente à courbes soulevés séquentiellement et ancrés sur des fondations profondes en béton. la compagnie propose trois modèles de base: The Alpine Hut, The Great Lakes Cabin et The Surf Hut. La surface au sol peut être augmentée en ajoutant un châssis à la structure. Le modèle de base mesure 206 pieds carrés. Conçues pour un assemblage rapide et facile, les structures peuvent être assemblées, démontées et remontées dans n'importe quel contexte.

Élément distinctif

Articulé à la demande croissante des micro-maisons, petites maisons, maisons en régions éloignées ou frappées par des catastrophes, ce kit pourrait inspirer les démarches en cours du QWEB pour servir une diversité de contexte.



Assemblage et désassemblage facile et rapide même dans des régions peu accessibles.



AVAVA DWELLINGS

Adresse: 4245 Halleck St. Emeryville, Californie, 94608, États-Unis

Type: Résidentiel (micro-habitation)

Sur site: Assemblage

Système: kit of parts et panneaux

Matériaux: Mixte

Personnalisation: Conception personnalisée

Affiliation: -

Public/Privé: Privé

Les maisons Britespace sont construites avec des matériaux faibles en composés volatiles (low-VOC) et peuvent être additionnées de panneaux solaires et autres dispositifs améliorant leur consommation d'énergie.



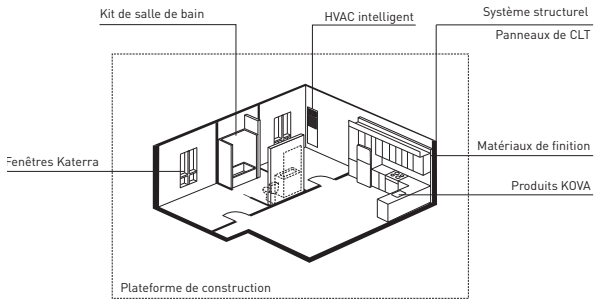
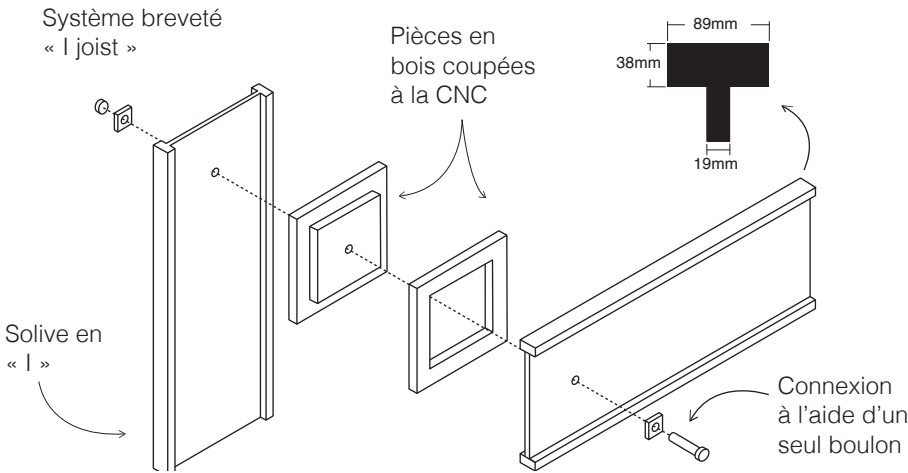
Informations supplémentaires

Avava Dwelling est une entreprise californienne qui conçoit et fabrique en usine des micros maisons nommées Britespace. Ces unités sont livrées en kits prêts à l'assemblage sur site. Les maisons varient entre 270 et 750 pieds carrés et coûtent entre 117 000\$ et 223 000\$ (inclut le prix des permis et les coûts liés à la mise en oeuvre). La compagnie donne accès en ligne à un catalogue de choix de grandeurs, et de matériaux de finition. Leur système breveté inclut une enveloppe composée d'une structure en acier, de panneaux

pour plancher isolés, d'un système de toiture et de murs en bois, de fenêtres intégrées, d'une porte extérieure et d'un système de plomberie intramural. Le tout est facilement et rapidement assemblable en quatre à six semaines. Il est nécessaire de faire appel à une équipe de construction externe pour l'installation sur site. La compagnie a une volonté écologique et les maisons peuvent être munies de panneaux solaires, d'un système de récupération des eaux grises, et elles sont faites uniquement avec des matériaux à faible empreinte carbone.

Élément distinctif

Le «design for assembly and for disassembly» sont des théories appliquées par cette entreprise. Il est donc possible, théoriquement, de construire, reconstruire, déplacer et réutiliser cette structure à travers plusieurs projets.



KATERRA

Adresse: 2494 Sand Hill Road, Bldg 7, Suite 100, Menlo Park, CA 94025, États-Unis

Type: Résidentiel (multirésidentiel), institutionnel et commercial

Sur site: Assemblage

Système: kit of parts, panneaux et modulaire

Matériaux: Mixte, principalement bois sous forme de CLT, mais aussi panneaux de béton, etc...

Personnalisation: Plateforme de bâtiment

Affiliation: Associée à Lord Aeck Sargent (firme d'architecture et de design), Michael Green Architecture (partenaire de design stratégique) et KGD.

Public/Privé: Privé



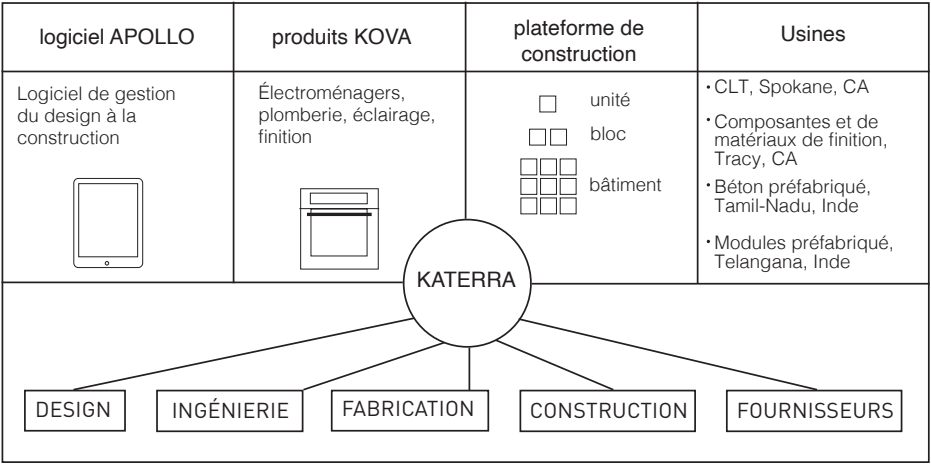
Informations supplémentaires

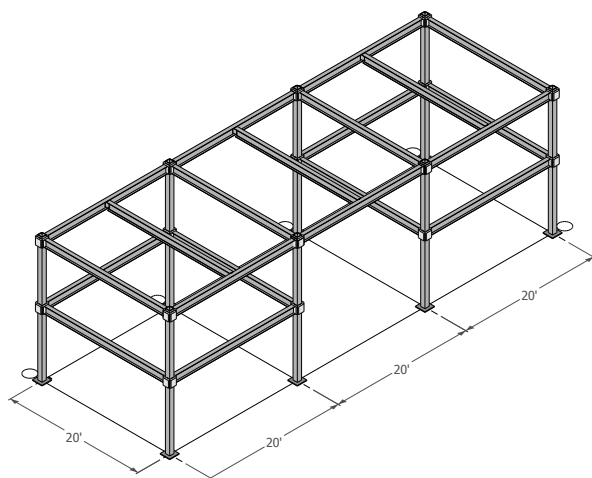
Katterra est une compagnie fondée en 2015, basée dans la Silicon Valley à San Francisco. Depuis sa création, cette compagnie vit une croissance fulgurante; à la fin de l'année 2019, elle avait 300 projets en développement, dont 6 000 unités de logement en construction et son équipe comptait plus de 8 000 employés à travers le monde. Katterra se proclame comme une compagnie technologique réformant l'industrie de la construction. Cette entreprise se démarque des autres compagnies de construction par sa volonté d'intégration verticale. Katterra offre des services de design, de

fabrication et de construction, elle agit aussi en tant que fournisseur en matériaux, et détient plusieurs usines produisant différents produits dont des panneaux de CLT. Katterra a aussi développé deux plateformes de construction donnant accès à un catalogue de choix pour des projets résidentiels multifamiliaux. À l'heure actuelle, la compagnie est en train de développer un logiciel nommé Apollo qui est une plateforme d'exploitation conçue pour fournir des données aux différentes équipes, afin d'offrir une assistance fiable pour améliorer et accélérer l'exécution de projets design-build.

Élément distinctif

Une relation avec l'industrie automobile, le principe de «Plateforme» permet d'imaginer une multitude de typologies de bâtiments mais articuler au mêmes composantes et surtout au même processus reproductible pour chaque projet, limitant ainsi les risques liés à la construction.





Structure de base faite à partir du système ConX.

CONXTECH

Adresse: 6701 Koll Center Pkwy, Suite 150, Pleasanton, CA 94566, US

Type: Multiples; Commercial, hospitalier, industriel, résidentiel (haute densité), institutionnel

Sur site: Assemblage

Système: Kit of parts

Matériaux: Acier

Personnalisation: Fabrication personnalisée et informatisée

Affiliation: Autodesk

Public/Privé: Privé



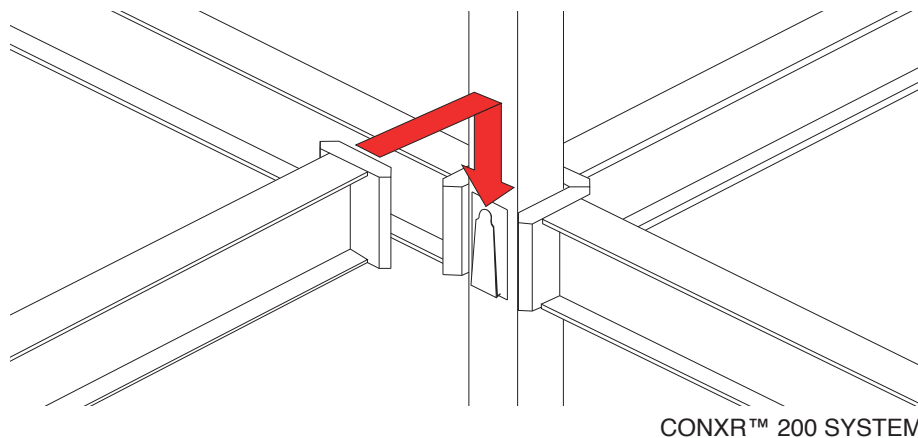
Informations supplémentaires

ConXtech est une entreprise qui produit des systèmes de construction modulaires en acier. Son fondateur, Robert Simmons, a auparavant travaillé en démolition et cherchait un moyen d'améliorer la performance des structures en simplifiant le processus et en améliorant la sécurité sur le chantier. Le système ConX est composé de poutres et de colonnes en acier, assemblées par des connecteurs qui utilisent la gravité afin de solidifier la structure (« lower and lock »). Cet assemblage à sec permet d'éliminer la soudure sur site et facilite l'assemblage et le désassemblage. Le kit est certifié contre les tremblements de terre dans tous les états américains. Le système est très

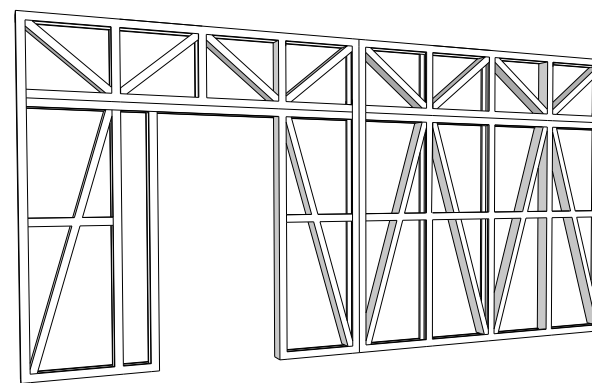
flexible et permet aux architectes de le configurer comme ils le souhaitent. Trois systèmes sont disponibles selon la fonction du bâtiment et leur vitesse d'assemblage varie entre 3 000 à 12 000 pieds carrés par jour de travail. Les composantes de base sont modélisées et disponibles pour les clients dès le début des projets ce qui rend l'ingénierie, l'intégration, la fabrication et la construction plus efficace et permet aux architectes de se concentrer sur le design. ConX est le premier système structurel en acier à recevoir la certification Cradle to Cradle (cette certification mondialement reconnue s'applique aux produits durables et conçus pour une économie circulaire).

Élément distinctif

Le principe du connecteur qui facilite l'assemblage et le désassemblage est ici appliqué à la manière d'une jonction universelle d'un système ouvert et qui permet de donner aux composantes plusieurs cycles de vie potentiels.



CONXR™ 200 SYSTEM



Exemple d'une structure en acier préfabriqué.

PRESCIENT

Adresse: 14401 W 65th Way, Arvada, CO 80004, États-Unis

Type: Principalement résidentiel (haute densité), quelques projets institutionnels et hospitaliers

Sur site: Assemblage

Système: Prescient Structural System: colonnes, panneaux, fermes, tabliers de plancher et connecteurs

Matériaux: Acier

Personnalisation: Processus personnalisé BIM

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



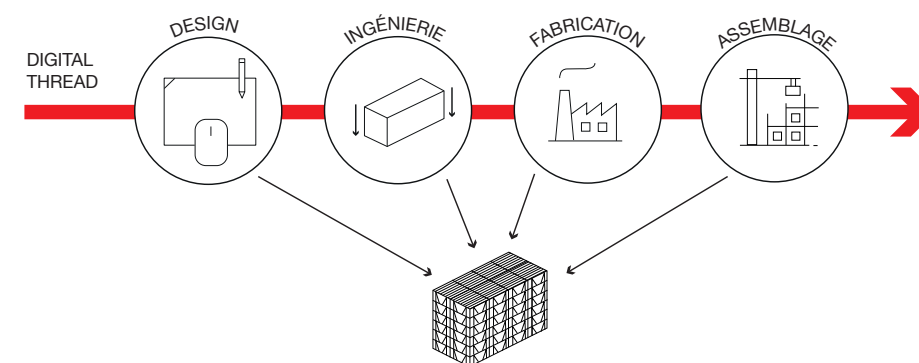
Informations supplémentaires

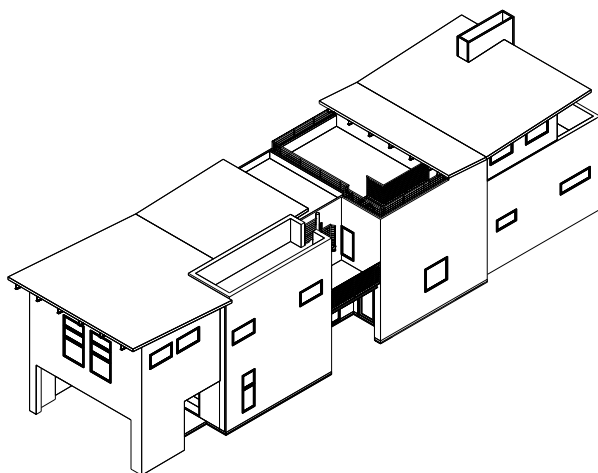
Cette entreprise fondée en 2012 a réalisé plus de 40 projets et construit 6.9 millions de pieds carrés. Par la préfabrication et la standardisation de composantes, la compagnie cherche à réduire les coûts liés au design et à la construction et ainsi contribuer à lutter contre la crise du logement. Prescient mise sur l'intégration des technologies durant chacune des phases d'un projet; du design initial jusqu'à l'assemblage sur site. La compagnie a développé un logiciel nommé Digital Thread qui utilise les informations liées au modèle BIM et permet de visualiser l'état d'avancement d'un

projet et d'évaluer les coûts et les risques sur l'ensemble des opérations. Prescient se spécialise dans la construction de bâtiments résidentiels multi logements jusqu'à 180 pieds de haut. Leur système est composé de colonnes, panneaux, fermes, tabliers de plancher et connecteurs en acier et il est approuvé pour les zones sismiques. Les projets réalisés se situent aux États-Unis, mais la compagnie aimerait étendre ses opérations dans des régions à risque de tremblements de terre comme le Japon, l'Inde, le Moyen-Orient et l'Amérique latine.

Élément distinctif

Basé sur un processus «digital thread» développé par l'entreprise, cette idée d'un «fil numérique» qui permet une cohérence dans les choix du début à la fin du projet est un modèle singulier, mais qui semble se percoler dans l'industrie.





Exemple d'une maison réalisé à l'aide du système d'Éco Steel: Sadowski Residence: Corona Del Mar, CA

ECOSTEEL

Adresse: 28202 Cabot Rd, Laguna Niguel, CA, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial), commercial

Sur site: Assemblage

Système: Kit of parts

Matériaux: Acier

Personnalisation: Produits adaptables

Affiliation: Partanariat avec de nombreuses firmes d'architecture.

Public/Privé: Privé



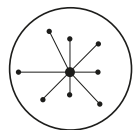
Informations supplémentaires

EcoSteel, autrefois connue sous le nom: Northern Steel International, est une compagnie de design d'ingénierie et de livraison de composantes en acier préfabriquées, conçues pour des projets de construction résidentiels, multi logements et commerciaux. Ces kits comprennent une ossature en acier enveloppée de panneaux isolés en acier. La compagnie utilise la modélisation BIM afin de travailler avec les architectes et les fabricants d'acier. Cela permet de simuler la construction en amont et ainsi réduire les risques et erreurs lors de la fabrication et de la construction. Les bâtiments sur mesure sont conçus pour respecter ou dépasser les codes locaux et sont résistants aux séismes,

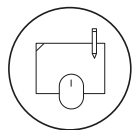
ouragans, inondations et incendies. EcoSteel travaille avec des manufacturiers d'acier à l'échelle nationale. Leurs composantes s'assemblent avec des outils standards et la standardisation des éléments accélère le temps de construction tout en réduisant le nombre de travailleurs et de corps de métiers requis. Les panneaux en acier isolés sont remplis de mousse polyisocyanurate non-CFC et unis par un processus de laminage qui lie les matériaux. Cette technologie permet de fabriquer des panneaux et de réaliser des jonctions étanches et qui minimisent les ponts thermiques ce qui contribue à une efficacité énergétique.

Élément distinctif

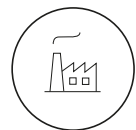
La notion de kit-of-parts a longtemps été associée à la construction en acier. EcoSteel déploie ces kits par une relation avec les architectes qui sont en mesure de concevoir avec des détails standardisés une diversité de typologies.



Réseau d'architectes
EcoSteel travaille avec un réseau d'architectes aux États-Unis



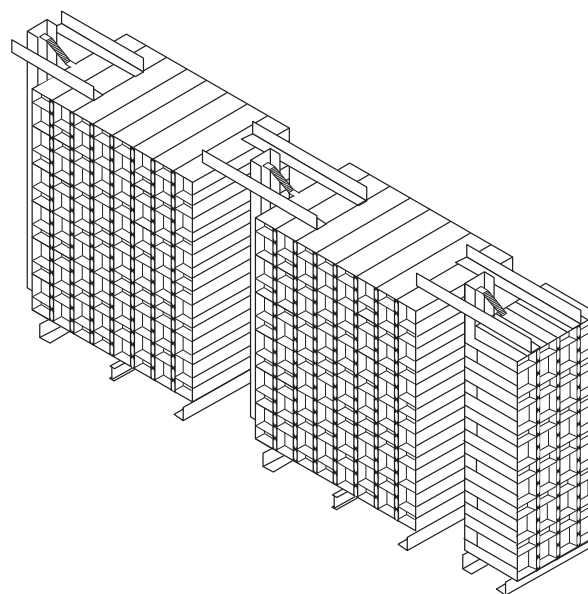
Design
création d'un modèle 3D qui devient un outil de travail avec l'architecte



Fabrication
composantes en acier standardisées



Livraison
« flat pack delivery » les pièces sont numérotées pour un assemblage rapide



Exemple d'un bloc de logements utilisant le système WOHO

ENSAMBLE STUDIO-WOHO

Adresse: Calle Alondras 7, Pinto 28320, Madrid (Spain). Boston office: 37 Franklin St, 02445. Brookline, MA., USA

Type: Résidentiel (haute densité)

Sur site: Assemblage, finition

Système: Composantes en béton préfabriquées

Matériaux: Béton

Personnalisation: Adaptable - modulaire

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



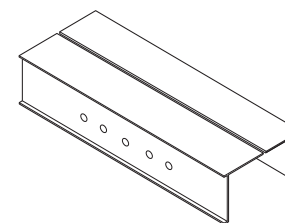
Informations supplémentaires

Ensamble Studio est un studio d'architecture espagnol fondé en 2000 par les architectes Antón García-Abril et Débora Mesa. Leurs projets prennent plusieurs formes, naviguant entre la sculpture, l'architecture, le design urbain et entre la pratique, l'éducation et la recherche. Leur travail est audacieux et se base sur la relation entre l'homme, le design et la nature tout en tirant avantage des dernières technologies. WOHO est un de leur projets de recherche et se penche sur la question du système de logement universel. Ce projet tente de concilier l'aspect social avec les intérêts du marché en utilisant la préfabrication en béton afin

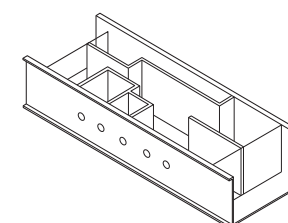
de réduire les coûts tout en procurant une qualité architecturale à chaque logement. Ce projet s'inspire du travail de Le Corbusier, principalement l'Unité d'Habitation, en le réinterprétant grâce aux nouvelles technologies. Le bâtiment, composé de plusieurs modules d'habitation, peut être configuré de différentes façons selon son site d'implantation. Ce projet incorporait une stratégie « made to stock » où les composantes préfabriquées seraient entreposées dans l'attente d'être achetées par un client. Ce projet recherche une solution globale face à la question du logement abordable.

Élément distinctif

WOHO montre le potentiel d'un système ouvert adaptable. Conçu en béton le système dalle et mur pourrait facilement être adapté à une stratégie bois. Surtout dans une stratégie qui optimise la modularité des composantes. Dans un contexte de pénurie de logements, ce type de système permet d'entrevoir une collaboration accrue architectes / industrie.



Coque extérieure en béton préfabriquées



Intérieur personnalisable

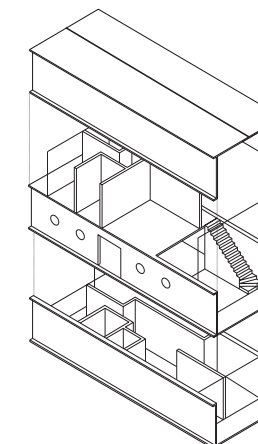
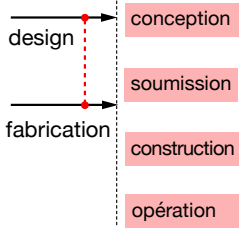
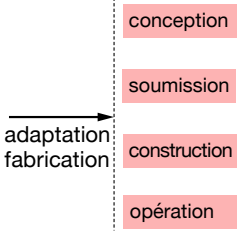
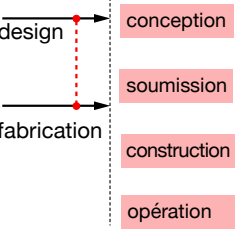
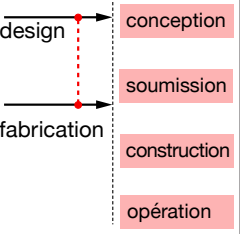
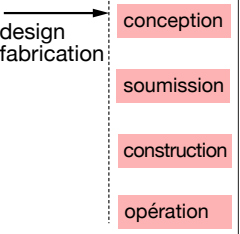
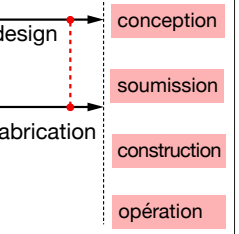
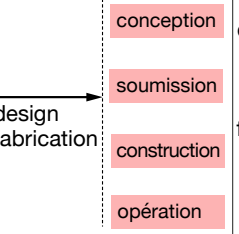
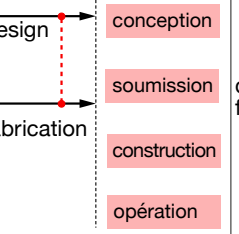
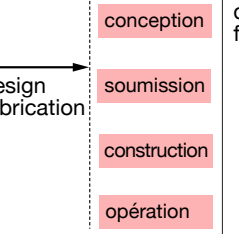
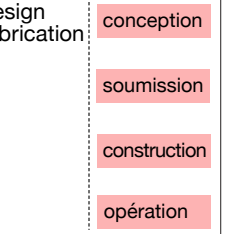


TABLEAU SYNTHÈSE - SYSTÈMES DE CONSTRUCTION INDUSTRIALISÉS

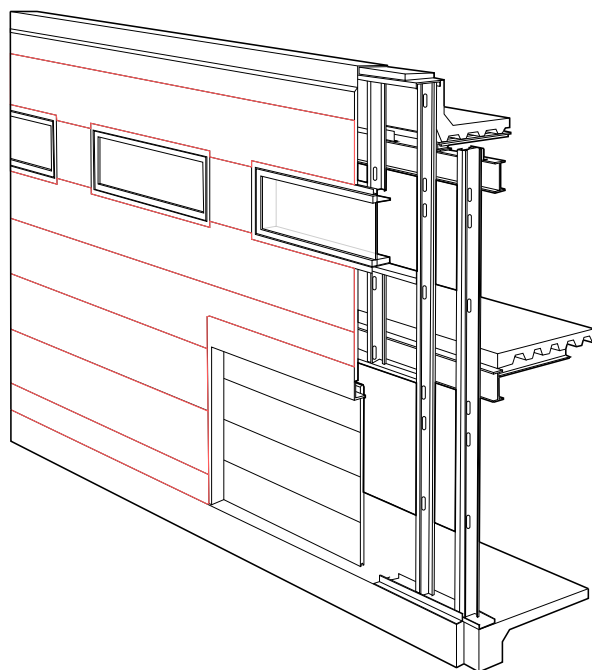
	BENSONWOOD	ALLSPAN	BLUHOMES	LECKIE STUDIO
	Open building www.bensonwood.com	Building system www.allspan.com	Modulaire / kit www.bluhomes.com	Backcountry Hut www.thebackcountryhutcompany.com
A. position de la stratégie dans l'ÉCOSYSTÈME projet et relation avec gestion du projet	 conçu et fabriqué sur mesure	 composantes fabriquées sur-mesure	 fabriqué sur commande - "MTO"	 conçu pour usage spécifique - cabane
B. conception architecturale / potentiel de personnalisation	taillé sur mesure	selon plans conçus par d'autres	catalogue et adaptation	adaptation d'une conception de base
C. modèle d'affaire	production intégrée	sous-assemblages et composantes	design contemporain	accessibilité
i. orientation stratégique	simplifier la construction	approche systémique	design + mode de vie	partenariat - illustration potentiel du bois
ii. interface client	conception personnalisé	fabrication personnalisée	catalogue	système de base
iii. items distinctifs	Open Homes avec Kieran and Timberlake	modules, planchers et escaliers	mise en marché, conception et production intégrés	le kit livré dans une variété de contextes
iv. positionnement	FIOSS - fully integrated off-site solution	ADAPTABILITÉ	Préfab sans soucis	Conçu pour assemblage simple
D. exemples québécois (L'objectif de cet échantillonnage d'entreprises est d'illustrer un type de pratique et non pas de relever l'ensemble des entreprises présentes dans le secteur.)	- Covibro - Bois Hamel - Kyo - La Charpenterie - RBR Structures - NA Structures - Kefor - UniPi - Eco-Habitat - Harkins - Art Massif - Charpentes Montmorency - Jackson Hill Timber Frame	- AmeriCan Structures - Covibro - La Charpenterie - NA Structure - Kefor - RBR Structures	- Honka - Bâtiments préfabriqués du Nord - Bâtiment prefab - iLand/KYO - Maisons Bonneville - Pro-Fab - Maître Constructeur Saint-Jacques	- Bâtiments préfabriqués du Nord - Bâtiment prefab

AVAVA DWELLINGS Brtiespace www.avavadwellings.com	KATERRA Plateformes www.katerra.com	CONXTECH. Connecteur ConX www.conxtech.com	PRESCIENT FISS fully integrated off-site solutions www.prescientco.com	ECOSTEEL Kits sur mesure www.ecosteel.com	ENSAMBLE STUDIO WOHO housing www.ensemble.info
 conçu et fabriqué sur mesure	 composantes fabriquées sur-mesure	 modélisé et fabriqué sur commande - "MTO"	 conçu et fabriqué sur mesure	 système de gestion flexible	 proposition d'un système industriel
taillé sur mesure	plateformes de bâtiment - adaptés	selon plans conçus par d'autres	taillé sur mesure	détails standardisés et adaptés	infrastructure collective - intérieurs personnalisées
production intégrée	améliorer la construction	simplifier assemblage sur site	processus de conception intégré	modélisation intégrateur	système universel de construction
design for assembly joist lock	production assistée de technologies "Appolo"	design for assembly and disassembly	production assister de technologies "Digital Thread"	enveloppe et structure panneau isolé	open building
conception personnalisé	processus personnalisée BIM	fabrication personnalisée et informatisée	processus personnalisée BIM	produits adaptables	adaptabilité - modulaire
réseau de production - un peu comme wikihouse	machine médiatique	standardisation d'un connecteur "lower and lock"	"digitize or die"	réseau d'architectes	offrir un système de construction abordable
FIOSS - fully integrated off-site solution	FIOSS - fully integrated off-site solution	Conçu pour assemblage simple	FIOSS - fully integrated digital and off-site solution	conception standardisée	composantes "made to stock" ?
- Bâtiments préfabriqués du Nord - Maisons Bonneville (série micro)	- Nordic structures - Groupe CanAm - TMS Systèmes - Structure Fusion (CanAm)	- Bone Structure - Groupe CanAm (Système Murox) - UniPi	- Bone Structure - Groupe CaAam (Système Murox) - UniPi	- Bone Structure - Maisons Laprise (série panneaux) - Profab	Noyau porteur (Roger Bruno Richard)

PANNEAUX

© laboratoire de recherche
pre[FABRICA]tions

Les schémas et ont été réalisé par
Christian Bélanger,
et Marianne Lemieux-Aird



KINGSPAN INSULATED PANELS

Adresse: 720 Marion Road, Columbus Ohio; États-Unis

Type: Commercial, institutionnel, industriel)

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux isolés

Matériaux: Acier

Personnalisation: Catalogue de panneaux modulaires avec options

Affiliation: Kingspan

Public/Privé: Privé

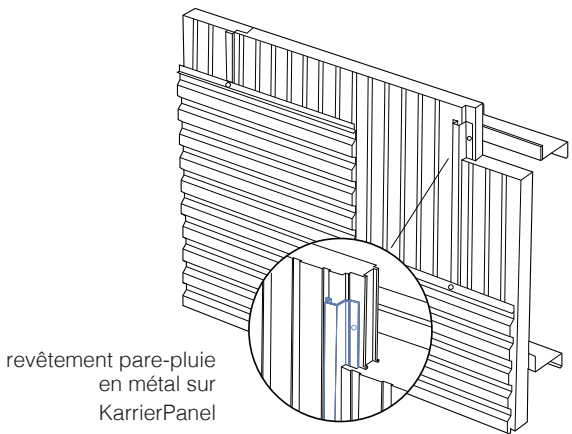


Informations supplémentaires

Entreprise manufacturière fondée en Irlande en 1960. Il s'agit d'une des plus importantes en Europe et elle possède des succursales aux États-Unis et au Canada. Par la mise en place d'un système de gestion flexible, un lien avec leur centre de recherche IKON et une relation ouverte avec les concepteurs, Kingspan propose une solution de conception intégrée qui considère l'ensemble des critères du cycle de vie d'un bâtiment dès la conception initiale de leurs projets. Cette entreprise tente de réduire l'impact des bâtiments sur l'environnement tout au

long de leur cycle de vie en contribuant à créer des bâtiments énergétiquement efficaces.

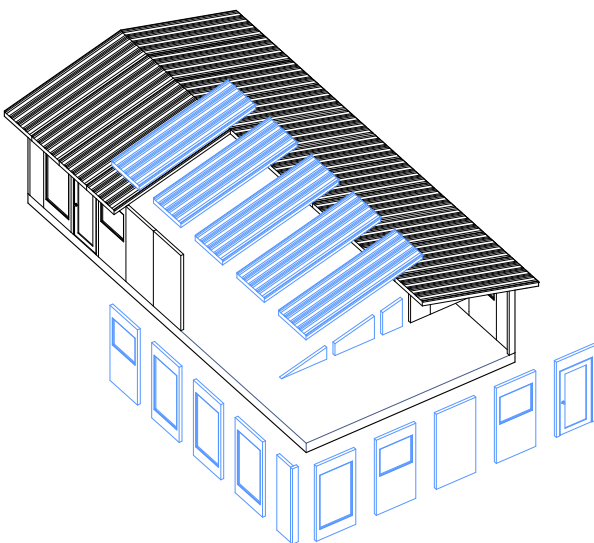
L'entreprise conçoit des panneaux isolants en métal disponibles avec une multitude de finis extérieurs et une large gamme d'accessoires selon des détails de construction standardisés. Ces panneaux servent d'enveloppe performante grâce à la jonction qui réduit les ponts thermiques entre l'intérieur et l'extérieur. Cette jonction réduit également le temps d'exécution au chantier.



revêtement pare-pluie en métal sur KarrierPanel

Élément distinctif

Appuyée sur un système de gestion flexible et un centre de recherche «IKON» pour le développement des produits, Kingspan est une entreprise exemplaire du changement de paradigme dans le secteur de la préfabrication; évolution vers des systèmes spécifiques aux projets.



EXO BUILDING SYSTEMS

Adresse: 9136 196A Street Langley, British Columbia, Canada

Type: Commercial, Institutionnel

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux modulaires

Matériaux: Acier, composites

Personnalisation: Conception variable selon le module et les options

Affiliation: Method Innovation Group, Modular Building Institute

Public/Privé: Privé



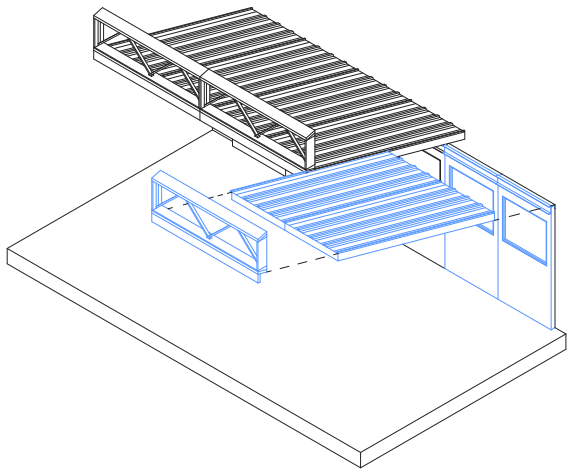
Informations supplémentaires

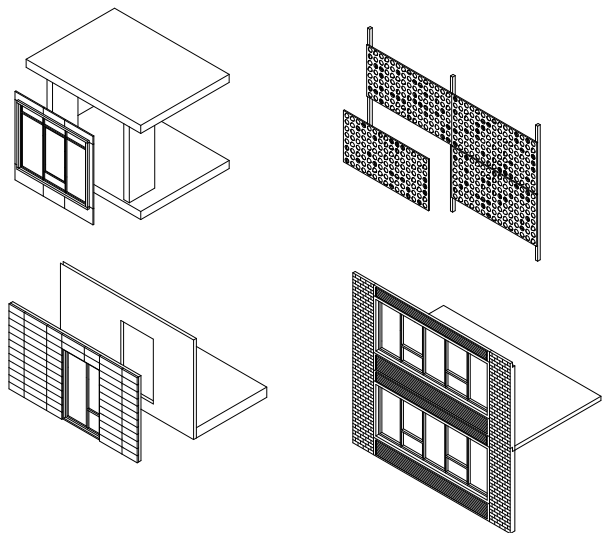
Exo Building Systems est une division de Method innovate Group. Ils ont conçu un système basé sur des panneaux permettant d'assembler une enveloppe de bâtiment en quelques jours. Leur panneau isolé versatile est formé d'une coque résistante aux chocs, d'une structure en acier, d'une isolation haute densité à cellules fermées

et d'un pare-vapeur. L'isolant à cellules fermées a des propriétés supérieures à la fibre de verre et au polystyrène (pour une même épaisseur donnée) engendrant des économies d'énergies. C'est un système d'enveloppe performant, accessible, recyclable et réutilisable qui peut servir pour la construction de murs, toits et planchers.

Élément distinctif

Conçu pour faciliter l'assemblage au chantier, le système peut convenir à différentes typologies, mais le modèle d'affaires semble particulièrement adapté à des bâtiments temporaires, puisque l'architecture développée est contingente à quelques options assez limitées.





ISLAND EXTERIOR FABRICATORS

Adresse: HQ 1101 Scott Ave. Calverton, N-Y, États-Unis

Type: Multi-familial, commercial, institutionel

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux d'enveloppe (revêtement et structure)

Matériaux: Acier, bois

Personnalisation: Conception selon le projet

Affiliation: Island International Enterprises

Public/Privé: Privé



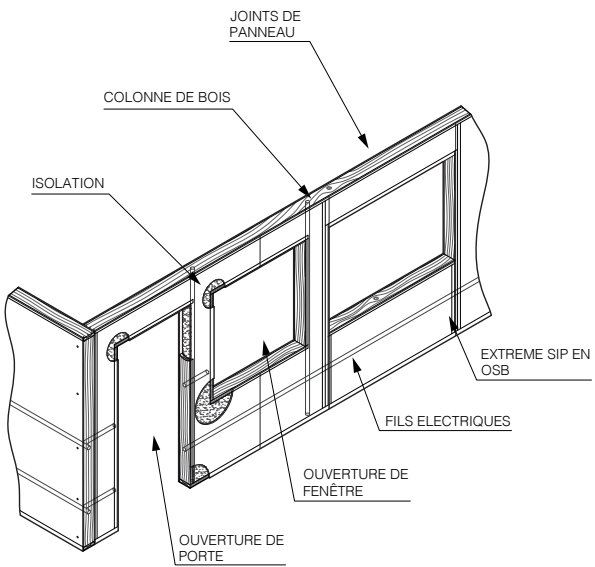
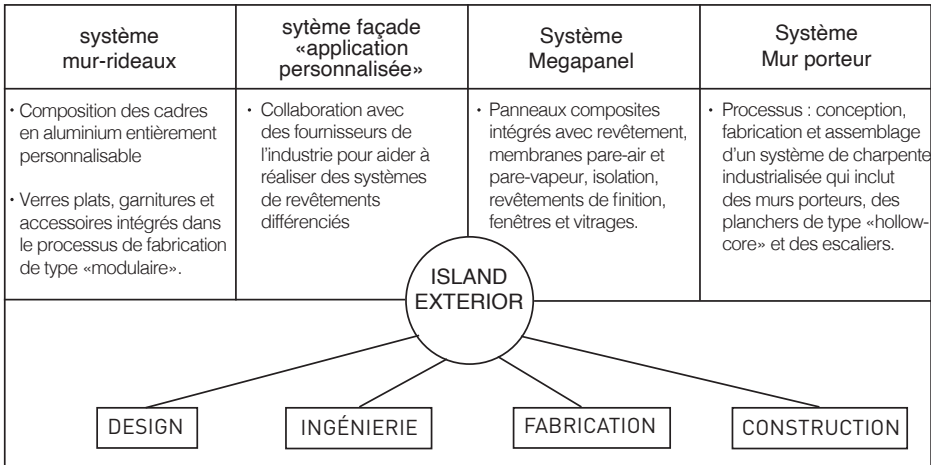
Informations supplémentaires

Island Exterior Fabricators est une entreprise new-yorkaise qui conçoit et fabrique des enveloppes de bâtiment. L'entreprise propose une diversité de systèmes et matériaux. Elle intègre les aspects d'ingénierie, de la conception à l'assemblage sur site, pour proposer les enveloppes les plus performantes, s'adaptant à l'architecture du projet. L'entreprise offre quatre types de panneaux de

murs qui couvrent un large éventail de projets en matière de fonction, d'organisation et d'échelle. La relation intégrée grâce aux outils BIM de conception, fabrication et construction assure des produits de qualité contrôlée et un temps de construction réduit au chantier. Cette intégration de la conception et la construction permet d'intégrer toutes les contraintes techniques du projet en amont de la fabrication.

Élément distinctif

Avec une approche FIOSS, fully integrated off-site solutions Island Exterior Fabricators, se positionne comme un sous-traitant en enveloppe, clarifiant ainsi la coordination difficile de toutes les exigences requises en matière d'enveloppe du bâtiment.



EXTREME PANELS TECHNOLOGIES

Adresse: 475 E 4th Street, Cottonwood, MN, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial et multifamilial), commercial, industriel

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux structuraux et isolants

Matériaux: Bois

Personnalisation: Panneaux modulaires adaptables

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

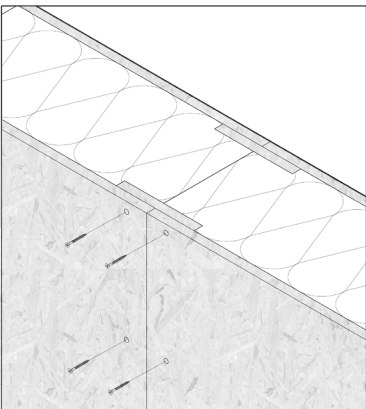
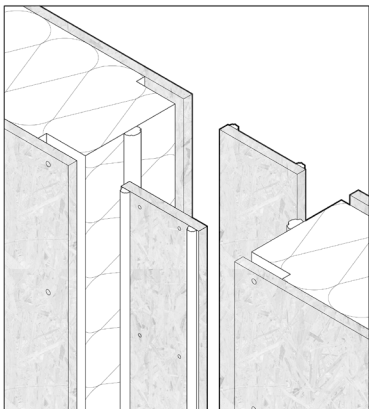
Fondée en 1992 par Terry Dieken, ancien président de l'association des panneaux structuraux isolés, Extreme Panels Technologies utilise des systèmes automatisés pour leur processus de fabrication. Un modèle qui est largement répandu en Amérique du Nord, la production des panneaux isolés (structural insulated panels) peut être adaptée selon les besoins de chaque projet et ce, en matière

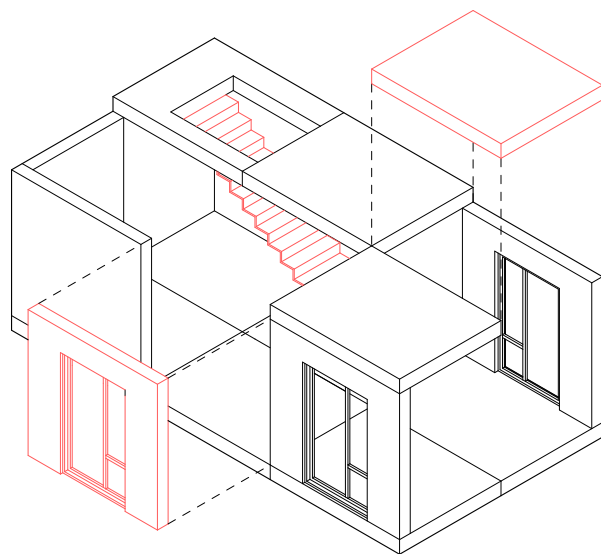
d'épaisseur et de configuration. Grâce à une surface et une performance d'enveloppe continue, les finitions intérieures et extérieures peuvent être installées facilement sans affecter l'étanchéité. Il s'agit d'un panneau composite en bois/isolation personnalisable et dont les dimensions varient en fonction du projet.

Élément distinctif

Adaptée à la découpe numérique, la fabrication des panneaux spécifiques au projet peut inclure la prévision d'ouvertures pour les portes et fenêtres, mais également pour des items tels que le filage ou des gaines.

Plywood Spline Connection





MITSUI HOME

Adresse: 19680-94A Avenue Langley, BC, Canada

Type: Résidentiel (multifamilial)

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux

Matériaux: Bois

Personnalisation: Selon des plans préconçus, selon le besoin du projet

Affiliation: Mitsui Fudosan, Mitsui Designtec Co., Ltd.

Public/Privé: Privé



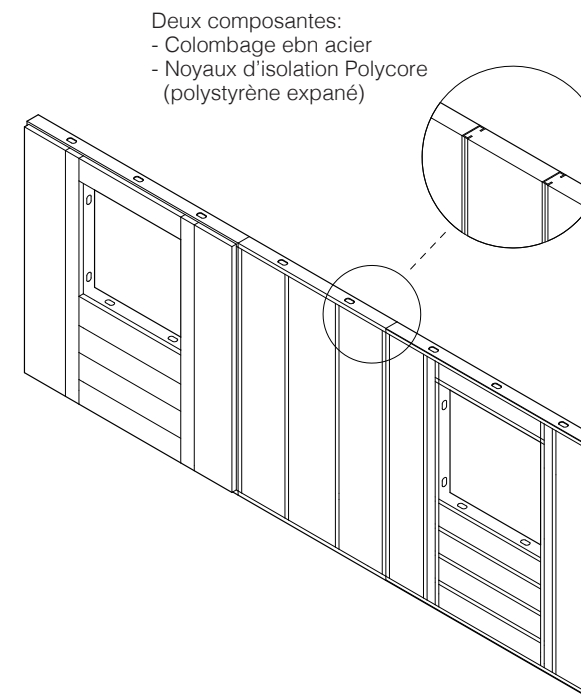
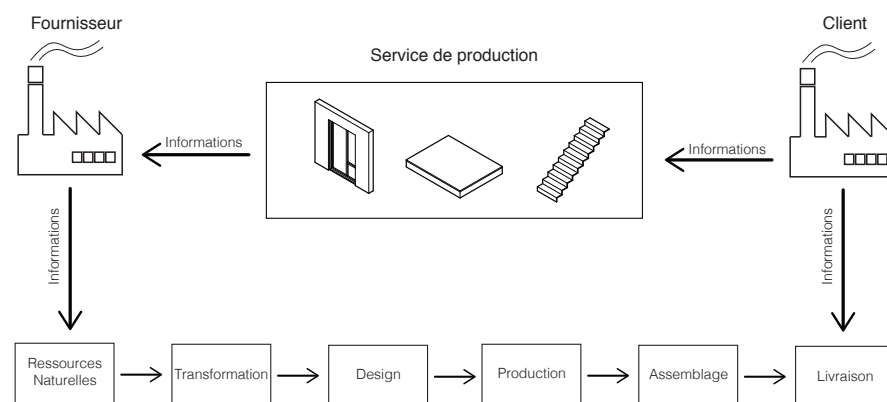
Informations supplémentaires

Mitsui Homes Canada Inc. (MHCI) a été fondée en 1992, en tant que filiale de Mitsui Home Co. Ltd. Cette entreprise est reconnue au Japon pour la fabrication de maisons depuis plusieurs années. Établie au Canada, l'entreprise propose un modèle d'intégration verticale de la gestion de la ressource première à la livraison des composantes au chantier. Dès 2005, l'entreprise propose la préfabrication de murs, planchers, escaliers et fermes de toit en bois.

L'entreprise suit un système japonais de gestion; la gestion LEAN (système de gestion flexible) de Toyota, pour la réduction d'erreurs et afin d'avoir un flux de travail continu. Son processus de gestion permet de fournir au client tous les éléments dont il a besoin pour son projet ou le « guichet unique » qu'il s'agisse des composantes et sous-assemblages de construction pour la structure.

Élément distinctif

Développant une approche systémique à la construction, Mitsui Canada combine la gestion flexible et Lean à la culture constructive locale pour adapter et fabriquer des composantes spécifiques aux projets.



SIC SYSTEMS

Adresse: 4638 91 Ave NW Edmonton, AB, Canada

Type: Résidentiel (unifamilial), commercial

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux structuraux et isolants

Matériaux: Polystyrène et acier

Personnalisation: S'adapte au système du projet

Affiliation: EPS Molders Inc., Polycore Canada Inc

Public/Privé: Privé



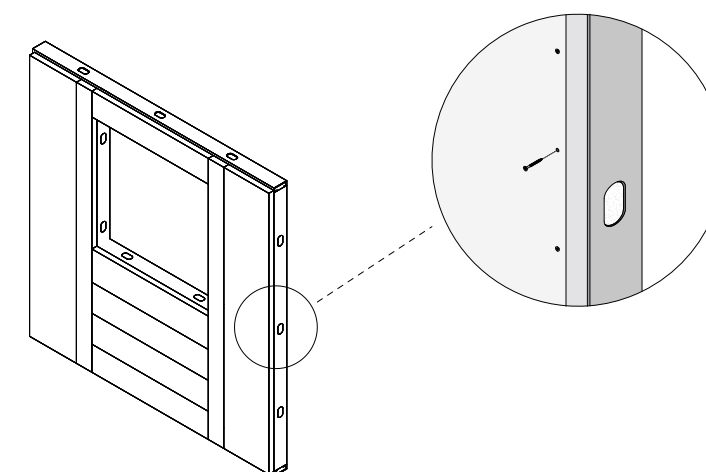
Informations supplémentaires

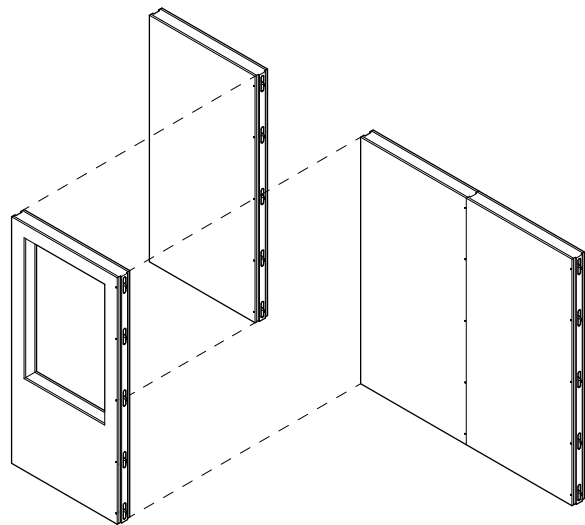
Fondée par Mark Cunningham, SIC Construction Systems Ltd. utilise le polycore (produit d'isolation) comme noyau d'un panneau structural isolé. Le panneau comporte deux composantes, une structure en colombages d'acier et un noyau en isolation. Comme tout panneau du même type, il est très performant au niveau de l'isolation. Les panneaux d'enveloppe en polycore sont formés de polystyrène expansé. Cet isolant permet d'atteindre des performances élevées en matière de résistance

thermique et d'économie d'énergie. Les panneaux sont conçus sur mesure pour chaque projet et l'installation des panneaux est imaginée comme un véritable jeu de construction à échelle réel. La résistance thermique du panneau peut également être adaptée selon les besoins. Chaque élément vertical en acier agit comme fond de vissage pour la construction de l'enveloppe. L'assemblage de l'enveloppe est organisée selon le module des colombages.

Élément distinctif

Particulièrement adapté aux projets qui visent une performance accrue en matière de résistance thermique, le panneau peut contribuer à répondre aux normes de type Passivhaus. La coordination des autres composantes, qui se fait sur site, reste un défi.





MURUS

Adresse: 3234 Route 549 Mansfield, PA, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial et multifamilial), commercial

Sur site: Assemblage, finition

Système: Panneaux structuraux et isolants

Matériaux: Polystyrène, polyuréthane, bois

Personnalisation: Fabriqués selon le projet

Affiliation: NTA, Inc. PFS Corporation

Public/Privé: Privé



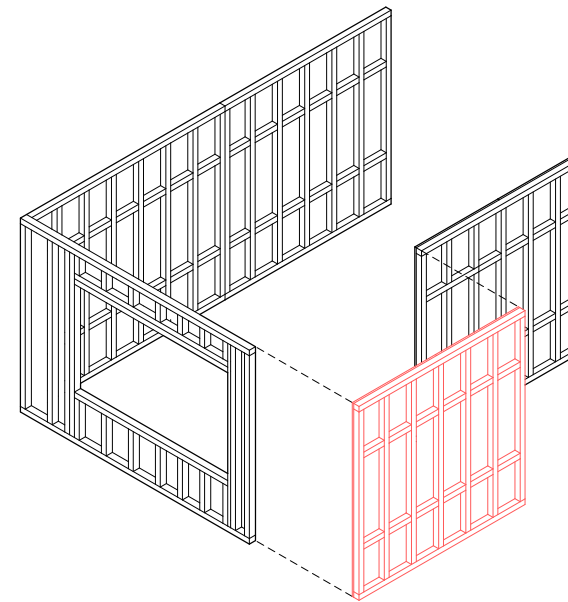
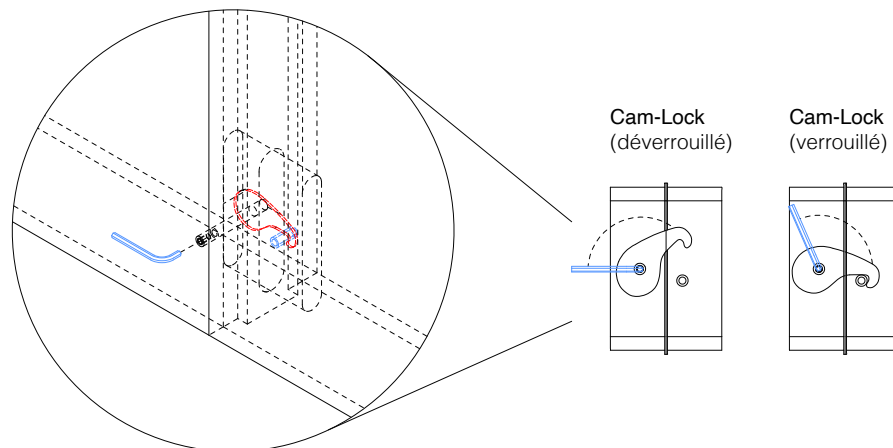
Informations supplémentaires

Murus est une entreprise fondée en 1987 qui développe des panneaux isolés structuraux et qui cherche des solutions innovantes pour augmenter l'étanchéité des jonctions qui sont un des plus grands défis dans ce type de construction. Murus produit des panneaux isolés en polystyrène, en polyuréthane léger, très performants énergétiquement. Ces murs sont dotés d'un système de connexion à came breveté: CAM-LOCK. Cette

innovation de conception clé permet d'économiser jusqu'à 30% sur le temps d'installation. Ce système jonction assure une meilleure étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau. Cette étanchéité est garante d'une meilleure performance énergétique. Les panneaux s'adaptent à des projets variés. L'entreprise s'est également engagée dans l'utilisation de ressources écoresponsables.

Élément distinctif

Le connecteur breveté permet un assemblage plus facile, et une étanchéité plus grande. Ce dispositif permet également d'imaginer une approche « Design for disassembly » et de donner plusieurs cycles de vie à ces panneaux.



ENTEKRA

Adresse: 945 E Whitmore Ave, Modesto, CA, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial et multi familiale), commercial

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux

Matériaux: Bois

Personnalisation: Panneaux conçus sur mesure pour chaque projet

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



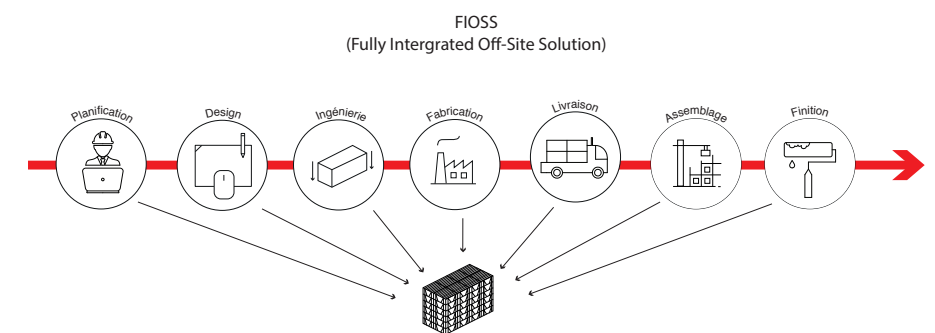
Informations supplémentaires

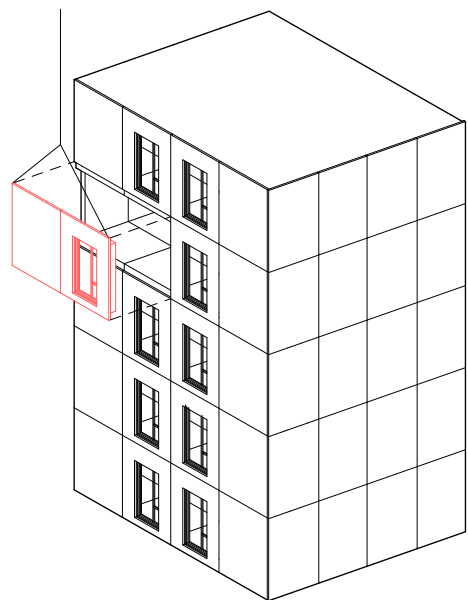
Entekra™ est une entreprise de conception, d'ingénierie et de fabrication qui fournit une solution hors site entièrement intégrée (FIOSS™) pour la construction. Identifié en premier par l'entreprise, Le FIOSS d'Entekra rationalise le processus de construction en tirant parti de l'intégration et de l'application de logiciels, d'ingénierie, de technologies et de méthodes modernes de construction (MMC). Cette intégration par un « fil numérique » consolide et structure une multitude de tâches qui sont normalement réparties entre

architectes, ingénieurs, fournisseurs en matériaux de construction et les entrepreneurs. Les systèmes de construction complets de l'entreprise offrent une stratégie complète pour la réalisation des différents sous-assemblages requis dans la construction. Cette entreprise s'appuie également sur des technologies de construction automatisée hautement efficaces, qui leur ont permis de construire notamment « un prototype » de bâtiment de six étages à ossature de bois légère.

Élément distinctif

Cette entreprise propose une préfabrication taillée sur mesure ou plutôt modélisée sur mesure. Appuyés sur une conception, fabrication, gestion et construction virtuelle, le projet et sa fabrication sont adaptés en temps réel, minimisant les risques associés à la construction sur site.





SKYRISE PREFAB / STOPANEL

Adresse: 96 Brock Road - Unit 1, Pickering, Ontario, Canada

Type: Résidentiel (multifamilial), commercial, hôtellerie

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux

Matériaux: Acier léger

Personnalisation: Conception selon les besoins du projet

Affiliation: Stopanel, Cold-formed Steel Engineers institute Canada, Steel Framing Alliance

Public/Privé: Privé



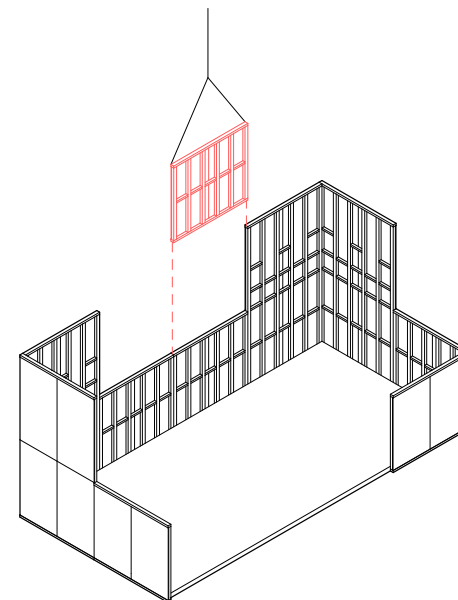
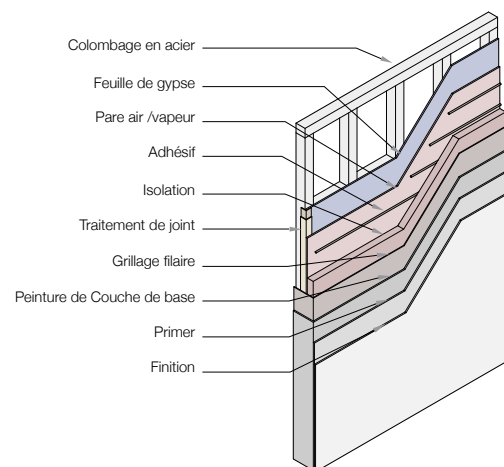
Informations supplémentaires

Skyrise Prefab est une compagnie canadienne qui conçoit et fabrique en usine des panneaux en acier léger depuis le milieu des années 1990. Elle produit ses panneaux de structure en acier en intégrant un isolant et un revêtement intermédiaire. Les ouvertures pour les portes et fenêtres sont intégrées lors de la fabrication. Cette entreprise utilise les panneaux de Sto-panels pour l'enveloppe et la finition extérieure.

L'entreprise propose un panneau préfabriqué dont les colombages en acier sont laminés à froid. En plus de la structure en acier, le panneau est organisé avec une isolation thermique et acoustique, selon le besoin, et un panneau de revêtement intermédiaire. Comme tous panneaux isolés avec structure en colombage (en bois ou en acier), le plus grand avantage de ce système de production est son adaptabilité.

Élément distinctif

Le système de gestion flexible permet à cette entreprise de répondre à des commandes selon une offre de quatre types de panneaux standardisés. Associé un constructeur à une entreprise spécialisée dans la construction hors site semble être une stratégie porteuse pour tirer avantage des forces des deux systèmes de production: sur et hors site.



FULLERTON BUILDING SYSTEMS

Adresse: HQ 13605 1st Ave N. Suite 200 Plymouth, MN, États-Unis

Type: Commercial

Sur site: Assemblage

Système: Panneaux

Matériaux: Bois

Personnalisation: Panneaux faits sur mesure

Affiliation: Fullerton Finish Systems

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

Fullerton Building systems est une entreprise qui développe des enveloppes de bâtiments avec des finis extérieurs variés. Elle pratique une approche intégrée de projet, en effet elle conçoit le système du projet pour répondre aux attentes du client. Les panneaux sont adaptés à la réalisation du projet. Cette gestion et la rapidité de fabrication des enveloppes accélèrent le calendrier de construction, aidant à contrôler les coûts du projet.

Ce système de production appliqué par la majorité des entreprises dans le secteur qu'on appelle «panelized» a intégré depuis plusieurs années la construction conventionnelle. Aujourd'hui avec les pénuries de main-d'œuvre et les risques de sécurité liés à la construction «sur site», ce type de production devient encore plus applicable pour l'ensemble de l'industrie.

Élément distinctif

Fullerton Building systems adopte le modèle le plus courant des entreprises qui fabriquent des panneaux. L'agilité et l'adaptabilité du système n'ont qu'un impact marginal sur la conception octroyant une liberté de conception presque complète.

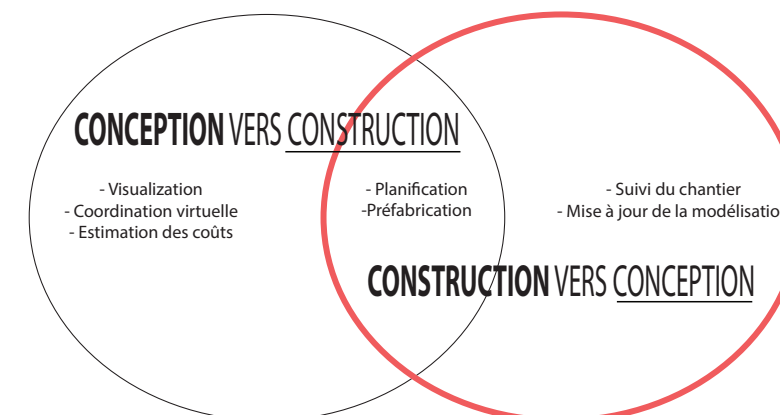


TABLEAU SYNTHÈSE - PANNEAUX

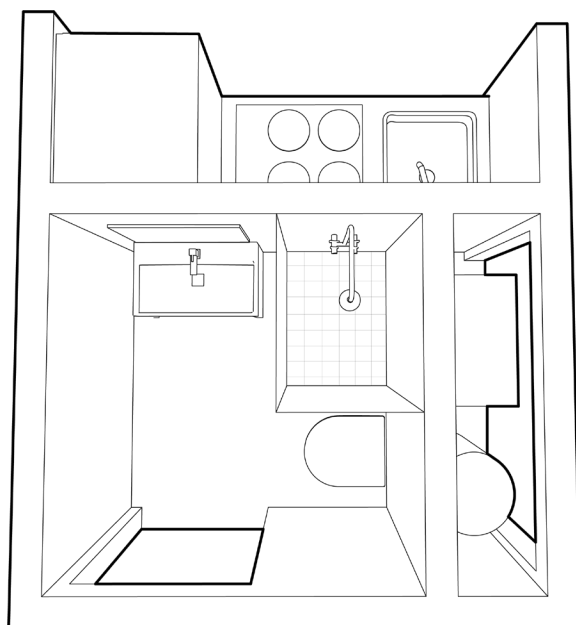
	KINGSPAN Panneaux isolés www.kingspan.com	EXO BUILDING SYSTEMS EXO panel www.exobuildings.com	ISLAND EXTERIOR FABRICATORS Quatre systèmes www.islandef.com	EXTREME PANEL TECHNOLOGIES Panneaux isolés structuraux (SIPS) www.extremepanel.com
A. position de la stratégie dans l'ÉCOSYSTÈME projet et relation avec gestion du projet	design conception soumission fabrication construction opération gestion flexible mais basée sur un système	design fabrication conception soumission construction opération fabriqué sur commande - "MTO"	design conception soumission fabrication construction opération gestion flexible mais basée sur 4 systèmes	design fabrication conception soumission construction opération fabriqué sur commande - "MTO"
B. conception architecturale / potentiel de personnalisation	adaptation d'un système modulaire	système de panneaux - modularité	conception selon les besoins du projet	selon plans conçus par d'autres
C. modèle d'affaire	gestion flexible	standardisation d'un système	solutions intégrées	adaptation d'un système de production
i. orientation stratégique	IKON centre de recherche	rapidité d'assemblage	sous-traitant d'enveloppe	conception - fabrication digitale
ii. interface client	catalogue + conception	composantes avec options	modélisation à la fabrication	détails standardisés
iii. items distinctifs	solutions d'enveloppe intégrées	potentiel pour la classe modulaire	quatre "modèles"	découpe et fabrication numérique
iv. positionnement	GLOBALISATION	MODULAIRE	FIOSS - fully integrated off-site solution	GESTION J-I-T
D. exemples québécois (L'objectif de cet échantillonnage d'entreprises est d'illustrer un type de pratique et non pas de relever l'ensemble des entreprises présentes dans le secteur.)	• Vicwest • Finor • Norbec • Robertson • TMS Systèmes	• Metal Sartingan • Northwood • Maison progression • Sipco • Maison (kits) Laprise	• Béton préfabriqué du lac • Shockbéton • Vicwest	• Prestige Panel • Sipco • Siptec • Les panneaux Banerpan • Thermapan SIPS

mitsui home CANADA Panneaux muraux et de plancher www.mitsuihome.ca	SIC SYSTEM Panneaux isolés www.sic-sys.com	MURUS Connecteur pour panneaux isolés www.murus.com	ENTEKRA FISS fully integrated off-site solutions www.entekra.com	SKYRISE PREFAB Sto panels www.skyriseprefab.com	FULLERTON SYSTEMS Panneaux adaptés www.fullertonbuilding systems.com
design fabrication conception soumission construction opération composantes fabriquées sur-mesure	design fabrication conception soumission construction opération fabriqué sur commande - "MTO"	design fabrication conception soumission construction opération fabriqué sur commande - "MTO"	design conception soumission fabrication construction opération composantes conçues, fabriquées sur-mesure	design conception soumission fabrication construction opération gestion flexible basée sur un système en acier	design conception soumission fabrication construction opération système de gestion flexible
selon plans conçus par d'autres	selon plans conçus par d'autres	selon plans conçus par d'autres	taillé sur mesure	conception selon les besoins du projet	participation à la conception - taillé sur mesure
construction ossature bois - Mitsui Home JP	paroi isolée et système de structure	design for manufacturing and assembly	solution intégrée	regroupement d'une offre de production (4)	processus intégré
approche systémique	sous-traitant d'enveloppe	sous-traitant d'enveloppe	conception et construction modelisées	facilitant la coordination	suivi conception à la construction
production selon le besoin du projet	adaptation du système ou projet	adaptation du système ou projet	panneaus sur mesure	modélisation à la fabrication	panneaux sur mesure
intégration verticale - système de gestion du bois	résistance thermique	"cam lock" connecteur - étanchéité	processus de conception et construction BIM	quatre systèmes "panelized"	suivi construction - support technique
ADAPTABILITÉ	système d'isolation	J-I-T découpes numériques	FIOSS - (trade- marked)	SYSTÉMIQUE flexible	ADAPTABILITÉ
• Maisons Nordiques • AmeriCan structures • Structure Alternative • Kefor • La Charpenterie • Covibro • NA Structures • Maison Laprise • RBR Structures	• Maison Dunfab • Bone Structure • Coffrage isolant • Fransyl • CanAm (Murox)	• Prestige Panel • Sipco • Siptec • Les panneaux Banerpan • Thermapan SIPS	• Barrette • Eco-Habitat • Bone Structure • AmeriCan structures • Maisons Nordique • Structure Alternative • Kefor • Maison Laprise • RBR Structures	• Barrette • Béton préfabriqué du lac • AmeriCan structures	• Barrette • Eco-Habitat • AmeriCan structures • Maisons Nordique • Structure Alternative • Kefor • Maison Laprise • RBR Structures

NOYAUX DE SERVICES
« PODS »

© laboratoire de recherche
pre[FABRICA]tions

Les schémas et ont été réalisé par
Christian Bélanger,
et Marianne Lemieux-Aird



Elements Europe

Adresse: 155 Gray's Inn Road WC1X 8UE, Londres, Royaume-Unis

Type: Résidentiel (multifamilial), institutionnel, hôtellerie

Sur site: Branchements et coordination avec ensemble

Système: Volumétrique

Matériaux: Hybrid (acier ou béton)

Personnalisation: Possibilité de modifier les options pré-définies

Affiliation: The Pickstock Group

Public/Privé: Privé



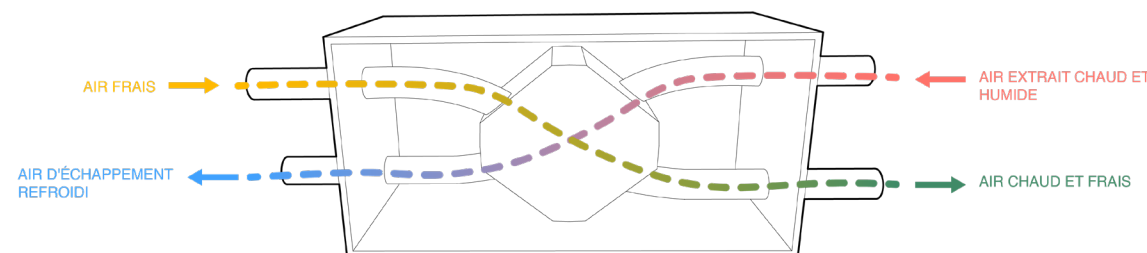
Informations supplémentaires

Compris: échangeur de chaleur, appareils électroménagers, équipements MVHR, tableaux de distribution électrique, échangeur d'air.

Elements Europe fait partie de Pickstock Group, un regroupement d'entreprises international de sociétés spécialisées dans la construction modulaire, la construction traditionnelle, la fabrication et le développement immobilier, avec un chiffre d'affaires annuel d'environ 330 \$. L'espace de production d'Elements Europe totalise 200 000 pieds carrés, l'usine principale étant située dans les West Midlands (région en Angleterre). Leur clientèle est principalement celle dans les secteurs de l'hôtellerie, de l'éducation, de la santé, du

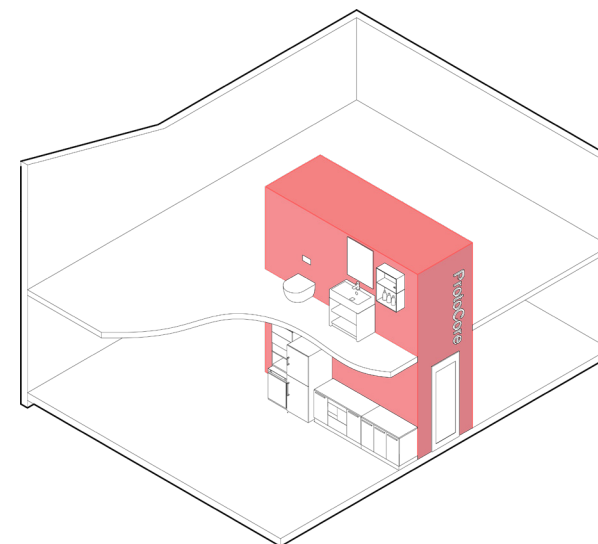
résidentiel, de la défense et de la location privée. L'entreprise se spécialise dans l'ingénierie et le design du projet du début à la fin. Le «co-pod» d'Element Europe représente une gamme d'unités contenant tous les éléments de service essentiel d'un logement. Les unités fournissent cuisine, salle de bain, douche, escalier, stockage, électricité, éclairage, ventilation, chauffage, récupération de chaleur et communications dans un seul système dans un contenant intégré et fabriqué hors-site.

Élément distinctif



MVHR (Mechanical Ventilation With Heat Recovery)

Fournis de l'air frais filtré dans un pod tout en conservant la majeure partie de l'énergie qui a déjà été utilisée pour chauffer l'intérieur. La ventilation à récupération de chaleur est la solution aux besoins de ventilation des bâtiments



PROTO HOME

Adresse: 917 W 17th St, 90015, Los Angeles Californie, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial)

Sur site: Branchements et coordination

Système: Volumétrique

Matériaux: Bois

Personnalisation: Catalogue + personnalisable

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

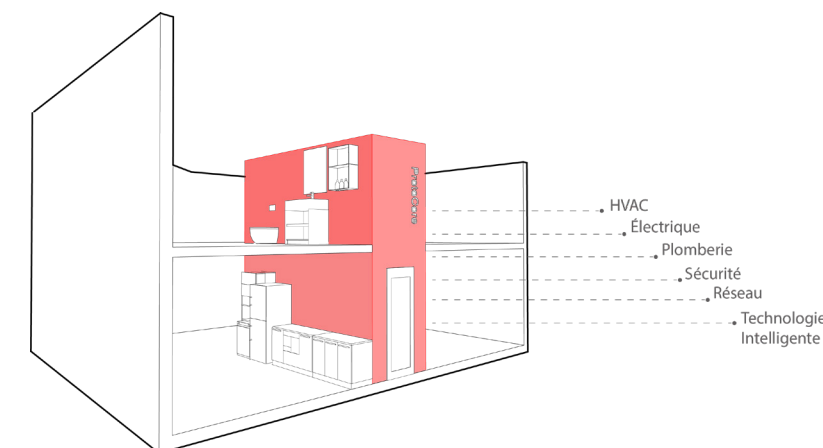
Articulé à l'approche «Open Building» ProtoHomes propose une séparation nette de l'infrastructure et des espaces de vie. Cette séparation nette servant/servis est pour l'entreprise la base de l'adaptabilité temporelle.

Le ProtoCore propose une amélioration du noyau ou module de service. Le noyau de service ou le «core» est situé au centre de la maison et dessert toutes les fonctions ayant besoin de soutien technique. Ce «pod» possède une dimension de 8'x8'x22' pour accommoder tout les dispositifs mécaniques qui se trouve dans une maison typique (plomberie, électricité, ventilations, etc.). Ayant condensé les aspects techniques d'une maison, cela évite toutes les complexités des traitements de plomberie et électriques généralement trouvés

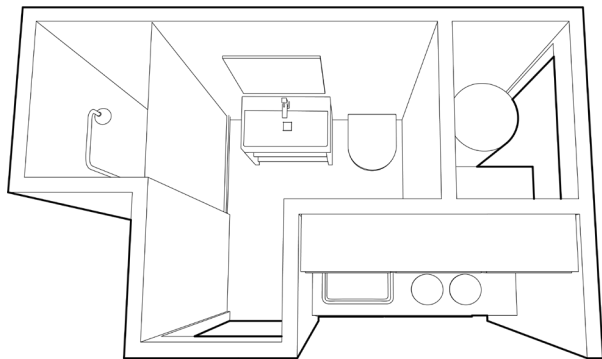
dans les planchers et les murs. ProtoHomes est non seulement connue pour leur noyau de service compact, mais également pour leur concept HyperSpace. L'espace habitable est proposé comme lieu ouvert adaptable aux modifications de programme ou de mode de vie. Le système de structure est organiser avec une approche de design «for assembly» pour faciliter les jonctions. Cette compagnie mise sur la maison de demain qui pourra évoluer d'une manière à suivre les changements rapides de notre ère contemporaine.

Élément distinctif

Articulé à l'approche «Open Building» ProtoHomes propose une séparation nette de l'infrastructure et des espaces de vie. Cette séparation nette servant/servis est pour l'entreprise la base de l'adaptabilité temporelle



Euro Components



Adresse: Via Benaco, 90, 25081, Bedizzole BS
Province de Brescia, Italie

Type: Résidentiel (multifamilial), commercial,
institutionnel, hôtellerie

Sur site: Installations

Système : Volumétrique

Matériaux: Hybrid (Acier / béton)

Personnalisation: Customizable + Modulaire

Affiliation: -

Public/Privé: Privé

Misant sur un modèle d'affaire fabriqué sur commande avec une livraison juste à temps, cette entreprise représente la construction modulaire de «noyau de service» la plus typique appuyé par un carnet de commande qui mise sur la répétition.

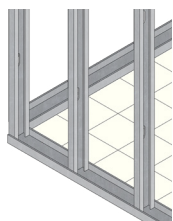


Informations supplémentaires

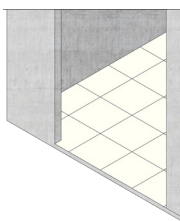
Desservant principalement l'Europe, Euro Components est l'une des première compagnie de noyau de service «pods» préfabriqué en Italie. Cette compagnie possède un grand éventail de projets réalisé (plus de 60 000 cuisines et salles de bains préfabriquées produites et installées). La compagnie offre deux types de construction pour ses pods, soit en béton (MONOLITE Concrete) ou en

colombage d'acier (Monolite Smart). La compagnie offre des services du début à la fin du projet. (pour la conception, la fabrication et la livraison, y compris l'assistance après-vente). La compagnie se spécialise dans la construction résidentielle, hôtelier, industriel et hospitalier. Selon le projet, les pods en acier ou béton sont choisis selon les caractéristiques de l'usage.

Élément distinctif

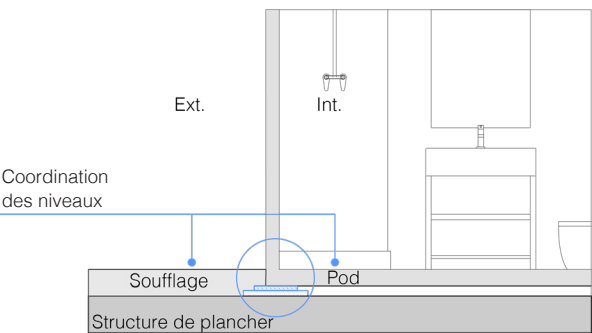


MONOLITE® Smart



MONOLITE® Concrete

La compagnie offre deux types de fabrications de Pods, soit en béton ou en colombage d'acier. L'utilisation de ces derniers diffère selon le contexte dans lequel le pod s'insère.



INSTALLATION: cellule déposée sur
caoutchoucs néoprène

MODPOD

Adresse: Houston, Texas, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial)

Sur site: Installations

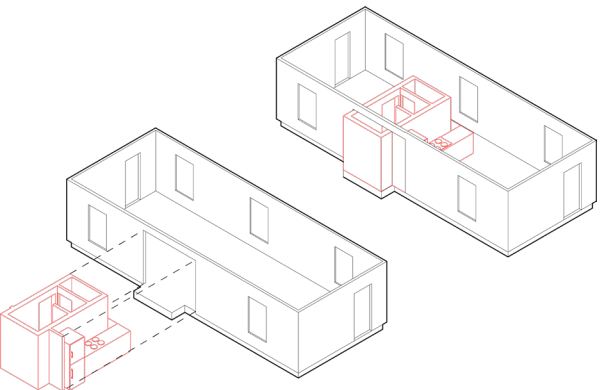
Système : Volumétrique

Matériaux: Hybrid (Majoritairement bois)

Personnalisation: Prototype pour une typologie

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



Comme le ModPod est préfabriqué hors site, la maison doit être transformé pour son installation. Une fois livré sur place le ModPod s'insère dans une ouverture, l'étanchéisation de la jonction rend le tout imperméable rapidement.

ModPod a été conçu comme un projet de réhabilitation d'un stock immobilier existant. Cette ambition sociale se traduit par une présence identitaire en façade. Le ModPod réforme l'existant. La conception de ModPod permet de l'insérer facilement dans une maison existante. Les systèmes et appareils modernisés offrent non seulement plus d'efficacité que ceux qu'ils remplacent, mais rendent la maison plus adéquate au mode de vie contemporain. La partie extérieure du MODPOD se trouve en porte



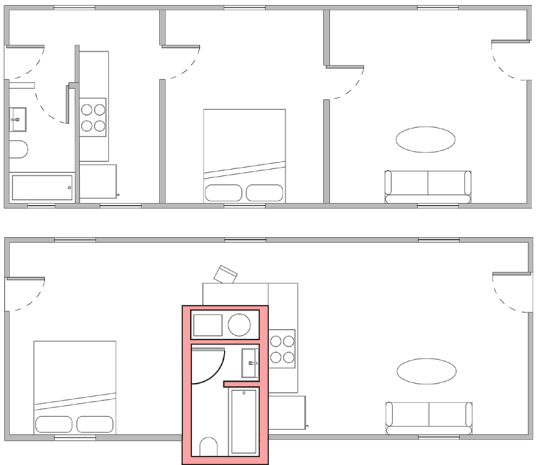
Informations supplémentaires

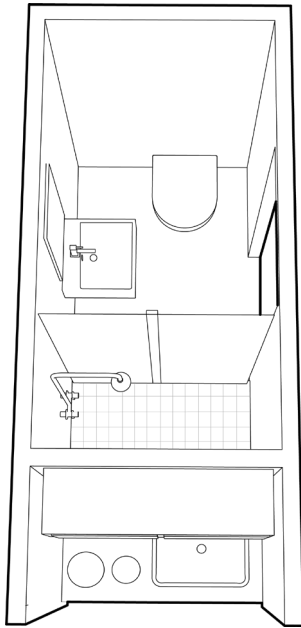
à faux avec la plomberie pour la baignoire et une fenestration donnant une luminosité dans la pièce. Le revêtement extérieur du ModPod peut être de n'importe quel matériau, y compris les panneaux de fibres de ciment, le bois, l'acier, l'aluminium ou le zinc. La construction du module est proposé en usine, mais son assemblage pourrait aussi être réalisé au chantier à partir d'une sorte de «kit» de construction. Le ModPod est proposé comme une solution à l'évolution des besoins de habitants.

Élément distinctif

L'élément le plus important de cette démarche est la volonté d'adaptation d'un stock immobilier par la production d'un noyau de service qui facilite les modifications. Ce produit ne pourrait pas être appliqué partout, parcontre le processus et la démarche d'analyse sous-jacente est universalisable.

Ancien





Bathsystems - Combo pod

Adresse: Via C. Cavour, 149, 25011, Calcinato (BS), Province de Brescia, Italie

Type: Résidentiel (multifamilial), institutionnel, hôtellerie

Sur site: Installations

Système : Volumétrique

Matériaux: Hybrid (Lightweight Concrete, Superlight Steel Frame)

Personnalisation: Customizable + Modulaire

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

Disponible en béton léger et en solution brevetée SUPERLIGHT en acier galvanisé.

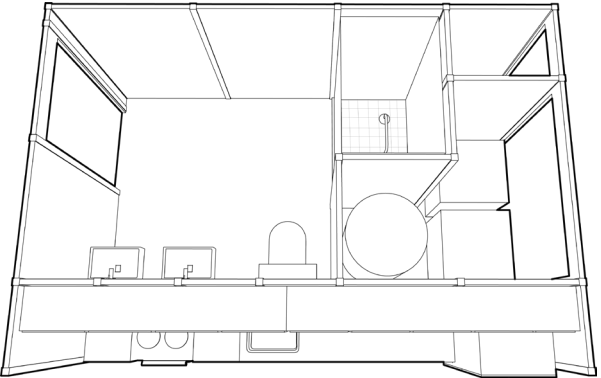
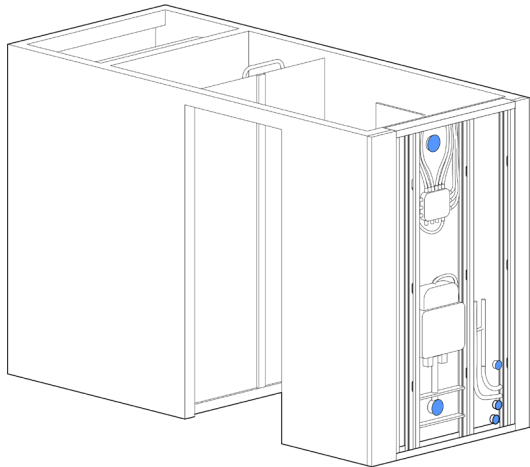
Bathsystems travaille directement en collaboration avec les intervenants dans le domaine de la construction (entrepreneurs généraux, entreprises de construction, cabinets d'architectes, chaînes hôtelières, promoteurs immobiliers et grands clients investisseurs). Les projets typiques se trouvent à être dans les domaines résidentiel, hôtelier, institutionnel et industriel. La compagnie offre leur pod avec deux types de coquilles :

béton léger ou avec cadre en acier galvanisé SUPERLIGHT breveté. Le «Combo-Pod» est une solution intégrée qui combine cuisine et salle de bain dans une solution modulaire complète « clé en main ». Durant l'installation, le «Combo-Pod» nécessite qu'un seul point de connexion (électrique/hydraulique/CVC), ce qui minimise la main-d'œuvre sur site et le temps de construction et cherche à réduire les complexités de coordination.

Élément distinctif

Les **points de branchement** se trouvent condensés dans un système pour faciliter l'encreage au site.

- Système de ventilations
- Tuyau de toilette
- Tuyau d'eau chaude/froide
- Tuyau de drainage



Schemata Workshop

Adresse: 1720 12th ave, Seattle, Washington, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial et multifamilial), commercial, institutionnel

Sur site: Installations

Système : Système de panneaux

Matériaux: Hybrid

Personnalisation: Customizable + Modulaire

Affiliation: Partenariat avec architecte + manufacturiers

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

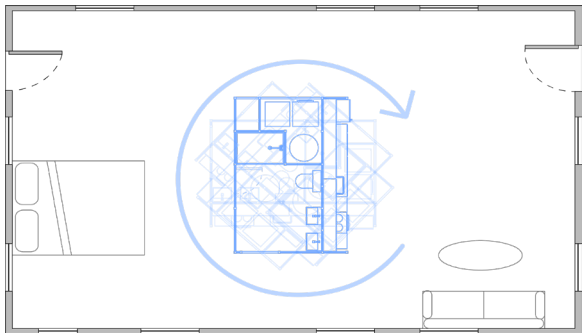
- Conception, fabrication, livraison et installation à service complet
- Contient les systèmes mécaniques et électriques de chaque unité vivante pour une installation plug and play

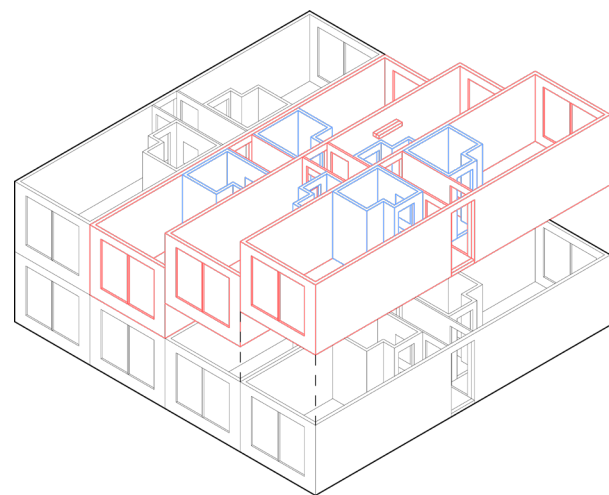
Schemata Workshop est une firme de design et d'architecture valirosant une posture qui cherche à travailler pour la communauté La compagnie s'engage à travailler avec les autorités du logement public, les promoteurs de logements abordables à but non lucratif et les prestataires de services sociaux pour développer des projets intégrés. Présent dans le secteur depuis plusieurs années et supportés par une expérience variée, l'entreprise cherche aussi à innover dans le domaine de la construction avec une panoplie de projets réalisés dans une variété d'intervention (communautaire, résidentiel et design urbain) la compagnie est toujours à la recherche de

nouveau développement dans la construction. La firme a développé un prototype de noyau de service (Middlemod) préfabriqué qui peut être placé dans un bureau ou espace résidentiel. La configuration du plan d'étage est flexible pour s'intégrer dans un système structurel et une infrastructure de services publics proposés. L'unité est assemblée en usine, emballée pour une livraison juste à temps sur le site et l'installation plug and play facilite le branchement des services. Le concept Middlemod est développé par Building and Module Manufacturing LLC (BAMM), une collaboration des entreprises Schemata Workshop et du fabricant Dogwood Industries.

Élément distinctif

Le **Middlemod** cherche à faire valoir le potentiel d'un noyau de service comme solution d'adaptation. Que ce soit résidentiel ou commercial l'ajout de ce module est vue comme un catalyseur de changement.





MODZ4

Adresse: 5453 NW 106th Dr Coral Springs, Coral Springs, Floride, États-Unis

Type: Résidentiel (multifamilial), Commercial (hôtellerie)

Sur site: Installations

Système : Volumétrique

Matériaux: Hybrid (Acier / Bois)

Personnalisation: Personnalisable + Modulaire + Catalogue

Affiliation: Base4

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

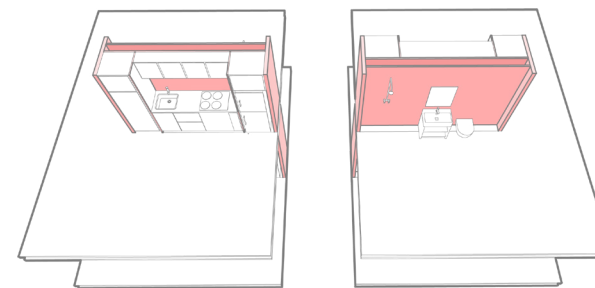
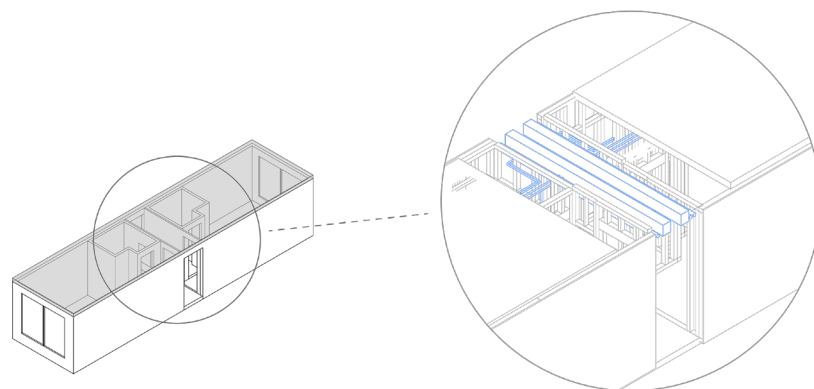
Une collaboration architecte, producteur et constructeurs, le Base4 est une produit pré-coordonné. En ce sens il cherche à constuire de projet en projet une solution optimale pour la construction de logement modulaire.

Base4 est une compagnie abritant 4 divisions pour le secteur de la construction (hotels, modulaire, résidence pour ainés, et multi-logement). L'entreprise propose un porcessus intégré qui comprend architecte, ingénieur et designer intérieur possédant une variété d'expérience dans le domaine et son également dirigeant pour leur projet du début à la fin. Proposé dans leur offre de projet dans le domaine de l'hotelier et du résidentiel, l'entreprise a développé une concpetion basé sur

l'utilisation de la construction modulaire qui inclut pod de salle de bain préfabriqué en usine. Les modules d'habitation peuvent se construire en bois et acier, selon les cas spécifiques. Dans le cas des modules salle de bain, ils sont fabriqués en usine et transportée sur site avec un système de "plug-in", l'assemblage diffère selon la matérialité des modules (bois ou acier), et la finition des murs à compléter.

Élément distinctif

Les modules de BASE4 sont équipés avec un système de **MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing)** facilement atteignable dans un réseau donnant sur les plafonds dans les couloirs.



PrefabNZ - UNIpod

Adresse: Te Aro, Wellington, Nouvelle-Zélande

Type: Résidentiel (multifamilial)

Sur site: Installations

Système: Système de panneaux (CLT)

Matériaux: Bois (CLT)

Personnalisation: Open source

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

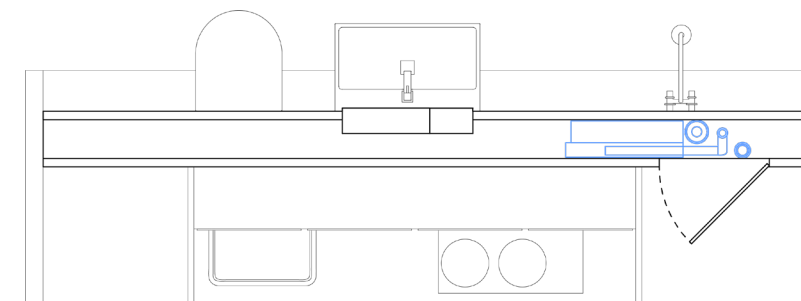
Avec l'augmentation du besoin en terme de logement, les modifications rapides des modes de vies, le mur technique proposée par PrefabNZ, propose de mettre la technologie dans les mains des utilisateurs.

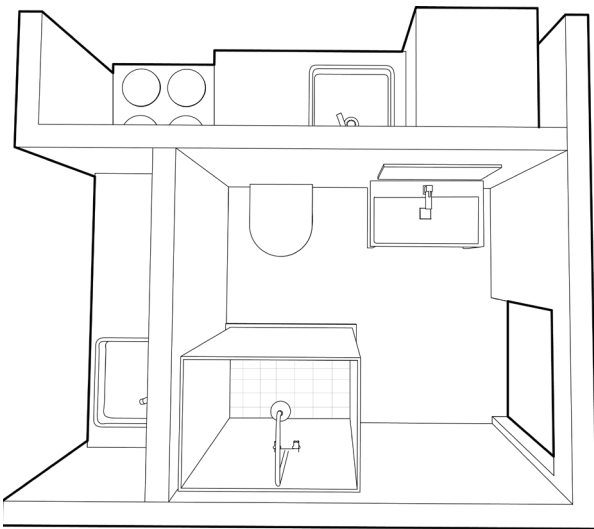
PrefabNZ est une organisation à but non lucratif qui favorise l'innovation et est une pionnière dans la construction hors site en Nouvelle-Zélande. La compagnie est connue pour son engagement dans la communauté et pour ses projets qui pointent la construction dans la direction d'un avenir durable. PrefabNZ est tout récemment lauréat d'un concours avec leur conception d'un mur technique universelle et open-source. Ce dernier est un projet qui vise à démocratiser la construction, plus précisément la préfabrication,

en donnant accès aux plans sur une plateforme web. L'UNIpod est un monobloc pour salle de bain et cuisine. Il s'agit d'une «salle des machines» innovante et accessible — combinant les services de salle de bains et de cuisine. Conçu pour être fabriqué en CLT (cross-laminated-timber) et empilable pour organiser des parois de charpente ou indépendantes de la structure selon le système mis en place. Il est proposé comme manière de faire pour changer les habitudes dans le monde de la construction.

Élément distinctif

La **mécanique** se trouve entre les parois de cuisine et salle de bain dans un espace « engine room » avec l'accès se trouvant derrière le réfrigérateur.





G12 - WetCore

Adresse: Rua Egydio Pilotto, 48 - Uberaba,

Curitiba, Paraná, Brésil

Type: Résidentiel (logement social, multifamilial)

Sur site: Installations

Système: Moulage de composite

Matériaux: Résine polymère et fibre de verre

Personnalisation: Modulaire

Affiliation: Composite Materials avec soutien Dow

Public/Privé: Privé



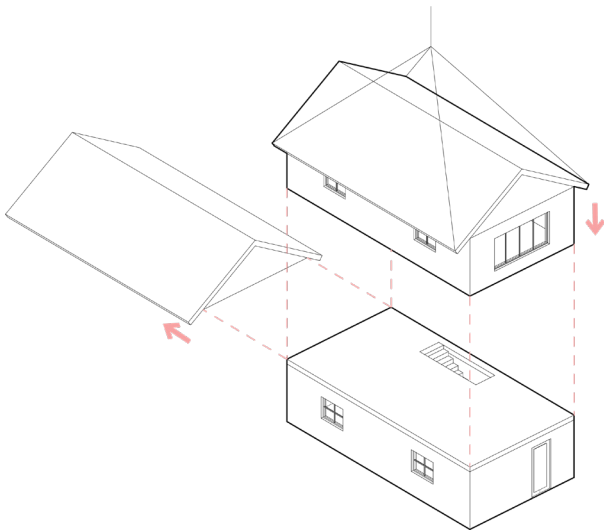
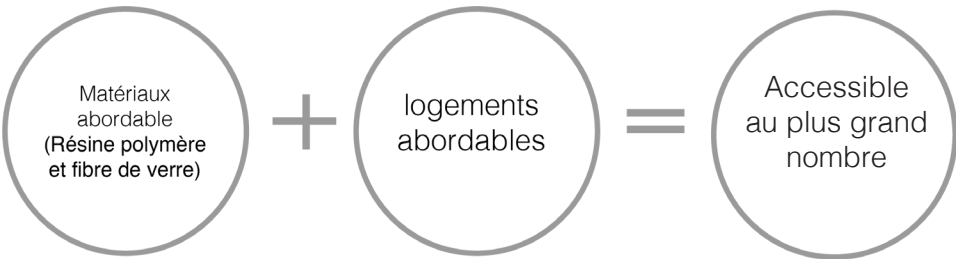
Informations supplémentaires

Une proposition de l'organisation des matières composites, ce module de service est une solution accessible aux défis du logement en matière de nombre et en matière de main-d'oeuvre.

Wet Core est un module qui intègre une salle de bain complète, une cuisine et une buanderie. Le noyau de service a été développé dans le cadre d'un mandat de l'industrie des matières composites pour 'accélérer le temps de construction et de simplifier le processus de construction de logements sociaux. Le système propose un concept de base qui relie les trois locaux sanitaires, mais l'ensemble peut être adapter à tous les types d'emplacement pour organiser les espaces du logement en

général. Le coût du module de base complet est de 9000 \$ (environ 200 \$ CAD). En cas d'inclusion de revêtements et de finitions de meilleure qualité, sa valeur grimpe à 10800 \$ (environ 250 \$ CAD). Les modules sont fabriqués à partir de matériaux composites : une résine polymère et fibre de verre est utilisée. Le choix de la matérialité répond au besoin de réduction de poids (environ mille kilos par module) afin de faciliter le transport par camion.

Élément distinctif



Module Housing

Adresse: 6401 Penn Ave. Floor 3, Pittsburg

Pennsylvania, États-Unis

Type: Résidentiel (unifamilial)

Sur site: Installations

Système: Volumétrique

Matériaux: Hybrid

Personnalisation: Catalogue + Configurateur en ligne

Affiliation: -

Public/Privé: Privé



Informations supplémentaires

Module reprend l'idée du «Incremental housing» et propose un système modulaire qui évoluerait dans le temps. Cette solution nécessite un travail important de coordination avec les autorités locales (zonage plus flexible).

La construction incrémentale de Module Housing est tout d'abord influencée par la construction des maisons en Amérique du Sud. La conception des maisons est pensée en fonction de la possibilité d'ajouter des modules; le toit peut être soulevé afin d'ajouter un autre étage, le sous-sol peut être aménagé afin de créer une seconde unité et l'arrière de la maison peut aussi accueillir un module supplémentaire. Une entreprise «start-up» fondé par l'architecte Brian Gaudio, elle a rapidement été identifiée comme innovante dans le secteur. Nommé par Fastcompany comme une des 14 entreprises avec le modèle d'affaire les

plus innovant dans le secteur. L'équipe a pour l'instant réalisé un projet à Pittsburgh et travaille sur un second. Ils espèrent tirer avantage des nombreux terrains vacants dans cette ville afin d'améliorer la qualité de vie des quartiers. La compagnie s'occupe du design, de la fabrication et de l'assemblage sur site. Leurs maisons sont en partie livrées en kit et en partie en modules préfabriqués. Elles sont principalement construites en bois. Les composantes préfabriquées sont usinées par Bensonwood, une compagnie au New Hampshire.

Élément distinctif

Les maisons détiennent une facilité d'ajout selon les changements de vie des résidents qui l'occupe. Le modèle **Nook** est une version plein pied qui démontre bien les possibilités.

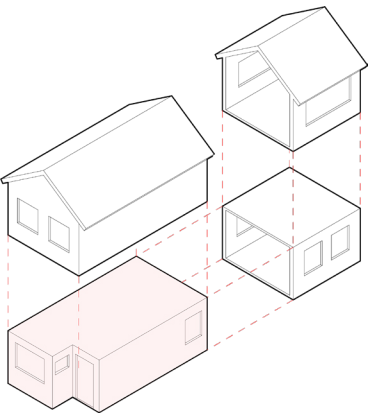


TABLEAU SYNTHÈSE - NOYAUX DE SERVICES

	ELEMENT EUROPE Co-pod www.elements-europe.com	PROTO HOMES Protocore www.protohomes.com	EURO COMPONENTS Combi (pods) www.eurocomponents.eu	MODUS OPERATIONS ModPod www.modusoperations.com
A. position de la stratégie dans l'ÉCOSYSTÈME projet et relation avec gestion du projet	 fabriqué sur commande - "MTO"	 fabriqué sur commande - "MTO"	 adapté sur commande	 conçu pour une typologie - rénovations
B. conception architecturale / potentiel de personnalisation	personnalisation de masse - options prédéfinies	adaptable selon conception	flexible - selon certains critères de conception de base	personnalisation de masse - finis et couleurs
C. modèle d'affaire	design for manufacturing	système ouvert	design for manufacturing	prototype
i. orientation stratégique	variété	simplifier le processus de construction	production linéaire	offrir une nouvelle vie aux petites maisons
ii. interface client	sur commande	"hyperspace" + "protocore"	sur demande	méthode de conception
iii. items distinctifs	échelles de modules - de la pièce au pod	rise en main du design à la construction	pods béton + acier (monolite et smart)	rénovation d'un stock immobilier existant
iv. positionnement	MODULAIRE	FIOSS - fully integrated off-site solution	MODULAIRE	SOCIAL
D. exemples québécois (L'objectif de cet échantillonnage d'entreprises est d'illustrer un type de pratique et non pas de relever l'ensemble des entreprises présentes dans le secteur.)	• Move Home			• Move Home

BATHS SYSTEM Combo Pods www.bathsystem.com	SCHEMATA WORKSHOP Middle mod www.schemataworkshop.com	BASE4 ModZ4 www.base-4/modz4/	PREFABNZ UniPod www.prefabnz.com/News/UNIpodlaunch/	G12 - INNOVATION WetCore www.g12innovation.com.br/projetos/	MODULE HOUSING Nook www.modulehousing.com
 fabriqué sur commande - "MTO"	 assemblé sur commande "ATO"	 adapté sur commande	 conçu pour distribution sur plan	 conçu pour - OSBL matériaux composites	 fabriqué sur commande - "MTO"
catalogue de produits - flexibilité	adaptable selon certains critères	adaptable selon conception - et critères du modulaire	socio-conception	adaptable selon conception	catalogue de produits - flexibilité
design for manufacturing	prototype - collaboration	conception modulaire	prototype	prototype	incremental housing
production linéaire - bloc répétitif	ouvrir un marché potentiel	basé sur une méthode de fabrication	démocratisation de la fabrication	logements accessibles	offrir un modulaire adaptable
sur demande	bureau d'architecte	bureau d'architecte	stratégie de base à transformer	modèle de base	configurateur
point de branchement simplifié	partenariat architectes - manufactures	réseau d'entreprise	"engine room"	matériaux légers et durabilité	start-up bénéficiant de l'intérêt pour le modulaire
MODULAIRE	SIMPLIFICATION	FIOSS - fully integrated off-site solution	SOCIAL	SOCIAL	CYCLE DE VIE
	• Maison Laprise	• Maisons Bonneville • Batitech • Expert Maison • ProFab • RG Solutions			• Move Home • Habitat Pod • Maisons Bonneville • Maisons Laprise

4. 2 SYNTHÈSE DES ENTRETIENS

En complément des études de cas, nous avons organisé des discussions avec des intervenants impliqués soit avec le QWEB ou qui représentent des entreprises que nous avons jugées pertinentes pour les thèmes de l'étude. L'échantillonnage marginal par rapport à l'industrie ne permet pas de généraliser des théories. Ce n'était pas l'objectif. L'objectif était simplement de profiter des expériences variées de ses acteurs.

Les discussions ont eu lieu par téléphone ou par vidéoconférence et selon une approche informelle qui visait simplement à discuter des défis et enjeux auxquels les entreprises sont confrontées. Nous avons discuté avec les cinq intervenants suivants :

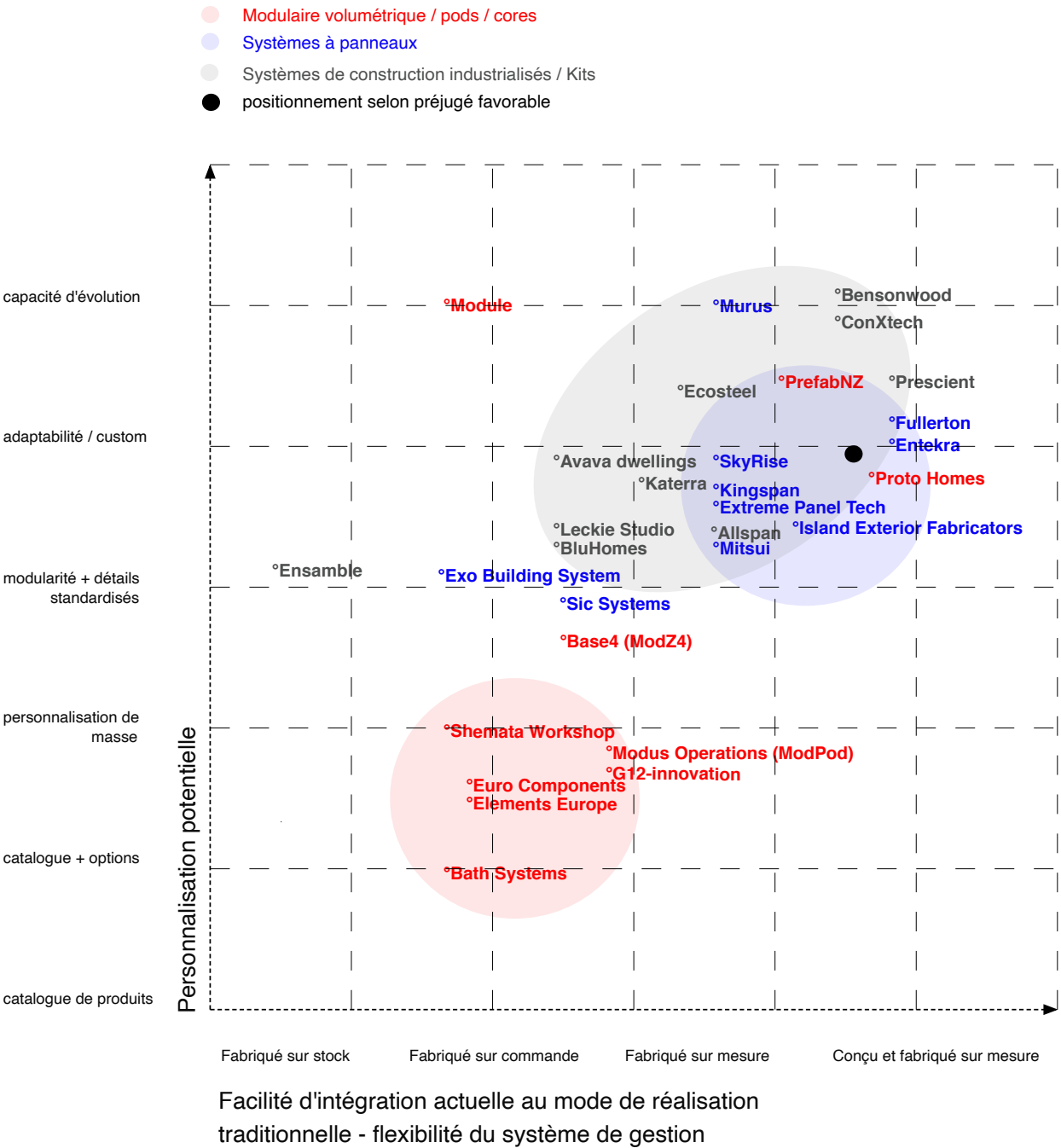
M Stéphane Lessard	Maison Laprise	10 janvier, 2020
Mme Katherine Faulkner	Katerra	29 janvier, 2020
M. Jean-Claude Beaudry	Nordic Structures	4 mars, 2020
M René Leclerc	American structures inc.	11 mars, 2020
M. Brian Gaudio	Module inc	17 mars, 2020

Les discussions ont permis d'extraire quelques thématiques, quelques difficultés rencontrées par les entreprises et des sujets qui méritent d'être explorés davantage. Nous présentons ici les éléments saillants en vrac sans faire référence à l'interlocuteur puisqu'il s'agit d'une synthèse construite à travers l'ensemble des discussions. Encore, pour cet exercice nous avons omis d'inscrire tous les avantages bien connus et toujours cités par rapport à la préfabrication pour se concentrer sur des défis d'avenir.

- Les anciennes connotations de l'architecture préfabriquée, standardisée sont encore présentes aujourd'hui. L'industrie est visée aujourd'hui par un préjugé qui est plus favorable, mais c'est encore négligeable. (Module, Katerre, Nordic)
- Dans l'industrie de la construction en bois, les trois visions, ossature légère, modulaire et bois massifs (CLT) sont parfois en conflit les unes avec les autres, est-ce que le QWEB peut jouer un rôle plus fort à bien coordonner et spécifier un axe stratégique pour chaque segment de l'industrie ? (Nordic, Module, Laprise, American)
- Même si les outils technologiques, BIM et autres, permettent une plus grande coordination, les professionnels semblent laisser la coordination aux fabricants. (tous)
- Pour ce qui est de la construction en bois, la formation est manquante. Comment peut-on comme universitaires, améliorer l'offre de formation pour que les professionnels soient plus en mesure de valoriser la construction en bois et la fabrication en usine ? (Nordic, Katerra)
Le manque de personnel est généralisé à tous les étapes de la production, professionnels, techniciens, travailleurs, etc...(tous)
- La gestion flexible portée par l'informatisation des processus permet un échange d'information en temps réel qui permet d'ajuster la production face aux réalités du chantier. (tous)
- Le «branding» de certaines entreprises est devenue très important par rapport à leur production. (Katerra, Module, Nordic)
- La plateforme (on parle ici de composantes prédéfinies pour un type de construction, exemple le K-90 de Katerra) permet de minimiser les risques et augmenter les connaissances de projet en projet. (Katerra, Module)
- Informatisation des processus de la conception à la construction génère un mode de réalisation plus intégré et qui devra inclure toutes les questions liées à l'opération d'un édifice. (tous)
- Générer un réseau d'entreprises sous une même bannière est une bonne façon de profiter d'un capital de marque. Le manque de main-d'œuvre générale implique de plus en plus de travail en collaboration. (Module, Katerra)
- L'adaptabilité des systèmes dans le temps est encore peu considérée comme critère de conception. (Module, Katerra, Nordic)
- L'automatisation, la fabrication numérique, est présente de plus en plus, mais le problème reste à trouver les solutions spécifiques à la production d'une entreprise. (tous)

Le tableau joint commente et complémente l’analyse comparative des trois systèmes de production. La capacité de la préfabrication à atteindre une plus grande efficience est portée par les trois systèmes de production. Soulignons aussi que l’industrie gravite vers une certaine flexibilité pour répondre aux besoins particuliers

des projets. Nous avons constaté toutefois qu’en matière d’adaptabilité aux défis d’opération et de cycle de vie, l’industrie, comme l’industrie de la construction en général, ne traite que marginalement ces sujets, ce qui offre un certain potentiel de développement dans cet axe d’idéation.



Relation architecture industrie

Un des challenges les plus importants pour le développement du secteur du bâtiment préfabriqué et ce depuis le début du vingtième siècle, et encore aujourd’hui, reste la relation architecture et industrie; une rencontre de deux champs avec des besoins et positions divergents. La standardisation demandée par l’industrie n’est pas valorisée en architecture. Les systèmes de gestion flexibles, made-to-order, just-in-time, ou la personnalisation de masse (mass customization) portés par les technologies de l’information permettent une relation plus ouverte, et l’industrie tente d’adapter les modèles d’affaires aux besoins d’architecture singulière. L’ouverture ou parfois le manque d’ouverture des concepteurs, la formation non adéquate, une compréhension partielle du potentiel de variabilité sont encore des éléments qui plongent la préfabrication vers d’anciennes connotations. La construction d’un pont et des réseaux de connexion entre les champs disciplinaire et les champs de production restent le meilleur moyen de briser ces connotations archaïques. Nous postulons que pour le moment, les systèmes à panneaux répondent le mieux à ce besoin de flexibilité. Les panneaux (majeure partie des entreprises), moins contingents à une modularité absolue, sont conçus et établis en fonction de la conception très singulière de l’architecture. Ce modèle d’affaires propose le fabricant comme un fournisseur de sous-assemblages avec une valeur ajoutée : le préassemblage, la gestion de la coordination avec les autres systèmes (encore trop marginal), la livraison et l’installation séquencée et juste-à-temps.

L’intégration systémique, la coordination des systèmes mécaniques en usine, est peu présente dans l’industrie qui semble avoir fait le choix de l’agilité qu’offre la concentration sur un système. Cette agilité permet une concentration sur un système soit l’enveloppe ou le mur de structure. Les entreprises qui offrent une plus grande intégration, isolation, ouverture ou autre développent certains outils de normalisation des détails constructifs. Cette normalisation ou standardisation implique un partage de la responsabilité, industrie, architecte, entrepreneurs, qui n’est pas habituel, mais qui permet une harmonisation plus grande du processus de construction.

Les noyaux de services (pods)

Les noyaux de services, les «service core», et pods, représentent un segment de la production en usine depuis plusieurs générations de manufacturiers. Identifié dès le début du vingtième siècle comme analogue au moteur pour l’industrie de l’automobile, les noyaux incorporent et simplifient, théoriquement, la coordination des éléments techniques par une unité manufacturée. Les défis de coordination restent toutefois à pré-determiner par projet, branchements, isolation, détails de jonction conformes aux critères de résistance au feu, coordination des niveaux et des systèmes de plancher ou de plafonds. Cette coordination est difficile à normaliser ce qui rend la production standardisée inopérable sauf pour certains secteurs.

En principe, cette solution d’un pod prédéfini semble judicieuse, surtout dans un contexte d’augmentation importante des besoins en matière de logements abordables, toutefois la standardisation requise pour rentabiliser la production s’harmonise moins avec les systèmes de gestion flexibles et la personnalisation des projets. Pertinent dans des projets ou segments industriels ou cette répétition est de mise, hôtels, hôpitaux, la demande pour ce type de production continuera d’augmenter. Un thème qui pourra contribuer à une réflexion sur le pods, dans le contexte de l’agilité des entreprises québécoises, est le sujet de l’adaptabilité dans le temps. Présentement absent de la conception des «pods», la mise en service, l’opération, la gestion des réparations/pièces, et la gestion de la fin de vie de ces «pods» pourraient représenter un facteur de différenciation de notre industrie. Considérant que le remplacement, la rénovation et le changement d’usage sont des facteurs récurrents dans une perspective temporelle relativement courte, est-ce que les «pods» pourraient intégrer cette capacité d’évolution ?

Kits ou ensemble de composantes

L'idée de plateforme de bâtiment ou de kits industrialisés n'est pas une idée récente. Arrivé au summum pendant depuis les années 1970 avec les systèmes de construction industrialisés, ce segment de la production vit une renaissance axée sur la digitalisation des processus. Le kit intègre et standardise les détails de construction et minimise les risques associés à la construction traditionnelle en normalisant une série de décisions, modulaires ou pas, mais articulées à une stratégie de base. Le K-90 de Kattera, marginalement appliqué dans l'industrie, est toutefois un exemple de cette renaissance du kit de construction. La plateforme offre un certain potentiel de personnalisation, mais ces grandes lignes sont définies avant la conception. Toutes les composantes de ce jeu de construction, une autre analogie à l'industrie automobile, la plateforme permet d'imaginer une série de bâtiments particuliers, construits avec les mêmes pièces et les détails les harmonisant.

Modes de réalisation

La relation de la production hors chantier avec le processus global de la réalisation des projets reste un défi important surtout dans le cadre de sous-assemblages intégrés, pods et kits. Cette intégration des systèmes impose une discussion élargie qui réclame un processus de conception, de construction et d'opération intégré. L'industrie est encore trop marginalement portée par ce genre de processus, surtout que les fabricants, concepteurs, constructeurs, et sous-traitants ne sont pas les mêmes de projet en projet. Il est impossible donc de construire une cohérence itérative d'un projet à l'autre. Se basant sur ce manque de cohérence certaines entreprises proposent des solutions intégrées de construction en usine (FIOSS - fully integrated off-site solutions) qui s'intègrent à la réalisation très spécifique d'un projet du début de la conception jusqu'à prévoir des contraintes liées à l'opération des édifices.

Les modèles d'affaires naissants

Un bon nombre d'entreprises relativement nouvelles, comme Entekra, Kattera et Prescient, semblent bénéficier du moment présent propice au développement de la construction usinée. Il est important de noter que ces trois entreprises développent des processus de production intégrés aussi bien en matière d'équipement que de logiciels (hardware and software). Ces entreprises illustrent un nouveau paradigme pour la préfabrication en offrant un mode de réalisation alternatif et construit sur l'idée de tailler des projets sur mesure selon les besoins, critères et paramètres spécifiques. Leur existence est toutefois assez récente. Il serait intéressant de suivre l'évolution de ce secteur afin de qualifier leurs succès / échecs.

Pour le Québec

Pour l'industrie québécoise, et plus spécifiquement pour les entreprises membres du QWEB, nous retenons de notre analyse trois éléments qui pourraient être examinés plus en profondeur pour arriver à développer une offre de service plus compétitive sur le marché international.

1. Une plus grande veille sur la question du FIOSS :

Les entreprises Prescient, Entekra et Kattera, médiatisent très bien leur modèle d'affaires. Le FIOSS minimise le facteur de risque. Même si le pouvoir médiatique dépasse présentement le réel potentiel d'action de ces entreprises, une veille et une proposition d'affaire du QWEB pour aider nos entreprises à se faire valoir dans la perspective de l'évolution de ce modèle naissant

2. La question du lien entre l'architecture et l'industrie :

Le modèle du réseau d'entreprises est particulièrement porteur pour une industrie en mutation et qui est en manque de connaissances spécialisées. Que ce soit les partenariats spécifiques, ou les réseaux portés par la standardisation de certains détails, les manufacturiers et les professionnels semblent profiter de cette capacité de partage de l'information, des solutions et des manières d'aborder les projets. Le réseau permet également de profiter de l'idée de "brand equity" ou capital de marque pour se définir dans un contexte de compétitivité. Un exemple notable de cette idée de brand equity est par exemple la relation Bensonwood homes avec Kieran and Timberlake.

3. L'adaptabilité dans le temps :

Ce sujet qui devient incontournable dans les projets. Les systèmes de construction préfabriqués peuvent prendre en compte ce sujet en définissant une capacité d'évolution, soit en prévoyant des dispositifs d'assemblages ou des dispositifs de modification de transformation dans le temps, la capacité d'évoluer est un enjeu porté dans une grande variété de contextes où il y a aussi une augmentation de besoin en matière de logements accessibles. «Incremental housing», identifié par Module et inspiré par le travail de l'architecte Alejandro Aravena, cette adaptabilité dans le temps n'est pas intégrée par nos fabricants. Ce critère pourrait aider à définir des pods, panneaux et des kits axés sur ce besoin d'avenir.

Bibliographie courte sur le système

Bouchard, M. et Vallée, V. (2002). *ANALYSE DU POTENTIEL D’AUTOMATISATION DU PROCÉDÉ DE FABRICATION DES PANNEAUX MURAUX À OSSATURE DE BOIS*.

Duncheva, T. et Bradley, F. F. (2019). Multifaceted productivity comparison of off-site timber manufacturing strategies in mainland Europe and the United Kingdom. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(8), 04019043.

Gasparri, E. et Aitchison, M. (2019). Unitised timber envelopes. A novel approach to the design of prefabricated mass timber envelopes for multi-storey buildings. *Journal of Building Engineering*, 26, 100898.

Hartley, A. et Blagden, A. (2007). Current practices and future potential in modern methods of construction. *Full Final Report WAS003-001, Waste & Resources Action Programme, AMA Research Ltd*.

Lopes, G. C., Vicente, R., Azenha, M. et Ferreira, T. M. (s. d.). *A systematic review of prefabricated enclosure wall panel systems: focus on technology driven for functional requirements*.

Orlowski, K. (2019). Assessment of manufacturing processes for automated timber-based panelised prefabrication. *Buildings*, 9(5), 125.

Orlowski, K. (2020). Automated manufacturing for timber-based panelised wall systems. *Automation in Construction*, 109, 102988.

Bibliographie des dix compagnies

About Island. (s. d.). Dans *Island Exterior Fabricators*. Récupéré de <https://www.islandef.com/island-aboutpage>

CFS PANEL. (s. d.). Dans *skyriseprefab*. Récupéré de <https://www.skyriseprefab.com/cfs-panel>

Divisions - Design, Engineering and Manufacturing in Vancouver, BC. (s. d.). Récupéré de <http://www.methodinnovates.com/divisions>

EXO Building System. (s. d.). Récupéré de <http://www.exobuildings.com/>

Extreme Panel Technologies | Structural Insulated Panels. (s. d.). Récupéré de <https://www.extremepanel.com/>

Fullerton Building Systems. (s. d.). Dans Fbs1. Récupéré de <https://www.fullertonbuildingsystems.com>

Hansen, A. (2014). *Dismantling Silos: From Creative Collaboration to Collaborative Creativity* (Thesis). Récupéré de <https://digital.lib.washington.edu:443/researchworks/handle/1773/25975>

Home. (s. d.). Dans *Kingspan | USA*. Récupéré de <https://www.kingspan.com/us/en-us/>

Home New » Murus.com. (s. d.). Dans *Murus.com*. Récupéré de <https://murus.com/>

Mann, R. (s. d.). *Mitsui Homes Canada Inc. BC Wood*. Récupéré de <http://www.bcwood.com/business-directory/mitsui-homes-canada-inc/>

Mitsui Home Canada Inc. (s. d.). Récupéré de <https://www.mitsuihome.ca/index.htm>

Orlowski, K. (2020). Automated manufacturing for timber-based panelised wall systems. *Automation in Construction*, 109, 102988. doi: 10.1016/j.autcon.2019.102988

Prefabricated construction systems - Our Company. (s. d.). Récupéré de <https://www.entekra.com/about/our-company>

SI Construction | Home Page | Structural Insulated Construction Systems. (s. d.). Récupéré de <https://sic-sys.com/>

SkyRise Prefab Building Solutions, Inc. Announces Partnership with STO SE & Co. KGaA. (2019). Ontario.

Sto Panel Technology - Home. (s. d.). Récupéré de <https://www.stopanel.com/>

Bibliographie courte sur le système

Beaudet, P. (2011). *Load-bearing construction pod and hybrid method of construction using pods*. US20110056147A1. United States. Récupéré de <https://patents.google.com/patent/US20110056147A1/en>

Boyd, G., Lundell, C. et Wendt, R. (1999). *Residential Utility Core Wall System-ResCore*. Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Oak Ridge, TN.

Bradshaw, P. et Berry, J. (s. d.). *HOUSING CONSTRUCTION*.

Callahan, E. J. (1962). *Prefabricated combination bathroom, kitchen and utility room units. US3047106A*. United States. Récupéré de <https://patents.google.com/patent/US3047106A/en>

Carbone, C. et Basem Eid, M. (2017). *Evaluating the Utility Core in the Prefabricated Building Industry – past, present and future*.

E. Smith, R. (2010). *Prefab Architecture: A guide to modular design and construction*. New Jersey : John Wiley and Son.

Ford, G., Ahn, Y. H. et Choi, D. M. (2014). *Modular Building for Urban Disaster Housing: Case Study of Urban Post-Disaster Housing Prototype in New York*. 28(6), 82–89.

Goethert, R. et Director, S. (2010). Incremental housing. *Monday developments*, 9, 23–25.

Goodier, C. et Pan, W. (2010b). *The future of offsite in housebuilding*. Loughborough University. Récupéré de https://repository.lboro.ac.uk/articles/The_future_of_offsite_in_housebuilding/9432068

Kempton, J. et Fergusson, S. (s. d.). *POTENTIAL OF PREFABRICATED PODS TO EXTEND HOUSES: INITIAL FEASIBILITY STUDY FOR SOCIAL HOUSING*, 10.

Mills, A. J. (2013). *Responsive Housing: Potential & Projected Impact*, 10.

Oliveira, S., Burch, J., Hutchison, K., Adekola, O., Jaradat, S., Jones, M. et Centre. (2017). *Making modular stack up: Modern methods of construction in social housing*. (s. l.) : Univ. of the West of England Bristol, UK.

Pan, W., Gibb, A. et Dainty, A. (2005). *Perspectives and Practices of Leading UK Housebuilders*.

Russell, S. R. (2009). Metabolism Revisited: Prefabrication and Modularity in 21st Century Urbanism. Dans *Wood Structures Symposium* (p. 30).

Samarasinghe, T., Mendis, P., Ngo, T. et Fernando, W. (2015). BIM software framework for prefabricated construction: case study demonstrating BIM implementation on a modular house. Dans *6th International Conference On Structural Engineering And Construction Management* (p. 154–162).

Sanna, F., Hairstans, R., Leitch, K., Crawford, D., Menendez, J. et Turnbull, D. (2012). *STRUCTURAL OPTIMISATION OF TIMBER OFFSITE MODERN METHODS OF CONSTRUCTION*, 9.

Trubiano, F. (2013). *Design and Construction of High-Performance Homes: Building Envelopes, Renewable Energies and Integrated Practice*. (s. l.) : Routledge.

Wendt, R., Lundell, C. et Lau, T. M. (1997). *Manufactured Residential Utility Wall System (ResCore)*. Oak Ridge National Lab., TN (United States).

Winkler, W. M. (1970). Low cost housing (PhD Thesis).

Zhao, X. et Riffat, S. (2007). *Prefabrication in house constructions. International Journal of Low-Carbon Technologies*, 2(1), 44-51. doi: 10.1093/ijlct/2.1.44

Bibliographie des dix compagnies

Bathroom pods designed according to the client’s needs. (s. d.). Récupéré de <https://www.euro-components.com/company/technical-department.html>

Bathsystem | Prefabricated bathroom pods and kitchen units. (s. d.). Dans *Bathsystem*. Récupéré de <https://www.bathsystem.com/en/>

EuroComponents - Salles de bain préfabriquées en béton. (s. d.).

InHouse OutHouse. (s. d.). Dans *InHouse OutHouse*. Récupéré de <http://www.inhouse-outhouse.com>

Michael, M. (20198). *Module - Stories from the Postindustrial. PostIndustrial*. Récupéré de <https://postindustrial.com/featuredstories/module/>

Module Housing | Just Enough House. (s. d.). Dans *Module*. Récupéré de <https://modulehousing.com/>

PrefabNZ - The heart of innovative construction in New Zealand - PrefabNZ. (s. d.). Récupéré de <http://www.prefabnz.com/>

PRODUTOS – G12 Innovation. (s. d.). Récupéré de <http://www.g12innovation.com.br/projetos/>

Proto Homes | Modern Prefab Homes in Los Angeles, California. (s. d.). Dans *Proto Homes*. Récupéré de <https://www.protohomes.com/>

Schemata Workshop. (s. d.). Dans *Schemata Workshop*. Récupéré de <https://www.schemataworkshop.com>

(2016). *Prefab’s time has come....* Récupéré de <https://www.prefabnz.com/News/UNIpodlaunch/>

(2018, 28 novembre). *Proto Core - Home Maintenance Made Simple. Proto Homes*. Récupéré de <https://www.protohomes.com/blog/home-maintenance-made-simple/>

(2019). Module Prices and Cost. *Prefab Review*. Récupéré de <https://www.prefabreview.com/blog/module-prices-and-cost>

(2019). *Module Review*. Prefab Review. Récupéré de <https://www.prefabreview.com/blog/module-review>

(2019, 19 juillet). How Bathroom Pods may benefit your traditional build. *Base4*. Récupéré de <https://www.base-4.com/how-bathroom-pods/>

(S. d.). Division Modz4. Base4. Récupéré de <https://www.base-4.com/modz4/>

(S. d.). Our Modular Building Design Capabilities |. *Elements Europe*. Récupéré de <https://elements-europe.com/about/design-capabilities/>

Bibliographie courte sur le système

Anonymous. (1992). Kit of Parts: New Approach to Architectural Services. *Long Island Business News*, (49), 7S.

Blanchet, Elisabeth and Sonai Zhuravlyova. *Prefabs – A Social History*. Swindon: Historic England, 2018.

Blismas, N., Wakefield, R. et Hauser, B. (2010). Concrete prefabricated housing via advances in systems technologies. *Engineering, Construction and Architectural Management*.

Delprat, Étienne, Carline Merlino and Claude Vergnot-Kriegel (ed). *Maisons en Kit*. Paris : Collection Anarchitecture Alternatives, 2011.

E. Smith, R. (2010). *Prefab Architecture: A guide to modular design and construction*. New Jersey : John Wiley and Son.

Ebong, I. (2005). *kit homes modern*. New York : Collins Design.

Herbert, Gilbert. *Dream of the Factory-Made House: Walter Gropius and Konrad Wachsmann*. Cambridge: MIT Press, 1984.

Huang, J. C., Krawczyk, R. J. et Schipporeit, G. (2005). *Integrating Mass Customization with Prefabricated Housing* (PhD Thesis). Ph. D. Thesis Proposal (unpublished), Illinois Institute of Technology.

Jung, B., Hoffhenke, M. et Wachsmuth, I. (1998). Virtual assembly with construction kits. Dans *Proceedings of the 1998 ASME Design for Engineering Technical Conferences 1997 Design for Manufacturing Conference* (DECT-DFM'98).

Knaack, U., Chung-Klatte, S. et Hasselbach, R. (2012). *Prefabricated systems: Principles of construction*. (s. l.) : Walter de Gruyter.

Love, T. (2003). Kit-of-Parts Conceptualism: abstracting architecture in the American academy. *Harvard Design Magazine*, 19.

Luther, M. B. (2009). Towards Prefabricated Sustainable Housing—An Introduction. *Environment Design Guide*, 1–11.

Luther, M., Moreschini, L. et Pallot, H. (2007). Revisiting prefabricated building systems for the future. Dans *ANZASCA 2007: Proceedings of 41st annual conference. Towards solutions for a liveable future: progress, practice, performance, people*. (p. 157–164). Deakin University-School of Architecture & Building.

Neelamkavil, J. (2009). Automation in the prefab and modular construction industry. Dans *26th symposium on construction robotics ISARC*.

Newton, C. (2009). *Learning through prefabrication*.

Rudofsky, Bernard. *Architecture without Architects*. New York: Doubleday and Company Inc, 1964.

Vergnot-Kriegel, C. (2011). *Maisons en kit*. Paris : Alternatives

Wachsmann, K., Gropius, W. et Tower, M. (2003). *The Packaged House System* (1941-1952). *Perspecta*, 34, 20–27.

Bibliographie des dix compagnies

All Span Building Systems Ltd. | Cochrane, Alberta. (s. d.). Récupéré de <https://www.allspan.com/>

Alter, L. (2009). Michelle Kaufmann Prefab Designs Live Again With Sale to Blu Homes | TreeHugger. *TreeHugger*. Récupéré de <https://www.treehugger.com/modular-design/michelle-kaufmann-prefab-designs-live-again-with-sale-to-blu-homes.html>

Alter, L. (2010). Blu Homes Unfolds A Reinvention of Modular Housing | TreeHugger. *Treehugger*. Récupéré de <https://www.treehugger.com/modular-design/blu-homes-unfolds-a-reinvention-of-modular-housing.html>

Apollo, (s. d.) *Apollo*. Récupéré de <https://apollo.katerra.com/>

Bensonwood - Sustainable Custom and Timber Frame Homes. (s. d.). Dans Bensonwood. Récupéré de <https://bensonwood.com/>

Brenzel, K. (novembre 2019) Crunch time for Katerra?. *The Real Deal*. Récipéré de https://therealdeal.com/issues_articles/crunch-time-for-katerra/

Brenzel, K., Jeans, D. (décembre 2019). Warped Lumber, Failed Projects; TRD investigates Katerra, SoftBank’s \$4B construction startup. *The real deal*. Récupéré de <https://therealdeal.com/miami/2019/12/16/softbank-funded-construction-startup-katerra-promised-a-tech-revolution-its-struggling-to-deliver/>

Claire. (s. d.). Autodesk features the ConX System. *ConXtech*. Récupéré de <https://www.conxtech.com/innovative-modular-construction/>

ConXtech | Modular Construction | Customer Stories. (s. d.). Récupéré de <https://www.autodesk.com/customer-stories/conxtech>

Cushman, T. et Osborn, R. (2019, 13 février). *Factory Building: The Next Wave*. *JLC Online, section Framing*. Récupéré de https://www.jlconline.com/how-to/framing/factory-building-the-next-wave_o

Ensamble Studio. (2019). Débora Mesa and Antón GarcíaAbril from the Ensamble Studio win the RIBA Charles Jencks Award 2019 | Floornature. *Floornature.com*. Récupéré de <https://www.floornature.com/debora-mesa-and-anton-garcia-abril-ensemble-studio-win-riba-15063/>

Ensamble Studio news. (s. d.). Dans *ensemble-studio*. Récupéré de <https://www.ensemble.info>

Garfield, L. (s. d.). This stunning \$117,000 tiny home can be built in under six weeks. Dans *Business Insider*. Récupéré de <https://www.businessinsider.com/avava-tiny-home-six-weeks-2016-8>

Gragg, R. (juillet 2018). Design-Build Giant Katerra Acquires Architecture Firms. *Architectural Record*. Vol. 206 no. 7. p 30-31.

Home. (s. d.). Dans *Katerra*. Récupéré de <https://www.katerra.com/>

Homes | Blu Homes. (s. d.). Récupéré de <https://www.bluhomes.com/homes-landing>

Inc, D. T. (2019). Blu Homes, le plus important fournisseur de maisons préfabriquées de première qualité, annonce la disponibilité de ses maisons préfabriquées de luxe dans l'ensemble de la Californie. *Cision. R*

Bibliographie des dix compagnies - suite

Katerra. (2019). *The K90 Building Project*. [Brochure].

Kova. (s. d.). *Kova*. Récupéré de <https://www.kovaproducts.com/>

Lloyd, A. (septembre 2017). Katerra to build giant new CLT factory in Spokane, Washington. *TreeHugger*. Récupéré de <https://www.treehugger.com/green-architecture/katerra-build-giant-new-clt-factory-spokane-washington.html>

Marchese, K. (2018). ensemble studio's antón garcia-abril discusses today's architectural landscape. *DesignBoom*. Récupéré de <https://www.designboom.com/architecture/ensemble-studio-anton-garcia-abril-interview-06-13-2018/>

Mok, K. (2016). AVAVA's prefab small homes come flat-packed with an innovative framing system. *TreeHugger*. Récupéré de <https://www.treehugger.com/modular-design/avava-prefab-small-houses.html>

Pre[fabrica]tions. (2018, 13 août). pre[FABRICA]tions: Prefabrication experiments - 169 - Building Kits - 10 - Backcountry Hut system. *pre[FABRICA]tions*. Récupéré de <http://prefabricate.blogspot.com/2018/08/prefabrication-experiments-169-building.html>

Prescient Co Inc. (s. d.). Récupéré de <https://prescientco.com/about/history/>

Robinson, M. (s. d.). You can now design a \$250,000 tiny house on an app and get it delivered in months. *Business Insider*. Récupéré de <https://www.businessinsider.com/blu-homes-prefab-tiny-houses-2016-4>

The Backcountry Hut Company. (s. d.). Dans *The Backcountry Hut Company*. Récupéré de <https://www.thebackcountryhutcompany.com>

Waters, R. (janvier 2018). 'Constructech' start-up Katerra raises \$865m. *Financial Times*.

Webb, C. (février 2018). Your Next Big Competitor? Get to Know Katerra. *ProSales*. Récupéré de https://www.prosalesmagazine.com/news/industry-trends/your-next-big-competitor-get-to-know-katerra_o

Weinberg, C. (octobre 2019). SoftBank's Latest Real Estate Headache: Setbacks at Katerra. *The Information*. Récupéré de <https://www.theinformation.com/articles/softbanks-latest-real-estate-headache-setbacks-at-katerra>

Welcome to Avava Dwellings. (s. d.). Dans *Avava Dwellings*. Récupéré de <http://www.avavadwellings.com/>

Woody, T. (2011). Bold Construction. *Forbes*. Récupéré de <https://www.forbes.com/forbes/2011/0912/entrepreneurs-blu-homes-haney-mccarthy-bold-construction.html#41f4273c2d46>

(2018). Blu Homes Cost and Prices. *Prefab Review*. Récupéré de <https://www.prefabreview.com/blog/blu-homes-cost-and-prices>

(2019). Bensonwood Review. *Prefab Review*. Récupéré de <https://www.prefabreview.com/blog/bensonwood-review>

(2019, 24 octobre). Interim Housing Made Possible with Prefab Steel Buildings. *EcoSteel*. Récupéré de <https://ecosteel.com/ecosteelprefab/interim-housing-made-possible-with-prefab-steel-buildings/>

(S. d.). Backcountry Hut. *Uncrate*. Récupéré de <https://uncrate.com/backcountry-hut/>

- Modulaire volumétrique / pods / cores
- Systèmes à panneaux
- Systèmes de construction industrialisés / Kits
- positionnement selon préjugé favorable

