




Le bâtiment post-COVID, une réflexion nécessaire

Juillet 2020



Résilience du secteur, attractivité de la densité, confort des logements : le bâtiment post-COVID est plus qu'un vecteur de transmission potentiel à maîtriser. Ce rapport invite à une réflexion plus large, et présente la construction bois comme piste de solution.

Clément Blanquet du Chayla, Charles Breton,
Baptiste Giorgio, Mathieu Létourneau-Gagnon, Axel
Lorenzetti

Université Laval, Québec

Remerciements

Les auteurs remercient Myriam Drouin et Pierre Blanchet pour leurs commentaires sur les versions préliminaires du rapport.

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	1
2	LE BÂTIMENT COMME SECTEUR INDUSTRIEL	3
2.1	IMPACTS SECTORIELS DE LA MONDIALISATION	3
2.2	ROBUSTESSE DU SECTEUR DE LA CONSTRUCTION BOIS.....	3
2.3	AVANTAGES DE LA PRÉFABRICATION EN RÉPONSE À LA CRISE	4
3	LE BÂTIMENT COMME CONSTITUANT DE LA VILLE	6
3.1	LA CRISE COMME CATALYSEUR D'INÉGALITÉS ENVIRONNEMENTALES	6
3.2	ACCEPTABILITÉ SOCIALE DES MODÈLES URBAINS	6
3.3	RECHERCHE D'UN ÉQUILIBRE ENTRE QUALITÉ DE VIE ET DENSIFICATION.....	7
4	LE BÂTIMENT COMME LIEU DE VIE	10
4.1	LES NOUVEAUX USAGES DU LOGEMENT.....	10
4.2	L'IMPORTANCE DU CONFORT	11
4.3	LA BIOPHILIE COMME SOLUTION AU CONFORT PERÇU	12
4.4	LA CONSTRUCTION BOIS, UNE SOLUTION BIOPHIQUE	13
5	LA CRISE SANITAIRE : UN LEVIER À EXPLOITER	15
6	RÉFÉRENCES.....	16

1 Introduction

Contraintes de distanciation physique, épisodes de confinement, généralisation du télétravail – la pandémie de COVID-19 (SARS-CoV-2) a modifié notre relation à l’environnement bâti. Pourtant, les bâtiments occupent encore peu de place dans les réflexions sur le monde d’après-COVID; lorsqu’ils sont évoqués, c’est souvent pour les présenter comme vecteur de transmission potentiel du virus. Cette réflexion est assez intuitive : lors d’une visite à une salle de bain publique malpropre, comme certainement plusieurs avant lui, Oppel (2020) s’interrogeait sur notre manière de réfléchir le bâtiment, et sur les risques posés par les objets du quotidien : « Poignées de porte, interrupteurs d’éclairage, poignées de toilettes, boutons de robinet sont tous omniprésents, mais sont-ils nécessaires ? » [Traduction libre].

En effet, le bâtiment constitue à la fois un risque de transmission et une solution potentielle face à l’épidémie (Allen, 2020). Ce constat, partagé par plusieurs, a soulevé l’urgence de s’intéresser à l’exploitation sécuritaire des bâtiments en contexte de crise sanitaire. Dès le début avril, Dietz et al. (2020a) ont publié une revue de la dernière décennie de recherche en microbiologie de l’environnement bâti, en s’intéressant notamment aux dynamiques de transmission virale. Par les surfaces partagées contaminées, par les interactions qu’il induit entre les usagers ou par les échanges dans l’air, l’environnement bâti est un vecteur de transmission potentiel (Dietz *et al.*, 2020a). L’accumulation de microorganismes sur les surfaces est facilitée par la densité d’occupation qui varie en fonction du type et de la programmation du bâtiment, du schéma d’occupation et du niveau d’activité intérieure. Le niveau d’abondance et la diversité des microbes dans un espace donné est aussi corrélé au niveau d’interactions induit par le degré de connectivité des espaces. Les mouvements d’air (naturels ou mécanisés) doivent aussi être considérés car ils peuvent influencer la transmission par voie aérienne. Toutefois, il existe différentes solutions à ces enjeux au sein de l’environnement bâti. La transmission par les surfaces peut être limitée par la mise en place de protocoles sanitaires (désinfection des surfaces, signalisation, stations de nettoyage des mains, etc.). Le degré de connectivité peut être analysé par différents paramètres comme l’intermédiarité (*Betweenness*), le nombre de portes (*Degree*) et la disposition des espaces (*Connectance*), ce qui peut par exemple servir à déterminer quand implanter des mesures de distanciation physique et à quel niveau (et pour combien de temps) limiter la densité d’occupation. De plus, bien que par sa petite taille, le virus puisse potentiellement pénétrer des filtres à haute efficacité, celui-ci est rarement émis seul. On le retrouve plus souvent sous forme de gouttelettes ou d’aérosols de différentes tailles, mélangé à d’autres substances (eau, protéines, sels, etc.). Les efforts de ventilation et de filtration peuvent donc contribuer à réduire le potentiel de transmission du virus SARS-CoV-2 (Dietz *et al.*, 2020a). Enfin, favoriser la ventilation et la lumière naturelles et maintenir une humidité relative de 40-60% pourrait aider à réduire les risques de transmission. Bien que l’efficacité de ces solutions demeure incertaine, elles présentent peu de désavantages et devraient donc être considérées (Dietz *et al.*, 2020a).

En parallèle aux avancées scientifiques, plusieurs organisations ont fourni des conseils et lignes directrices pour mieux encadrer la reprise des activités dans le secteur du bâtiment. Par exemple, Brodie (2020) a suggéré d’améliorer la réponse à la crise par la mise en place de mesures de sécurité, de procédures d’enregistrement, de contrôles sanitaires, d’entretien et de gestion des

systèmes CVC (chauffage, ventilation et climatisation), etc. BOMA Canada a publié *Pathway Back to Work* (2020), un cadre proposant différentes recommandations liées à l'exploitation d'immeubles, aux interactions avec les fournisseurs, aux communications et aux ressources humaines afin de faciliter un retour sécuritaire vers l'immobilier commercial. L'International WELL Building Institute (IWBI) a regroupé plusieurs stratégies du système de certification WELL v2 autour de huit thèmes-clés (contacts sains, qualité de l'air, résilience psychologique, etc.) afin de guider les organisations dans leurs activités de prévention, de préparation, de résilience et de reprise (2020a). L'IWBI a aussi créé un groupe de travail spécial pour identifier la manière dont les bâtiments pourraient améliorer la santé humaine, pour produire des listes de contrôles sur la gestion des bâtiments et des organisations, et pour renforcer WELL v2 afin de mieux soutenir la prévention et la préparation, et la résilience et la reprise des activités (2020b). L'ASHRAE a aussi créé un groupe de travail spécial (2020a) et offre aussi des ressources (2020c) et des conseils techniques pour l'exploitation des bâtiments et des systèmes CVC (2020b).

Les recommandations et articles publiés jusqu'à maintenant présentent donc principalement le bâtiment comme un lieu de contamination à maîtriser. Parmi les différentes mesures de contrôle sur les facteurs de transmission du virus (Rivers *et al.*, 2020), l'architecture défensive permet de faciliter l'éloignement physique et d'établir différentes mesures dont l'objectif est de concevoir des espaces permettant de limiter la transmission du virus. Cette architecture favorise par exemple : la mise en place de barrières; la compartimentation; la réduction des objets partagés (ex. : interrupteurs, poignées); les espaces de transition; une plus grande flexibilité et adaptabilité des logements; etc. (Brown, 2020; Fabris, 2020; Tranel, 2020). Elle pourrait avoir des conséquences sur notre manière de concevoir l'environnement bâti, et est particulièrement pertinentes dans les endroits à plus haut risque comme les maisons de retraite, les centres d'hébergement (ex. : CHSLD) et les hôpitaux (Dietz *et al.*, 2020b; Perkins & Siefeling, 2020).

Tous ces efforts sont pertinents dans la réflexion autour du bâtiment post-COVID. Toutefois, en portraying le bâtiment comme lieu de contamination, ils semblent éclipser certains aspects qui doivent être considérés pour bien repenser le bâtiment d'après-COVID : le bâtiment comme secteur industriel majeur, comme constituant de la ville et comme lieu de vie.

2 Le bâtiment comme secteur industriel

2.1 Impacts sectoriels de la mondialisation

Pour faire face à la crise sanitaire, de nombreux pays du monde ont dû mettre leur économie au ralenti. La fermeture des frontières et le ralentissement de l'économie se sont fait ressentir dans tous les secteurs d'activité, perturbant ainsi plusieurs maillons des chaînes de valeur des entreprises, c'est-à-dire des activités-clés comme la gestion des stocks, l'approvisionnement et le transport de produits (Sneader & Singhal, 2020).

Les chaînes d'approvisionnement du secteur de la construction varient par leur provenance et leur complexité. Alors que certains matériaux sont sourcés localement, en chaîne courte, d'autres transitent par plusieurs pays avant de se retrouver dans nos bâtiments. Par exemple en 2018, près de la moitié de la production mondiale d'acier provenait de Chine (World Steel Association, 2019). Malgré la richesse du Canada en ressources naturelles, il demeure dépendant du commerce international pour plusieurs matériaux de construction; il est par exemple un grand importateur d'acier (World Steel Association, 2019). En temps de crise, cette dépendance vient fragiliser le secteur de la construction canadienne dans son ensemble en affectant l'accessibilité et le prix des produits.

Pourtant, le Canada dispose des ressources, entreprises, infrastructures et savoir-faire nécessaires pour développer la résilience du secteur de la construction. Historiquement, le Canada est un exportateur de matières premières à faible valeur ajoutée ou produit non manufacturés tel que des produits forestiers et des minerais (Gellatly, 2017; Tables de stratégies économiques du Canada, 2018). Encourager la transformation des ressources naturelles en produits à haute valeur ajoutée à l'échelle locale pourrait générer plusieurs bénéfices, comme raccourcir les chaînes d'approvisionnement; assurer la continuité et les délais d'approvisionnement en temps de crise (sociales, politiques, économiques, ou sanitaire); limiter l'impact des fluctuations du marché international. Cela pourrait stimuler l'économie locale et le développement des régions, générer des bénéfices sociaux et contribuer à réduire les impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie du secteur de la construction (Gouvernement du Québec, 2019).

2.2 Robustesse du secteur de la construction bois

C'est d'ailleurs le virage qu'a pris l'industrie de la construction bois depuis 2008 (Rapport Beaulieu, 2012), en valorisant une ressource locale par la production de produits à haute valeur ajoutée. L'industrie s'est aussi diversifiée et offre un grand éventail de produits de construction comme le bois d'œuvre, le lamellé-collé, des panneaux structuraux, des résines, ou des isolants sourcés localement. Pourtant, le secteur de la construction bois demeure dépendant des chaînes d'approvisionnement internationales. À titre d'exemple, Pro-Fab, un constructeur québécois de bâtiments modulaires en bois, travaille de manière générale avec des chaînes d'approvisionnement courtes. Cependant, 7 à 8% des matériaux essentiels à la production (visseries, poignées, composants plastiques et électriques, échangeurs d'air, etc.) proviennent de Chine et transitent par Vancouver. Actuellement ces produits peuvent être fournis, mais leur livraison peut être retardée dû à un ralentissement ou une rupture de certaines chaînes d'approvisionnements, ce qui peut affecter l'ensemble de la production. Malgré que les activités

du secteur du bâtiment soient principalement en chaîne courte, il demeure partiellement vulnérable face aux instabilités des marchés internationaux en raison de la diversité des composants nécessaire à la construction. Le secteur du bâtiment post-COVID doit donc réviser son approvisionnement afin d'augmenter la résilience du secteur et réduire sa dépendance aux échanges internationaux.

2.3 Avantages de la préfabrication en réponse à la crise

Par définition, la construction préfabriquée permet d'achever des parties substantielles de travaux de construction avant leur installation sur site. Déplacer le lieu de construction du chantier vers l'usine, et donc dans un environnement contrôlé, permet d'augmenter la productivité et la qualité de production (Goulding *et al.*, 2015). Par la standardisation et la personnalisation de masse, la préfabrication permet aussi de planifier plus facilement les besoins, d'anticiper les fluctuations du marché et de prévoir et gérer efficacement un inventaire des composants requis. Elle facilite également la réduction à la source par l'optimisation de la matière première, encourage la valorisation des coproduits et une gestion efficace des déchets.

La construction préfabriquée présente aussi des avantages en temps de pandémie. Les nouvelles règles sanitaires mises en place par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité au travail (CNESST, 2020) permettent de protéger les travailleurs, mais ces contraintes peuvent occasionner des coûts, ainsi qu'une baisse de productivité et donc de rentabilité. Par son environnement davantage contrôlé, la construction préfabriquée permet de mieux répondre aux enjeux sanitaires comparativement à la construction classique sur site. L'organisation y est souvent adaptable et ajustable aux règles de sécurité contrairement à un chantier qui peut comporter des limites non extensibles. L'usine permet de mettre à disposition tous les éléments de protection sanitaires par la centralisation logistique du matériel qui est plus facilement contrôlable. La préfabrication réduit aussi les délais et la quantité de main d'œuvre sur chantier, limitant ainsi le nombre de contacts physiques.

Le contexte et les avantages associés à la préfabrication pourraient aussi répondre à des règles plus sévères en diminuant les impacts sur la productivité. Les horaires de production pourraient être plus largement répartis notamment grâce au séquençage des tâches, par exemple en répartissant les effectifs sur différents quarts de travail de jour comme de nuit. Les stations de travail pourraient être conçues en conséquence, et désinfectées à chaque étape de production et entre chaque quart de travail. En réponse au manque de main d'œuvre et à une volonté de gain de productivité, la progression de l'automatisation des tâches au sein de l'industrie favorise la distanciation physique des travailleurs. De ce fait, l'évolution progressive des méthodes de travail permet à la fois de résoudre le problème du manque de main d'œuvre prédominant dans cette industrie et de maintenir la sécurité sanitaire.

Le bâtiment post-COVID devrait davantage intégrer la construction préfabriquée pour tirer profit de ses avantages : productivité, qualité de production, gestion d'inventaire et optimisation de la matière première, tout en respectant la santé des travailleurs et les règles sanitaires. Au Canada, combiner cette approche aux chaînes de création de valeur courtes et locales du secteur de la forêt et des produits du bois, il serait possible de produire des bâtiments de manière locale et résiliente, en s'appuyant sur des pratiques forestières durables figurant parmi les plus certifiées au monde. Avec la charte du bois et les politiques visant l'atténuation des changements

climatiques, la filière bois était déjà en développement. En effet, le matériau bois se prête bien à la préfabrication par sa légèreté, sa simplicité de transformation et sa bonne résistance mécanique. C'est aussi un matériau utilisé largement au Québec, qui est bien connu et avantageux économiquement pour les logements de petites et moyennes hauteurs. À titre d'exemple, 84% des constructions multifamiliales de 4 étages et moins (Robichaud & Guy-Plourde, 2019), et près de 95% des maisons unifamiliales y sont bâties en bois (Produits de bois canadien, s. d.). Dans le contexte actuel, cela vient donner d'autres raisons en faveur de la construction en bois comme filière résiliente.

3 Le bâtiment comme constituant de la ville

3.1 La crise comme catalyseur d'inégalités environnementales

Après le bâtiment comme secteur industriel, la crise sanitaire a aussi révélé les liens importants entre le bâtiment et son environnement. Les contraintes de distanciation physique ont confiné plusieurs personnes à leur logement - mais les conditions de ce confinement n'étaient pas toujours les mêmes. Entre une maison unifamiliale détachée et un petit studio, entre les centres-villes et les régions, l'environnement des logements a influencé la qualité de vie des occupants et leur confort durant la crise. Ces contrastes ont mis en évidence plusieurs différences et inégalités, par exemple dans l'accès à des aires extérieures et à des espaces verts, dans la proximité des services et dans l'exposition au risque sanitaire par les lieux communs.

L'accès à un espace vert en zone urbaine joue un rôle important sur la santé mentale (Houlden *et al.*, 2018; Vanaken & Danckaerts, 2018) et constitue un enjeu pour le confort des habitants; d'ailleurs 87% des canadiens bénéficient d'un parc à moins de 10 minutes de leur résidence (Dewis, 2020). En revanche, en situation de crise, les lieux communs apportent un certain risque de contamination, ce qui occasionne une perte partielle de maîtrise de son environnement. Au contraire, l'accès à un terrain privé apparaît comme une alternative rassurante au niveau sanitaire et devient une "bulle" sécurisante et contrôlable, qui contribue au bien-être des usagers. Or, cet accès est typiquement associé aux ménages plus aisés (Dewis, 2020); « nombreux sont ceux qui, privés d'un jardin ou d'un balcon, avec seulement une fenêtre donnant sur l'immeuble voisin, [ont vécu] difficilement leur confinement » (Jung, 2020).

3.2 Acceptabilité sociale des modèles urbains

La quête d'une bulle privée et contrôlée a engendré un exode urbain, certains allant jusqu'à quitter leurs logements en ville pour s'établir en région lors du confinement (Aubin, 2020). Or, la demande pour des maisons individuelles avec terrains privatifs induit de l'étalement urbain. C'est un modèle qui a été remis en question au cours des dernières années pour ses contradictions avec le développement durable. En effet, l'étalement urbain empiète sur les terres agricoles et les espaces naturels, il induit une augmentation des installations et de la maintenance des infrastructures (voirie, aqueduc, réseau électrique, réseau internet), et accroît la dépendance à l'automobile (Turcotte, 2008). En créant des secteurs à fonction unique (ex. : ville-dortoir), l'étalement urbain influence aussi les façons de consommer et concentre la mobilité vers de grands centres. Par opposition, la densification durable est présentée comme un moteur de création d'espaces publics, de voies piétonnes et cyclables, d'espaces verts, de transports collectifs, de consommation locale, etc. (Vivre en Ville, s. d.). Pourquoi, dans ce cas, préférer s'en distancer au profit d'un éloignement physique? L'exode urbain observé durant la crise est donc un symptôme des lacunes de l'offre de l'environnement bâti, et remet en question les principes de densification et de développement durables actuellement recherchés.

En effet, bien que les avantages économiques et environnementaux de la densification fassent plutôt consensus, son acceptabilité sociale est plus problématique. Par exemple, les jeunes familles préfèrent encore la banlieue comme environnement idéal pour élever leurs enfants (Société d'habitation du Québec, 2013). Celle-ci offre un certain modèle de vie, de grands espaces, un contrôle accru sur son environnement (bulle privée) et un certain idéal social souvent plus

accessible financièrement qu'en ville (La Presse canadienne, 2019). En établissant le logement comme lieu de vie principal de l'habitant, la pandémie a mis en perspective l'importance de ces sentiments de confort, de contrôle et de sécurité sanitaire. Dans ce contexte, la densification est devenue un synonyme de contamination et de contraintes. Ces contraintes se sont aussi faites sentir par le manque d'espaces de qualité pour le télétravail. Comme ces pratiques auront une tendance à l'augmentation dans le futur (Malakoff Humanis, 2020), la conception des logements doit donc être d'autant plus réfléchie afin de favoriser le bien-être et la santé des occupants. Ces enjeux de confort de la densification sont importants : près de 75% des logements construits en 2018 étaient des constructions multiétages (Beaulieu, 2020). Or, la nouvelle défiance envers les environnements denses vient remettre en question la désirabilité de ces environnements à long terme. Cela vient renforcer le constat qu'une densification de qualité est nécessaire, autant au niveau de l'environnement que du logement lui-même.

3.3 Recherche d'un équilibre entre qualité de vie et densification

La crise sanitaire a remis en question le bien-fondé de la densification, mais elle pourrait aussi en devenir un levier important. Si l'environnement urbain peut influencer l'attractivité du bâtiment, en retour les caractéristiques architecturales de ce dernier influencent la qualité environnementale du quartier. Une vraie réflexion sur le bâtiment post-COVID devrait donc considérer celui-ci comme constituant de la ville. Plusieurs facteurs contribuent à la qualité et à l'attractivité du milieu urbain : l'abordabilité du logement, la diversité et l'accessibilité des activités, la présence de commerces et services répondant aux besoins quotidiens, la sécurité, le confort (bruits, odeurs, etc.), le lien social, la qualité des espaces publics et des espaces verts, etc. (Vivre en Ville, s. d.). Cette mixité de fonctions et d'activités influence la manière dont les citoyens s'approprient l'espace et favorise une meilleure expérience urbaine. Elle contribue à rendre un quartier plus vivant, encourage les services de proximité, la consommation locale et la mobilité douce et permet de développer une identité et un sentiment d'appropriation des habitants (Écohabitation, 2014). Trouver un bon équilibre entre densification et acceptabilité sociale permettrait de créer des logements attractifs en ville, en évitant d'accroître l'étalement urbain. Un tel effort de densification devrait mettre en place une mixité fonctionnelle des quartiers (logements, commerces, espaces de travail, espaces loisirs et détente) et un espace public équitablement partagé entre les différentes fonctions de la ville.

Le concept de densité équilibrée est parfois décrit comme une densification saine, modérée ou encore optimale. Une densité saine serait un compromis entre des densités faible (<30 logements/ha) et élevée (>125 logements/ha). Des quartiers comme Montcalm et le Vieux-Limoilou à Québec (80-120 logements/ha) en sont de bons exemples. Ce niveau de densité permet de soutenir les services de proximité et un système de transport collectif efficace (Dubois, 2013). Bien que ces quartiers soient relativement denses, ils ne sont toutefois pas perçus comme tels (Dubois, 2013). Par leur échelle humaine, ils limitent le sentiment d'entassement, favorisent la vie en communauté et développent un sentiment d'appropriation. Cette perception de la densité est en grande partie influencée par la compacité des quartiers. Selon sa compacité, un même niveau de densification peut prendre différentes formes dans la ville (Figure 1). À travers cette influence sur la forme de la ville, les concepteurs et les politiques publiques peuvent influencer la densité perçue et la manière dont les usagers perçoivent et interagissent avec leur environnement.

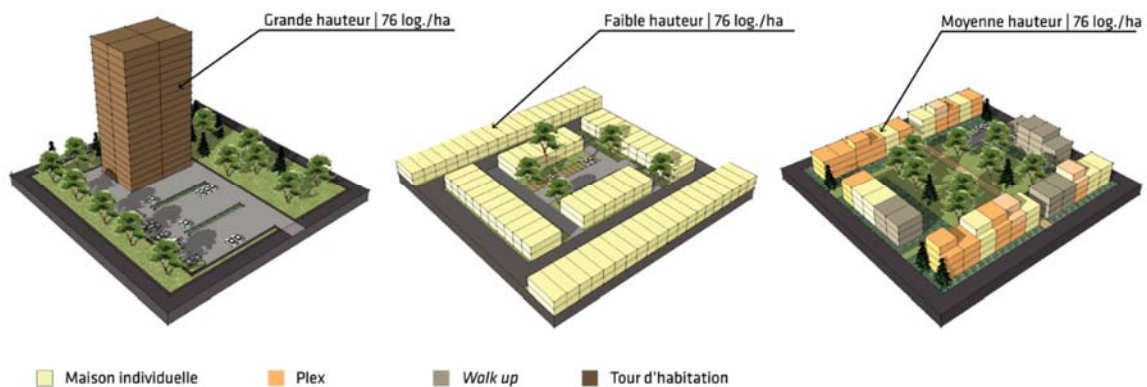


Figure 1 Un même niveau de densité peut prendre différentes formes dans la ville (Vivre en Ville, s. d.)

Repenser le lien entre le bâtiment et la ville à travers un équilibre entre le bien-être des résidents, une densification saine et une mixité fonctionnelle des centres urbains pourrait donc contribuer à augmenter l'acceptabilité sociale de la densification urbaine, et aider à limiter l'étalement urbain. Un exemple intéressant est le concept des super-îlots (*superblocks*) développé par l'Agence d'écologie urbaine de Barcelone. Ces unités de 400 à 500m de côté restructurent la mobilité urbaine. Ils concentrent les transports à des routes partagées et restreignent la circulation automobile à l'intérieur de super-îlots. Les rues intérieures deviennent des voies non-traversantes, limitées à 10 km/h, où les vélos et les piétons ont la priorité. De plus, la conversion d'espaces de voirie et de stationnement permet d'ajouter de nouveaux espaces de vie publics, des espaces verts, et de créer de l'activité (Agence d'écologie urbaine de Barcelone, 2012; Energy Cities, 2016; Roberts, 2019). Dans le cas de Barcelone, les super-îlots pourraient libérer jusqu'à 92% d'espace public (Energy Cities, 2016).

SUPERBLOCKS MODEL

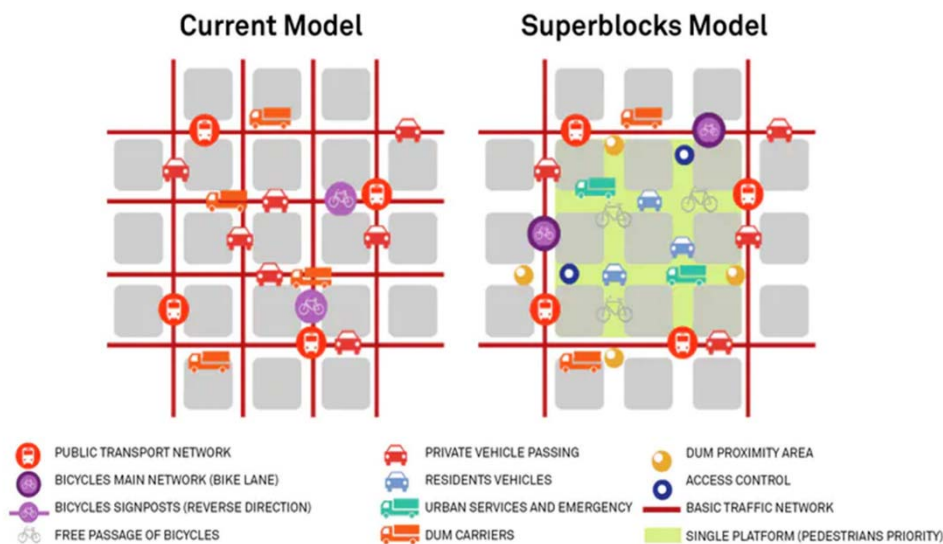


Figure 2 Les super-îlots concentrent la mobilité pour libérer l'espace public et créer une mixité de fonctions (Amin & Couvez, 2019; Mertenat, 2012)

Or, il existe plusieurs parallèles à faire entre le concept des super-îlots et certaines politiques urbaines temporaires mises en place en réponse à la pandémie au Québec. Lors du confinement, l'espace public a été transformé. Les rues et stationnements se sont vidés, permettant de constater la quantité d'espace public et les aménagements consacrés à l'automobile. En réponse à ce constat, la ville de Québec a converti les rues Cartier et St-Jean en artères piétonnes pendant les fins de semaine afin de rendre l'espace public plus attrayant en donnant par exemple de la place aux commerces (Martin, 2020). De son côté, la ville de Montréal a réaménagé 327 kilomètres de voiries pour les circulations douces (Bordeleau, 2020). S'ils sont concluants, ces exemples mis en places durant la crise devraient servir de projets pilotes et alimenter la réflexion sur la qualité que l'on souhaite donner à l'environnement urbain.

Ceci introduit un nouvel aspect à l'aménagement d'environnements post-COVID. Les pratiques temporaires mises en place par les villes durant la pandémie démontrent que cette crise peut servir d'accélérateur à l'établissement de nouvelles pratiques. La recherche d'une bulle privée ne doit pas se limiter à un réflexe d'éloignement, ce qui conduirait à un étalement urbain. Favoriser l'essor d'une architecture défensive est donc compatible et même souhaitable dans le contexte d'une densification saine et de l'amélioration des pratiques. Grâce à leurs outils d'aménagement, les villes sont donc en mesure d'amoindrir la perception négative de la densification. Il est par conséquent essentiel qu'elles prennent conscience de leur pouvoir décisionnel sur la mixité fonctionnelle et sur la qualité environnementale des bâtiments face aux enjeux de l'étalement urbain. Des politiques urbaines adéquates contribueraient à rendre le bâtiment post-COVID attractif au sein de la ville à travers son environnement. La qualité des logements en milieux urbains joue aussi un rôle majeur dans la vie des occupants en raison de l'intérêt grandissant de la pratique du télétravail afin de respecter les mesures d'éloignement physique face à la propagation de la COVID-19.

4 Le bâtiment comme lieu de vie

4.1 Les nouveaux usages du logement

En temps normal, le Canadien moyen passe 88 % de son temps à l'intérieur, que ce soit au bureau ou à la maison, 6 % dans les transports, tandis qu'il ne passe que 6 % de son temps à l'extérieur (Augustin & Fell, 2015). En revanche depuis la pandémie, le temps habituellement passé au travail ou à l'extérieur a été transféré vers le logement, modifiant ainsi la relation entre l'utilisateur et son logement. Le bâtiment post-COVID devra certainement s'adapter à de nouvelles réalités, notamment celle du télétravail, car elle modifie la fonction traditionnelle du logement. En plaçant le logement comme lieu de vie majoritaire, partagé entre la sphère professionnelle et privée, il y aura nécessairement des répercussions sur les attentes de confort et la qualité des espaces.

Cette tendance au télétravail présente certains avantages : elle permet par exemple de diminuer les interruptions de l'activité professionnelle et de favoriser la concentration (Vayre, É., 2019), en plus de limiter les temps de déplacements pour se rendre au travail. Il offre aussi une plus grande flexibilité d'horaires aux télétravailleurs, ce qui peut améliorer la productivité et faciliter la conciliation entre la vie professionnelle et la vie personnelle et familiale. Auparavant, le télétravail était un choix de l'employé et de l'employeur. Cependant, la crise sanitaire a forcé plusieurs entreprises à imposer ce mode de travail. Ces changements rapides ont pris certaines personnes au dépourvu, et pourraient s'étendre au-delà de la prochaine année, ou même s'ancrer dans les habitudes à plus long terme.

Par ailleurs, le télétravail augmente la difficulté à concilier les activités professionnelles, les relations familiales et les fonctions de repos et de loisirs dans l'espace du logement. Le télétravailleur a donc la responsabilité de trouver un équilibre entre sa vie professionnelle et sa vie sociale pour ne pas affecter sa concentration au travail, ce qui n'est pas toujours facile dans le contexte de la pandémie. En étant davantage présent à son domicile et isolé de son milieu professionnel, il doit faire attention à sa santé mentale pour ne pas développer une source de stress professionnel. D'une part, il doit bien définir son temps alloué au travail pour ne pas augmenter sa charge de travail. Certaines études soulignent que les télétravailleurs ont tendance à se rendre plus disponibles aux activités professionnelles en raison de la proximité de leur lieu de travail, ce qui peut devenir problématique et compliquer la quête d'équilibre (Tremblay *et al.*, 2006; Vayre, É., 2019). D'autre part, la séparation physique avec l'entourage professionnel peut développer un sentiment d'isolement qui affecte négativement la performance du télétravailleur (Schellenberg & Fonberg, 2020). Il peut s'en suivre un détachement et une perte de motivation à l'égard du travail à accomplir.

Établir de bonnes habitudes organisationnelles permet de faire une dissociation psychologique entre les sphères professionnelle et privée (Greer & Payne, 2014; Vayre, E. & Pignault, 2014), et contribuer à lutter contre le sentiment de détachement. Identifier un espace dédié au télétravail permet d'établir des barrières psychologiques et de faciliter la séparation entre les différentes sphères. Ces espaces peuvent être physiques (local, bureau), mais aussi d'ordre symbolique (routine) le cas échéant. L'important étant de bien marquer les usages afin de ne pas les superposer. Pourtant, les espaces actuels conviennent souvent mal à une séparation physique de la vie familiale et professionnelle. Présentement, 34% de salariés en télétravail n'ont pas à leur

disposition soit une pièce dédiée, soit du mobilier de travail adapté durant la crise (Malakoff Humanis, 2020). Il existe aussi d'autres inégalités entre les différents types de logements. Par exemple, les occupants d'appartements sont en général moins satisfaits que les occupants de maisons individuelles par rapport à leur logement en termes de superficies, de leur capacité à maintenir une température confortable durant l'été (Schellenberg & Fonberg, 2020), et de leur niveau de contrôle sur celui-ci. Ces inégalités peuvent aussi être aggravées par des facteurs sociaux; les ménages à faibles revenus subissent par exemple plus d'inconfort acoustique lié aux bruits engendrés par leurs voisins (Calvo & Richet-Mastain, 2018).

4.2 L'importance du confort

Ce transfert de temps vers le logement a aussi exacerbé les problèmes de confort et du bien-être à l'intérieur de nos habitations. Le déplacement des activités professionnelles dans la sphère privée modifie la relation entre l'utilisateur et son logement nécessitant de revoir les exigences de confort attendues.

Plusieurs recherches ont démontré que les bâtiments avaient un impact majeur sur le bien-être des occupants et leur santé, autant physique que psychologique. Un environnement malsain peut avoir des répercussions négatives par exemple associées au stress, à la mauvaise posture ou l'exposition des occupants à des polluants. Parmi ceux-ci, le stress a une importance considérable dans le bien-être de l'utilisateur, car l'activation du système nerveux a pour effet d'augmenter la conductibilité de la peau, la pression artérielle et la fréquence cardiaque en plus de ralentir les fonctions de digestion, de récupération et de réparation dans le corps afin de préparer ce dernier à affronter le stress (Fell, D. R., 2010). Ces enjeux se traduisent aussi par des impacts économiques. Au Canada, il y a par exemple autant d'absentéisme au travail lié au stress et à l'anxiété que toutes les autres maladies physiques combinées (Commission de la santé mentale du Canada, 2013). Une mauvaise qualité de l'air peut aussi devenir une cause de maux de tête, de fatigue et d'absentéisme. De plus, plusieurs études ont démontré que lorsque les concentrations de CO₂ dans l'air diminuent, le niveau de satisfaction augmente (Charles *et al.*, 2005). Une mauvaise performance acoustique peut devenir une cause d'insatisfaction et de frustration. L'accès à la lumière naturelle influence entre autres le bien-être, la qualité de sommeil, la concentration, etc. Bien que tous ces exemples soient issus d'études sur des bâtiments commerciaux, on peut envisager qu'ils existent également dans les bâtiments résidentiels.

Cependant, il existe des différences dans la perception du confort entre les différents individus. Toutefois, il est possible de distinguer deux niveaux de confort. Le premier est lié aux fonctions fondamentales du bâtiment comme abri et protection des éléments extérieurs. Celui-ci est plutôt couvert dans les sociétés occidentales. Le second relève plutôt des perceptions associées à l'environnement : luminosité, humidité, température, qualité de l'air, acoustique, etc. (Cercle Promodul / INEF4, s. d.). Or, il existe des inégalités au niveau du confort offert par les différents logements. L'occupant est en quelque sorte dépendant du niveau de confort qui a été mis en œuvre dans son logement. Comme la grande majorité des bâtiments ne sont pas typiquement conçus dans un objectif de confort, mais plutôt avec des objectifs financiers (rentabilité) et normatifs (énergétique), les éléments de confort sont encore trop peu considérés et donc peu réglementés par rapport à ces autres problématiques. Alors qu'auparavant le confort était associé

à la notion de luxe, le contexte changeant du bâtiment post-COVID devrait replacer le confort au cœur de ses priorités.

C'est cette ambition de recentrer l'environnement bâti comme moyen d'améliorer la santé et le bien-être que des systèmes de certification comme HQE et WELL ont contribué à définir le confort dans les bâtiments, favorisant ainsi sa considération dans la pratique. HQE définit quatre familles de confort : le confort hygrothermique, acoustique, visuel et olfactif. Les recommandations de WELL dépassent les ambiances physiques pour inclure d'autres aspects influençant les perceptions des usagers. Elles incluent des mesures sanitaires comme la qualité de l'eau ou une nourriture saine et diversifiée. À cela s'ajoutent des aspects architecturaux comme l'utilisation de matériaux sains, une architecture encourageant les comportements actifs et les rapports sociaux, une esthétique riche et un environnement naturel (International WELL Building Institute, s. d.).

Néanmoins, les changements d'utilisation du logement introduisent de nouveaux besoins et contraintes, ce qui invite à reconsidérer les critères de confort habituels. Par exemple, les espaces de travail nécessitent un éclairage différent de l'atmosphère chaleureuse généralement désirée dans le logement. Joindre les espaces de télétravail aux espaces de vie nécessite donc un certain niveau d'adaptation. Or, la sensation de confort varie en fonction des besoins psychologiques et physiologiques de chacun, et relève en grande partie des perceptions associées à l'environnement (Cercle Promodul / INEF4, s. d.). C'est donc sur cette perception qu'il faut agir. Par le biais de différents moyens (design, technologie, systèmes de certification, etc.), il faut établir une approche holistique afin de replacer l'humain au centre de la conception (parmi les différents enjeux du bâtiment durable).

Pour atteindre cet objectif, la première solution est d'adapter l'aménagement des logements actuels. La deuxième serait de réviser les pratiques de conception pour améliorer la qualité et le confort des logements (ex. pièces supplémentaires, insonorisation). Toutefois, ces changements impliquent des coûts supplémentaires qui se répercuteraient nécessairement sur le prix des logements. Pour éviter de limiter l'accessibilité au confort, une autre solution envisageable serait de proposer des espaces communs pour répondre aux nouveaux usages du logement. Ainsi, le nouveau standard d'habitation devrait peut-être intégrer des espaces de télétravail communs au même titre qu'ils intègrent parfois une salle de sport, une piscine, une buanderie, etc. (Demoulin, 2020).

4.3 La biophilie comme solution au confort perçu

L'amélioration du confort de la santé et du bien-être des occupants, comme par exemple maintenir une bonne qualité d'air, assurer le confort thermique, entre autres, requiert évidemment des systèmes mécaniques, et donc de l'énergie. Ces mesures peuvent donc parfois entrer en conflit avec des objectifs d'optimisation énergétiques (Lambert, 2019). Bien que des conditions de confort puissent être atteints par différents moyens, on s'intéresse ici à la biophilie comme source d'amélioration passive de la qualité environnementale dans le cadre d'une approche holistique. Le concept de biophilie réfère à l'amour du vivant. En architecture, ce terme désigne une conception qui se rapproche ou qui imite les conditions d'un environnement naturel. Ce concept a été popularisé en réponse à la déconnexion entre l'homme et la nature suite à l'urbanisation massive dans les années 1980 (Fell, D., 2018). C'est pour cette raison que l'être humain a généralement tendance à recréer dans son milieu de vie des conditions se rapprochant

de la nature, par exemple, en maximisant la présence de la lumière du soleil, en intégrant des plantes ou des éléments naturels dans les espaces.

En effet, nous avons pu observer au travers de plusieurs études que le fait d'être entouré d'environnement naturel, comme une marche en atmosphère forestière, diminue les niveaux d'hormones de stress, la pression artérielle et la fréquence cardiaque par rapport à la marche dans les zones urbaines (Park *et al.*, 2009). Par ailleurs, des études en neurosciences ont démontré que l'expérience de la nature améliore la concentration cognitive (Lee *et al.*, 2015). Les optométristes notent également que regarder des vues agréables à distance provoque la relaxation de tous les muscles des yeux (Lewis, 2012 dans Browning, 2015). Mais une autre expérience a également démontré que l'on pouvait obtenir les bénéfices précédemment évoqués avec seulement 40 secondes de vue sur la nature (Lee *et al.*, 2015). De plus, ces réactions psychologiques et physiologiques ont tendances à être universelles, quelles que soient la culture et la zone géographique (Fell, D., 2018).

Dans un contexte de densification urbaine, il est important de se questionner sur la manière de conserver ce lien avec la nature dont on a observé l'importance durant la pandémie. Il est relativement facile de créer des environnements biophiliques dans les bâtiments, grâce par exemple à des plantes, à l'utilisation de matériaux naturels, l'accès à la lumière naturelle ou encore des vues sur la nature, pouvant affecter notre cognition et notre santé. De plus, des chercheurs de l'Université de l'Oregon ont d'ailleurs constaté que 10% des absences des employés pouvaient être attribuées à une déconnexion avec la nature et que la qualité de la vue d'une personne était le principal prédicteur de l'absentéisme (Elzeyadi, 2011). Comme d'autres, cette étude démontre comment les environnements biophiliques peuvent réduire la maladie et l'absentéisme, augmenter la rétention du personnel et améliorer le rendement au travail grâce à la réduction et à la prévention du stress et de la fatigue. En d'autres termes, les stratégies de conception biophiliques créent non seulement des lieux de travail plus sains et des employés plus heureux, mais ont également un effet positif sur la productivité (Browning, 2015).

Toutefois, ce type d'aménagement a souvent été considéré comme un luxe pour les employeurs lors de nouvelles constructions ou rénovations. Ceux-ci se concentrent traditionnellement sur l'optimisation des coûts liés à l'énergie, l'eau et l'utilisation de matériaux plus performants. Pourtant, les coûts humains sont 112 fois plus élevés que les coûts énergétiques sur le lieu de travail. Intégrer la nature dans l'environnement bâti n'est donc pas un luxe, mais un solide investissement économique dans la santé et la productivité (Terrapin Bright Green LLC, 2012).

4.4 La construction bois, une solution biophilique

Bien qu'il existe une multitude de moyens d'intégrer la nature dans le bâtiment, le bois constitue une solution unique en tant que matériau de conception biophilique. Il a en effet la capacité d'être à la fois un matériau naturel et polyvalent, pouvant servir autant à la structure, qu'en revêtements ou en aménagements (Fell, D., 2018). Ainsi, plusieurs chercheurs se sont intéressés au potentiel du bois dans l'amélioration des conditions environnementales de nos constructions. L'étude des relations entre l'homme et le bois révèle deux bénéfices majeurs de ce matériau. Le premier est d'ordre psychologique et consiste en une amélioration de la perception de son environnement y compris du confort et du bien-être. Voir et toucher le matériau bois induit une réponse émotionnelle et physiologique; ce sentiment de bien-être générerait un impact positif sur la santé (Alapieti *et*

al., 2020; Augustin & Fell, 2015; Burnard, Michael D. & Kutnar, 2015; Demattè *et al.*, 2018; Nyrud & Bringslimark, 2010; Rice *et al.*, 2006; Watchman *et al.*, 2016). En effet, les usagers décrivent l'atmosphère générée par le bois par ces termes : chaleureux, invitant, esthétique, agréable, bien-être, effets sur la santé, conception naturelle, etc. (Gosselin, 2018).

Le second est d'ordre physiologique, en ayant comme facteurs principaux la réduction du rythme cardiaque et du niveau de stress. Les chercheurs ont démontré que le bois influence notre organisme par des expériences par le toucher, visuelles ou même olfactives pour la plupart instrumentées médicalement (Augustin & Fell, 2015; Burnard, Michael David & Kutnar, 2020; Sakuragawa *et al.*, 2008; Tsunetsugu *et al.*, 2007). Comme une exposition prolongée au stress peut entraîner des effets néfastes sur les plans physiologique et psychologique, les résultats précédemment évoqués permettent de démontrer que le bois contribue à créer un environnement intérieur plus sain.

L'utilisation de produit structuraux visible ou de produit d'apparence en bois constitue donc une solution biophilique remarquable pour introduire les bienfaits de la nature à l'intérieur des bâtiments. De plus, le bois possède l'avantage de pouvoir être utilisé dans tous les espaces, ce qui le rend plus simple à déployer que la plupart des solutions biophiliques, tout en remplissant potentiellement une fonction utilitaire dans la structure d'un bâtiment. Au regard des effets bénéfiques de ce matériau le bien-être et la santé générale des usagers, l'utilisation du bois apparaît s'avère être une solution particulièrement intéressante pour les logements multifamiliaux dans le contexte de télétravail, introduisant une source de stress supplémentaire. Mais également pour les autres types de programmes, comme les bâtiments institutionnels, commerciaux ou encore les centres de soins, où l'on peut être soumis à un niveau de stress conséquent. En plus de ces avantages psychologiques, des travaux récents indiquent que le bois pourrait contribuer à la santé des occupants par ses capacités antimicrobiennes (Munir *et al.*, 2019). Des recherches supplémentaires permettront de confirmer les bénéfices réels de ces propriétés au sein du bâtiment.

5 La crise sanitaire : un levier à exploiter

Dans l'histoire, les crises sanitaires ont souvent été des accélérateurs de changements. Au XIX^e siècle, les grandes transformations de Paris par Haussmann (Chayka, 2020; Demoulin, 2020) sont essentiellement dues au choléra. Au début du XX^e siècle, les inquiétudes sanitaires et la crainte de la tuberculose ont contribué à l'apparition de l'architecture moderne, afin d'obtenir des « surfaces qui, pour ainsi dire, démontrent leur propreté » (Colomina, 2019). La crise sanitaire actuelle a déjà amené certains changements dans les villes, comme la création de nouvelles pistes cyclables et de nouvelles zones piétonnes. Elle doit maintenant servir d'accélérateur pour renforcer un secteur du bâtiment local, et pour résoudre les enjeux de densification saine mettant le confort des occupants au centre de ses préoccupations, au même titre que les aspects environnementaux et économiques.

Mais comment rendre ce modèle du bâtiment post-COVID viable, sans augmenter les inégalités socio-économiques? Une réflexion complète ne doit pas limiter le bâtiment à un simple lieu de contamination, mais plutôt en tant que secteur industriel, constituant de la ville et lieu de vie majoritaire. La logique actuelle d'optimisation économique a amené des problèmes à ces différentes échelles. Résoudre ces problèmes aura nécessairement des répercussions économiques. Par exemple, les coûts associés aux espaces de travail (superficies, climatisation, chauffage, éclairage) sont aujourd'hui transférés des entreprises vers les particuliers. La logique de rentabilité actuelle laisse aussi peu de place au confort et à la flexibilité des logements. Elle limite la mise en place de stratégies biophiliques et bioclimatiques en visant à réduire les surfaces de façade et à créer des volumes optimisés, facilement mécanisables tout en offrant la plus grande surface habitable possible. La logique d'optimisation économique est donc peu compatible avec l'établissement du bâtiment post-COVID. Son développement nécessitera donc une prise de conscience et une volonté d'adaptation par tous les acteurs de la société.

Au Québec, cette prise de conscience devrait intégrer une ressource et un secteur d'activité important : la forêt et les produits du bois. Par ses chaînes de valeur courtes et locales, sa compatibilité avec la préfabrication et l'économie circulaire, sa ressource biosourcée et renouvelable, sa compétitivité pour les marchés de petites et moyennes hauteurs, son caractère biophilique et ses effets sur le confort et la santé, la construction bois constitue une solution possible aux enjeux multiples du bâtiment post-COVID.

6 Références

- Agence d'écologie urbaine de Barcelone. (2012). Superblocks. Consulté 15 juillet 2020, à l'adresse <http://www.bcnecologia.net/en/conceptual-model/superblocks>
- Alapieti, T., R. Mikkola, P. Pasanen & H. Salonen. (2020). The influence of wooden interior materials on indoor environment: a review. *European Journal of Wood and Wood Products*, 78(4), 617-634. doi : 10.1007/s00107-020-01532-x
- Allen, J. G. (2020, mars 4). Your Building Can Make You Sick or Keep You Well. *The New York Times*. Consulté à l'adresse <https://www.nytimes.com/2020/03/04/opinion/coronavirus-buildings.html>
- Amin, M. & C. Couvez. (2019). *Écoquartier des artisans et des métiers pour le secteur Bridge-Bonaventure*. Montréal, QC. Consulté à l'adresse https://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/P103/8-33_regroupement_acteurs_cult_et_eco.pdf
- ASHRAE. (2020a). ASHRAE Epidemic Task Force Established. Consulté 14 juillet 2020, à l'adresse <https://www.ashrae.org/about/news/2020/ashrae-epidemic-task-force-established>
- ASHRAE. (2020b). Commercial: General Recommendations. Consulté 14 juillet 2020, à l'adresse <https://www.ashrae.org/technical-resources/commercial#general%0D>
- ASHRAE. (2020c). COVID-19 (Coronavirus) Preparedness Resources. Consulté 14 juillet 2020, à l'adresse COVID-19 (Coronavirus) Preparedness Resources
- Aubin, E. (2020, juin 27). Bye bye la ville: la pandémie les a fait déménager. *Journal de Montréal*. Montréal, QC. Consulté à l'adresse <https://www.journaldemontreal.com/2020/06/27/covid-19-ils-fuient-la-ville>
- Augustin, S. & D. Fell. (2015). *Wood as a Restorative Material in Healthcare Environments*. Consulté à l'adresse <https://fpinnovations.ca/media/publications/Documents/health-report.pdf>
- Beaulieu, G. (2020). Le retour en force du bois au québec. Québec, QC: Cecobois.
- BOMA Canada. (2020). *Pathway Back to Work (v1)*. Consulté à l'adresse <http://bomacanada.ca/fr/pathway-back-to-work/>
- Bordeleau, S. (2020, mai 15). Montréal ajoute plus de 300 kilomètres de « corridors sécuritaires » dans ses rues. *Radio-Canada*. Consulté à l'adresse <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1703312/plan-deplacement-montreal-pandemie-voies-securitaires>
- Brodie, S. (2020). Looking Beyond COVID-19: Office Health and Safety Measures in China. Consulté 22 juin 2020, à l'adresse <https://www.cushmanwakefield.com/en/insights/covid-19/lessons-from-china/looking-beyond-covid-19-office-health-and-safety-measures-in-china>
- Brown, L. (2020). How Multifamily Can be Adapted to Minimize Public Contact. Consulté 13 juillet 2020, à l'adresse <https://www.globest.com/2020/05/06/how-multifamily-can-be-adapted-to-minimize-public-contact/?slreturn=20200617101003>
- Browning, B. (2015). Healthier workplaces, happier employees: incorporating nature into the built environment. *People + Strategy*, 38(3), 14-17. Consulté à l'adresse https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2015/07/HRPS-38.3_LinkingTheory.pdf
- Burnard, Michael D. & A. Kutnar. (2015). Wood and human stress in the built indoor environment: a review. *Wood Science and Technology*, 49(5), 969-986. doi : 10.1007/s00226-015-0747-3
- Burnard, Michael David & A. Kutnar. (2020). Human stress responses in office-like environments with wood furniture. *Building Research & Information*, 48(3), 316-330. doi : 10.1080/09613218.2019.1660609
- Calvo, M. & L. Richet-Mastain. (2018). *Conditions de logement : amélioration de la situation des ménages à bas revenus mais des inégalités toujours marquées. Études et Résultats*.
- Cercle Promodul / INEF4. (s. d.). Le confort dans l'habitat : une nécessité ou un luxe? Consulté 9 juillet 2020, à l'adresse https://cercle-promodul.inef4.org/publication/le-confort-dans-lhabitat-necessite-ou-luxe/#_ftn1

- Charles, K., J. T. Reardon & R. J. Magee. (2005). *Qualité de l'air intérieur et confort thermique dans les bureaux à aire ouverte. Solution constructive n°64*. Consulté à l'adresse <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/ft/?id=ec0cc9f3-e4cf-4678-837d-7abb9ae69bbb%0D>
- Chayka, K. (2020, juin 17). How the Coronavirus Will Reshape Architecture. *The New Yorker*. Consulté à l'adresse https://www.newyorker.com/culture/dept-of-design/how-the-coronavirus-will-reshape-architecture?utm_social-type=owned&utm_source=facebook&mbid=social_facebook&utm_brand=tny&utm_medium=social&fbclid=IwAR0ChOMEs_MI1A7xBTHQjXYLveatow2Gmbrph0rMEJavZhZzUeHk47rN
- CNESST. (2020). Trousse d'outils pour le secteur de la construction. Consulté 10 juillet 2020, à l'adresse <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/salle-de-presse/covid-19/Pages/outils-secteur-construction.aspx>
- Colomina, B. (2019). *X-Ray Architecture*. (Lars Müller, Éd.). Lars Müller Publishers.
- Commission de la santé mentale du Canada. (2013). *La nécessité d'investir dans la santé mentale au Canada*. Consulté à l'adresse https://www.mentalhealthcommission.ca/sites/default/files/Investing_in_Mental_Health_FINAL_FRE_0.pdf
- Demattè, M. L., G. M. Zucco, S. Roncato, P. Gatto, E. Paulon, R. Cavalli & M. Zanetti. (2018). New insights into the psychological dimension of wood–human interaction. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(4), 1093-1100. doi : 10.1007/s00107-018-1315-y
- Demoulin, A. (2020, juin 6). Coronavirus : Comment nos habitats, nos espaces de travail et nos villes vont-ils évoluer? *20 Minutes*. Consulté à l'adresse https://www.20minutes.fr/arts-stars/mode/2793211-20200606-coronavirus-comment-habitats-espaces-travail-villes-vont-elles-evoluer?_cldee=YW1hbmRpbmUucGVyZ2VhdXhAY25kYi5vcmc%3D&recipientid=contact-695c65f4d683ea11a811000d3ad91174-069edbd75ae242fd88d910d293e
- Dewis, G. (2020). *Accès aux parcs et aux espaces verts et utilisation de ceux-ci : les répercussions possibles de la COVID-19 sur les ménages canadiens*. Consulté à l'adresse <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/45-28-0001/2020001/article/00031-fra.pdf?st=3iw14Xb8>
- Dietz, L., P. F. Horve, D. A. Coil, M. Fretz, J. A. Eisen & K. Van Den Wymelenberg. (2020a). 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations To Reduce Transmission. *mSystems*, 5(2), 1-13. doi : 10.1128/mSystems.00245-20
- Dietz, L., P. F. Horve, D. A. Coil, M. Fretz, J. A. Eisen & K. Van Den Wymelenberg. (2020b, mai). Reducing COVID-19 Transmission in the Built Environment. *Architect Magazine*. Consulté à l'adresse https://www.architectmagazine.com/technology/reducing-covid-19-transmission-in-the-built-environment_o
- Dubois, M. (2013). Accroître la densité urbaine? Oui, mais... Consulté 8 juillet 2020, à l'adresse http://www.contact.ulaval.ca/article_blogue/accroitre-densite-urbaine-oui-mais/
- Écohabitation. (2014). La mixité fonctionnelle et la proximité. Consulté 20 juin 2020, à l'adresse <https://www.ecohabitation.com/guides/2930/la-mixite-fonctionnelle-et-la-proximite/>
- Elzeyadi, I. (2011). Daylighting-bias and biophilia: quantifying the impact of daylighting on occupants health. *School of Architecture & Allied Arts* -, 1-9. Consulté à l'adresse <https://pdfs.semanticscholar.org/bfa5/2d19c047b0c109ee5db4b11d1c4dc0f3dc74.pdf>
- Energy Cities. (2016). "Superblocks" free up to 92% of public space in Barcelona! Consulté 22 juillet 2020, à l'adresse <https://energy-cities.eu/best-practice/superblocks-free-up-to-92-of-public-space-in-barcelona/>
- Fabris, P. (2020, mai). Strategies to reduce personal contact in multifamily properties. *Building Design + Construction*. Consulté à l'adresse http://www.bdcnetwork.com/strategies-reduce-personal-contact-multifamily-properties?oly_enc_id=6355B8983823F1A
- Fell, D. (2018). Le bois et la santé. *Construire en bois*, 10(3), pp.2-3.
- Fell, D. R. (2010). *Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment*. University of British Columbia. Consulté à l'adresse <https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0071305>

- Gellatly, G. (2017, septembre 29). Les exportations du Canada au fil du temps : ressources et biens fabriqués. *Mégatendances canadiennes*. Consulté à l'adresse <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/11-630-x/11-630-x2017005-fra.pdf?st=gt0PPFL4>
- Gosselin, A. (2018). *Marchés et modèles d'affaires: construction non-résidentielle structurale en bois*. Université Laval. Consulté à l'adresse <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/30428/1/34192.pdf>
- Goulding, J. S., F. Pour Rahimian, M. Arif & M. D. Sharp. (2015). New offsite production and business models in construction: priorities for the future research agenda. *Architectural Engineering and Design Management*, 11(3), 163-184. doi : 10.1080/17452007.2014.891501
- Gouvernement du Québec. (2019). Bilan de la Charte du bois, 12.
- Greer, T. W. & S. C. Payne. (2014). Overcoming telework challenges: Outcomes of successful telework strategies. *The Psychologist-Manager Journal*, 17(2), 87-111. doi : 10.1037/mgr0000014
- Houlden, V., S. Weich, J. Porto de Albuquerque, S. Jarvis & K. Rees. (2018). The relationship between greenspace and the mental wellbeing of adults: A systematic review. *PLOS ONE*, 13(9), e0203000. doi : 10.1371/journal.pone.0203000
- International WELL Building Institute. (s. d.). WELL v2 pilot. Consulté à l'adresse <https://v2.wellcertified.com/v/en/overview>
- International WELL Building Institute. (2020a). *Strategies from the Well Building Standard to Support in the Fight against COVID-19*. Consulté à l'adresse <https://resources.wellcertified.com/tools/strategies-from-the-well-building-standard-to-support-in-the-fight-against-covid-19/>
- International WELL Building Institute. (2020b). Task Force on COVID-19 and Other Respiratory Infections. Consulté à l'adresse <https://www.wellcertified.com/placesmatter/task-force>
- Jung, D. (2020, mai 10). À quoi les villes ressembleront-elles après la pandémie? *Radio-Canada*. Consulté à l'adresse <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1701627/coronavirus-urbanisme-architecture-quoi-ressembleront-villes-apres-pandemie>
- La Presse canadienne. (2019, juin 5). Vivre en banlieue de Montréal permettrait d'économiser, selon une étude. *Radio-Canada*. Consulté à l'adresse <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1173785/montreal-banlieue-habitation-etude-schl>
- Lambert, C. (2019). *Répercussions de la certification environnementale WELL v2 sur la performance environnementale du cycle de vie d'un bâtiment*. Université de Sherbrooke. Consulté à l'adresse https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/15607/Lambert_Catherine_MEnv_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lee, K. E., K. J. H. Williams, L. D. Sargent, N. S. G. Williams & K. A. Johnson. (2015). 40-second green roof views sustain attention: The role of micro-breaks in attention restoration. *Journal of Environmental Psychology*, 42, 182-189. doi : 10.1016/j.jenvp.2015.04.003
- Malakoff Humanis. (2020). Malakoff Humanis décrypte l'impact de la crise sur l'organisation du travail et la santé des salariés à travers les résultats de ses études Télétravail et Absentéisme réalisées en mai 2020. Consulté 12 juillet 2020, à l'adresse <https://newsroom.malakoffhumanis.com/actualites/malakoff-humanis-decrypte-limpact-de-la-crise-sur-lorganisation-du-travail-et-la-sante-des-salaries-a-travers-les-resultats-de-ses-etudes-teletravail1-et-absenteisme2-realisees-en-mai-2020-40ce-63a59.html>
- Martin, S. (2020, mai 15). Cartier et Saint-Jean piétonnes. *Le Journal de Québec*. Consulté à l'adresse <https://www.journaldequebec.com/2020/05/15/les-rues-cartier-et-saint-jean-pietonnes-les-fins-de-semaine-dete>
- Mertenat, C. C. (2012). *Entre ville complexe et projet urbain durable, l'exemple de l'Agence d'Écologie Urbaine de Barcelone*. Université de Montréal. Consulté à l'adresse https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/10972/Mertenat_Celine-Coralie_2012_memoire.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Munir, M. T., H. Pailhories, M. Eveillard, F. Aviat, D. Lepelletier, C. Belloncle & M. Federighi. (2019). Antimicrobial

Characteristics of Untreated Wood: Towards a Hygienic Environment. *Health*, 11(02), 152-170. doi : 10.4236/health.2019.112014

Nyrud, A. Q. & T. Bringslimark. (2010). Is Interior Wood Use Psychologically Beneficial? A Review of Psychological Responses Toward Wood. *Wood and Fiber Science*, 42(2), 202-218. Consulté à l'adresse <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/1365/1365>

Oppel, L. (2020). Concrete versus COVID-19: How the built environment can limit the spread of disease. *BC Medical Journal*, 62(4), 134.

Park, B.-J., Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, T. Morikawa, T. Kagawa & Y. Miyazaki. (2009). Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage Town, Japan. *Silva Fennica*, 43(2), 291-301. doi : 10.14214/sf.213

Perkins, B. & M. Siefert. (2020, mai). Experts offer a 13-point plan to reduce coronavirus deaths in nursing homes. *Building Design + Construction*. Consulté à l'adresse https://www.bdcnetwork.com/covid-19nursinghomedeaths?oly_enc_id=6355B8983823F1A

Produits de bois canadien. (s. d.). *Bâtiments multifamiliaux à ossature de bois*. Consulté à l'adresse http://www.quebecwoodexport.com/images/stories/pdf/fran_6_haute_resolution.pdf

Rapport Beaulieu. (2012). *Rapport du groupe de travail visant à favoriser une utilisation accrue du bois dans la construction*.

Rice, J., R. A. Kozak, M. J. Meitner & D. H. Cohen. (2006). Appearance wood products and psychological well-being. *Wood and Fiber Science*, 38(4), 644-659. Consulté à l'adresse <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/180>

Rivers, C., E. Martin, C. Watson, M. Schoch-Spana, L. Mullen, T. K. Sell, S. Gottlieb, K. L. Warmbrod, D. Hosangadi, A. Kobokovich, C. Potter, A. Cicero & T. Inglesby. (2020). *Public Health Principles for a Phased Reopening During COVID-19: Guidance for Governors*. Consulté à l'adresse https://www.centerforhealthsecurity.org/our-work/pubs_archive/pubs-pdfs/2020/200417-reopening-guidance-governors.pdf

Roberts, D. (2019, avril 9). Barcelona wants to build 500 superblocks. Here's what it learned from the first ones. *Vox*. Consulté à l'adresse <https://www.vox.com/energy-and-environment/2019/4/9/18273894/barcelona-urban-planning-superblocks-poblenou>

Robichaud, F. & S. Guy-Plourde. (2019). *Étude de marché sur l'utilisation potentielle du bois dans la construction non résidentielle au Québec*.

Sakuragawa, S., T. Kaneko & Y. Miyazaki. (2008). Effects of contact with wood on blood pressure and subjective evaluation. *Journal of Wood Science*, 54(2), 107-113. doi : 10.1007/s10086-007-0915-7

Schellenberg, G. & J. Fonberg. (2020). Les caractéristiques du logement et le fait de rester chez soi pendant la pandémie de COVID-19. Consulté 14 juillet 2020, à l'adresse <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/45-28-0001/2020001/article/00009-fra.htm>

Sneader, K. & S. Singhal. (2020). Beyond coronavirus: The path to the next normal. Consulté 15 juillet 2020, à l'adresse <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/beyond-coronavirus-the-path-to-the-next-normal>

Société d'habitation du Québec. (2013). Densification résidentielle. Consulté à l'adresse http://www.habitation.gouv.qc.ca/fiches_de_projet/fiches_informatives/densification_residentielle.html

Tables de stratégies économiques du Canada. (2018). *L'impératif de l'innovation et de la compétitivité : Saisir les occasions de croissance*. Consulté à l'adresse <https://www.ic.gc.ca/eic/site/098.nsf/fra/00026.html>

Terrapin Bright Green LLC. (2012). *The Economics of Biophilia: why Designing with Nature in Mind Makes Financial Sense*. Consulté à l'adresse http://www.lmla.com.au/wp-content/uploads/2018/10/The-Economics-of-Biophilia_Terrapin-Bright-Green-2012e.pdf

Tranel, B. (2020). How Should Office Buildings Change in a Post-Pandemic World? Consulté 13 juillet 2020, à l'adresse <https://www.gensler.com/research-insight/blog/how-should-office-buildings-change-in-a-post-pandemic-world>

- Tremblay, D.-G., C. Chevrier & M. Di Loreto. (2006). Le télétravail à domicile : Meilleure conciliation emploi-famille ou source d'envahissement de la vie privée? *Interventions économiques*, 34. Consulté à l'adresse <https://journals.openedition.org/interventionseconomiques/689>
- Tsunetsugu, Y., Y. Miyazaki & H. Sato. (2007). Physiological effects in humans induced by the visual stimulation of room interiors with different wood quantities. *Journal of Wood Science*, 53(1), 11-16. doi : 10.1007/s10086-006-0812-5
- Turcotte, M. (2008). L'opposition ville/banlieue : comment la mesurer. Consulté 13 juillet 2020, à l'adresse <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-008-x/2008001/article/10459-fra.htm>
- Vanaken, G.-J. & M. Danckaerts. (2018). Impact of Green Space Exposure on Children's and Adolescents' Mental Health: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2668. doi : 10.3390/ijerph15122668
- Vayre, É. (2019). Les incidences du télétravail sur le travailleur dans les domaines professionnel, familial et social. *Le travail humain*, 82, 1-39. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2019-1.htm>
- Vayre, E. & A. Pignault. (2014). A systemic approach to interpersonal relationships and activities among French teleworkers. *New Technology, Work and Employment*, 29(2), 177-192. doi : 10.1111/ntwe.12032
- Vivre en Ville. (s. d.). Compacité / Densité. Consulté 9 juillet 2020, à l'adresse <http://collectivitesviables.org/articles/compacite-densite.aspx>
- Watchman, M., A. Potvin & C. M. H. Demers. (2016). Wood and Comfort: A Comparative Case Study of Two Multifunctional Rooms. *BioResources*, 12(1), 168-182. doi : 10.15376/biores.12.1.168-182
- World Steel Association. (2019). *World Steel in Figures 2019*. Brussels, BE. Consulté à l'adresse <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:96d7a585-e6b2-4d63-b943-4cd9ab621a91/World%2520Steel%2520in%2520Figures%25202019.pdf>