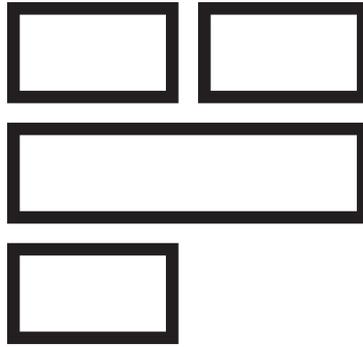


FORMES



Les déclinaisons éco : matériaux-construction-conception

Architecture
Le photographe Shulman

Territoire
Politique nationale

Objet
Cartographie narrative

Matériaux
Fibres et résidus

Environnement
Habitat haute performance



POSTE PUBLICATION 41060025
8,95 \$ CA



PROCHAIN
NUMÉRO

Notre dossier annuel sur l'art public

Repenser l'école

L'écoconstruction

Quelles vies pour le bois

Les conférences FORMES : Les certifications – Mythes et réalités

À l'agenda ce printemps, une conférence conjointe de la **Chaire Fayolle-Magil Construction** (Université de Montréal) et **FORMES**.

Une occasion pour les concepteurs, entrepreneurs, fabricants et détaillants de s'afficher et de se démarquer.

Information : 514 256-1230, cpaquin@formes.ca

Précision

Une erreur s'est glissée dans le texte consacré à Onésime Tremblay dans notre précédent numéro. Le rehaussement des eaux du lac Saint-Jean a été provoqué par la fermeture des vannes du barrage, non leur ouverture.

COLLABORATEURS



David Fell, scientifique principal, gestionnaire de recherche chez FPInnovations, réalise des études de marché dans le domaine des produits de construction depuis près de vingt ans. Ces dernières années, il s'est surtout intéressé aux applications visuelles du bois à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, ce qui l'a mené à son champ d'études le plus récent : les effets sur la santé de l'utilisation du bois et d'autres matériaux naturels dans l'environnement bâti. M. Fell nous entretient de ce sujet, connu sous le terme de « biophilie », dans le présent numéro.



Consultante en communication-marketing et gestion de projet, **Catherine Mayor** est intervenue au cours de la dernière décennie dans les domaines de la revitalisation urbaine durable, de la ville intelligente et de l'économie sociale. Dans ce numéro, Catherine présente le retour d'expérience de l'architecte ayant fait équipe avec un robot-imprimante 3D pour concevoir la maison Yhnova™, une unité unifamiliale d'habitat social qui pose un important jalon dans les avancées de la construction 4.0.



Maxime Partouche a effectué des études en arts plastiques, histoire de l'art et design entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Enseignant depuis quelques années, l'Université de Montréal l'a choisi pour former la nouvelle génération de designers d'intérieur au Québec. Fort de son bagage universitaire et culturel, il souhaite réimaginer les frontières entre les disciplines pour offrir une vision élargie du design, de l'architecture et de l'urbanisme. Il propose un papier sur la « cartographie narrative », un télescope entre la cartographie et l'art contemporain.



Architecte et titulaire d'une maîtrise en urbanisme, **Eve-Marie Surprenant** trace une vue d'ensemble des jalons posés récemment en matière de Politiques nationales de l'aménagement du territoire et de l'architecture. Ces derniers mois, plusieurs représentants de la société civile ont revendiqué l'adoption d'un virage ambitieux permettant une utilisation raisonnée et cohérente des ressources du territoire québécois. Ces appels à la qualité convaincront-ils Québec d'élever la gestion durable de notre patrimoine collectif au rang des priorités nationales?



Crédit : Christian Blais

Préfixe éco

Pour ce numéro de fin d'année, notre dossier principal propose diverses avenues déclinant le préfixe *éco* sous différentes formes : écomatériaux, écoconstruction et écoconception.

Notre collaboratrice Valérie Levée a couvert cette année le Rendez-vous des écomatériaux. Elle aborde certains des thèmes discutés, notamment l'utilisation des fibres végétales à titre de matériaux de construction, ainsi que le modèle de l'économie circulaire qui consiste à remettre les déchets dans la boucle de la production. Valérie nous présente également un bâtiment industriel fort intéressant réalisé à partir de matériaux biosourcés, celui de l'entreprise française Triballat Noyal qui a fait sa marque dans le secteur de l'agroalimentaire et de l'alimentation biologique.

Un autre bâtiment a attiré notre attention. De retour de Nantes, notre nouvelle collaboratrice Catherine Mayor a visité la maison Yhnova, première maison unifamiliale d'habitat social construite sur site par un robot-imprimante 3D. Nantes Métropole Habitat souhaite poursuivre l'aventure de la construction 3D. Les travaux actuels au sein du Laboratoire des sciences du numérique de Nantes et de l'Institut de recherche en génie civil et mécanique s'orientent vers la capacité à développer des constructions en hauteur, mais aussi à imprimer à partir de matériaux biosourcés.

Parmi les autres textes des déclinaisons *éco*, David Fell, scientifique à FPInnovations, nous entretient de biophilie, un lien entre santé et utilisation du bois dans nos environnements de vie et de travail. Marie Gagnon traite de phytotechnologie pour planifier le développement urbain durable. Pour sa part, Louis Lapointe pose la question suivante : Écoconception, où en sommes-nous vraiment?

Ce numéro présente la réalisation de TeamMTL, une équipe pluridisciplinaire réunissant une quarantaine d'étudiants et de professeurs des universités McGill et Concordia. L'équipe a conçu une habitation urbaine résiliente et écoénergétique soumise au jury du Décathlon solaire 2018. Sous la plume d'Eve-Marie Surprenant, on traite également des politiques nationales de l'aménagement du territoire et de l'architecture. Aussi, un collectif de la Chaire Fayolle-Magil pose un regard sur la performance réelle des bâtiments verts. Le designer Maxime Partouche propose un papier sur la « cartographie narrative », une étude de l'artiste Marie-Josèphe Vallée qui réunit cartographie et art contemporain. Enfin, une nouvelle section est dorénavant consacrée à la photographie architecturale. Pour cette première, l'architecte Carlo Carbone présente Julius Shulman, photographe précurseur de l'architecture moderne.

Bonne lecture!

Claude Paquin, éditeur

Les bâtiments verts sont-ils vraiment performants ?

Leçons d'une étude post-occupation de la Maison du développement durable

CHAIRE FAYOLLE-MAGIL CONSTRUCTION EN ARCHITECTURE, BÂTIMENT ET DURABILITÉ (GONZALO LIZARRALDE, AMY OLIVER, ANNE-MARIE PETTER, RICARDO LEOTO) ET ÉQUITERRE (NORMAND ROY)

Atrium de la Maison du développement durable.
Photo : Maison du développement durable
Architecte : MSDL



L'étude s'est notamment intéressée au confort, bien-être et productivité des employés.
Photo : Maison du développement durable

Le confort, le bien-être et la productivité des employés à l'ère de l'innovation et des nouvelles stratégies de réduction de coûts et d'énergie

La conception des bureaux en aires ouvertes et des espaces de travail partagés est une tendance prédominante au Canada et ailleurs. De plus en plus d'employeurs visent à aménager des bureaux de style novateur, frais et colorés tels que mis au goût du jour par les Google et Facebook de ce monde. Ils boudent aujourd'hui les bureaux fermés, priorisant les espaces partagés sans postes de travail assignés (une approche connue dans le monde corporatif comme le *hot-desking*). Plusieurs partisans, voire militants, soutiennent que les espaces ouverts et partagés facilitent la collaboration et l'innovation et réduisent la stratification pyramidale du personnel. Mais certains chercheurs ne sont pas convaincus. Ils soulignent que la stratégie vise seulement, en réalité, la réduction des coûts de construction et d'opération des bâtiments. Ils notent qu'il n'existe aucun impact réel sur la performance organisationnelle des entreprises, et même que les aires ouvertes et partagées réduisent la productivité des employés et leur collaboration.

La MDD n'a pas échappé à cette tendance, les concepteurs ayant proposé une combinaison équilibrée d'aires de travail ouvertes, de quelques espaces partagés et d'un minimum de bureaux fermés. Dans ce cas, le pari a bien fonctionné. En ce qui concerne le confort, le bien-être et la productivité, les résultats sont positifs. La plupart des employés sont satisfaits de l'éclairage, de la qualité de l'air et du niveau d'intimité visuelle. Ils sont aussi généralement satisfaits des niveaux de confort acoustique. De plus, il y a à la MDD un degré assez satisfaisant concernant l'intimité des bureaux grâce au mobilier muni de cloisons. Plus important à noter, ceux qui travaillent en aires ouvertes ont les mêmes niveaux de productivité et de bien-être que ceux confinés en bureaux fermés. Même à l'ère des Facebook et Google, les aires ouvertes avec mobilier muni de cloisons constituent toujours un compromis désiré entre les approches de *hot-desking* et de bureaux fermés traditionnels. On apprend aussi que certains aspects méritent une attention particulière de la part des concepteurs de ces aires ouvertes. Ceux-ci doivent s'intéresser au contrôle de l'éclairage, au débit de l'air et de la température, à la disponibilité d'espaces pour les appels et les rencontres confidentiels, au bruit distrayant et à la personnalisation des espaces de travail. Ces facteurs jouent un rôle fondamental en matière de satisfaction et de performance des employés.

Il existe souvent plusieurs écarts entre la performance anticipée des bâtiments durables et leur performance réelle post-construction. Il en va de même pour les attentes du client versus les véritables impacts des bâtiments dits « verts » sur les occupants. Comment réduire ces écarts ? Comment savoir si la conception du bâtiment conduit effectivement à des impacts positifs une fois celui-ci occupé ? Et comment éviter de répéter des erreurs de conception, alors que chaque projet est unique ?

Ces trois questions ont motivé la **Chaire Fayolle-Magil Construction en architecture, bâtiment et durabilité** et l'organisme **Équiterre** à réaliser en 2018 un projet de recherche conjoint. Il s'agit plus précisément d'une étude post-occupation « architecturale » et fonctionnelle du bâtiment de la **Maison du développement durable** ou MDD. Rappelons que lors de son ouverture en 2011 en plein Quartier des spectacles de Montréal, la MDD était considérée comme l'un des bâtiments les plus durables au Canada. Nous avons exploré dans quelles mesures certains de ses aspects fonctionnels et architecturaux répondaient aux attentes des acteurs, notamment celles de l'organisme de la MDD à titre de client, opérateur et occupant de l'immeuble. La mission que nous nous étions donnée était très ambitieuse (voir le rapport complet : <https://equiterre.org/publication/etude-post-occupation-de-la-maison-du-developpement-durable-la-performance-des-batiments>), nous avons donc concentré nos efforts sur quatre dimensions considérées plus critiques : 1. le confort, le bien-être et la productivité des employés ; 2. la performance du système de ventilation novateur adopté ; 3. l'adaptabilité des espaces aux besoins futurs ; et 4. l'efficacité des espaces de location du bâtiment. Que nous apprend le cas particulier de la MDD ?

Les planchers surélevés à ventilation intégrée : une solution à la hauteur des attentes ?

Les systèmes de planchers surélevés à ventilation intégrée sont perçus depuis quelques années comme une stratégie innovante et durable. Ils offrent, en théorie, quatre avantages. En premier lieu, ils permettraient un apport d'air de meilleure qualité. Provenant du sol, l'air frais montant produirait un phénomène de stratification de l'air permettant aux contaminants de s'élever au-dessus du niveau d'occupation de l'espace. Deuxièmement, ils contribueraient au confort des usagers grâce à un meilleur contrôle du débit d'air par des diffuseurs situés au plancher, et dans le cas de la MDD, également de la température. Troisièmement, ils offriraient une meilleure efficacité énergétique que les systèmes conventionnels par le plafond grâce à une alimentation en air moins préclimatisée et à une force motrice plus faible. Enfin, ils faciliteraient les réaménagements intérieurs des espaces.

Un tel système a été adopté à la MDD, mais avec une stratégie mécanique novatrice censément plus performante en matière de confort. Plutôt que l'alimentation en air par gaine simple à une seule température, les concepteurs ont opté pour un système de ventilation double gaine. Alimentés par géothermie, l'air froid et l'air chaud se combinent dans des boîtes de mélange pour offrir une température optimale. Alors qu'on a ici misé sur le confort optimal des usagers, les résultats sont peu concluants.

Pour sa part, la qualité de l'air est très bonne à la MDD. Mais elle ne résulte pas du système de planchers à ventilation intégrée, ce dernier ne performant pas sur le plan de la stratification des contaminants. Elle résulte plutôt d'une bonne stratégie mécanique grâce à un excellent apport d'air neuf et à une filtration performante.



Quant au confort thermique, 57 % des occupants en sont satisfaits ou très satisfaits. Plusieurs employés (en particulier des femmes), soulignent avoir froid tant en été qu'en hiver. Comment lire ces résultats? Le verre est-il à moitié plein ou à moitié vide? La réponse n'est pas simple. Alors que ces résultats pourraient être acceptables pour un bâtiment avec un système mécanique conventionnel, ils ne le sont pas pour la MDD, laquelle est dotée de ce que les ingénieurs désignent comme « la Cadillac » des systèmes de ventilation. On aurait été en droit de s'attendre à mieux. Nous pouvons donc conclure que « le retour sur l'investissement » en termes économiques et non économiques n'a pas été entièrement atteint.

De plus, il y a raison de croire que les éventuelles économies en énergie que promet la ventilation par le plancher sont partiellement ou entièrement éclipsées par le système de ventilation double gaine, qui s'avère énergivore. Enfin, en ce qui a trait à la facilité de réaménagements intérieurs, le système simplifie la reconfiguration des aires de bureaux au sein d'un même espace locatif, mais il rend difficile les réaménagements des espaces ayant des cloisons dalle à dalle.

La MDD a privilégié le confort et le bien-être des occupants et cela implique trois compromis. Premièrement sur les coûts, car les planchers surélevés et le système de ventilation double gaine sont plus dispendieux que les systèmes conventionnels. Deuxièmement en matière d'énergie intrinsèque, car les planchers surélevés impliquent l'ajout de matériaux de construction qui accroissent les émissions de CO₂ (même si l'on évite les plafonds suspendus dans certaines zones). Et enfin, en matière de performance énergétique, qui est probablement moindre que ce qui aurait pu être atteint avec une autre solution.

L'adaptabilité du bâtiment : des compromis environnementaux et économiques

On sait aujourd'hui que l'impact du cadre bâti sur l'environnement est énorme. Environ 40 % de la consommation totale d'énergie et 30 % des émissions de gaz à effet de serre proviennent du secteur de la construction. Dans ce contexte, la rénovation d'immeubles de bureaux a un impact de plus en plus important, non seulement sur l'économie, mais aussi sur l'environnement, contribuant à des milliards de tonnes de déchets par année. Il devient évident que les nouveaux bâtiments doivent permettre l'adaptation des espaces aux besoins futurs des occupants.

En ce sens, la MDD a ses propres avantages et inconvénients. Même si pour certains aspects le bâtiment est facile à réaménager, d'autres (incluant son emplacement et le choix de réduction de la place de la voiture) rendent les modifications difficiles. Certes, la question de l'adaptabilité a été abordée pendant les charrettes de conception. Mais elle n'a pas été complètement développée et aurait mérité des discussions plus approfondies. Le bâtiment nous éclaire, toutefois, sur la réalité de la rénovation des édifices à bureaux à l'ère actuelle.

La Maison du développement durable située dans le Quartier des spectacles à Montréal.
Photo : Maison du développement durable

On sait aujourd'hui que l'impact du cadre bâti sur l'environnement est énorme. Environ 40 % de la consommation totale d'énergie et 30 % des émissions de gaz à effet de serre proviennent du secteur de la construction.

Étant donné qu'une grande partie de notre parc immobilier est déjà construit et devra être rénové, les avantages et les inconvénients des nouvelles tendances en aménagement corporatif devront être considérés. Les approches *hot-desking* et ouvertes impliquent souvent la densification des espaces. Les clients et les concepteurs visent sans arrêt à avoir plus de travailleurs dans moins d'espace. Or, les défis à cette approche sont multiples, particulièrement dans les bâtiments existants et anciens. N'oublions pas que les dimensions et quantités de plusieurs composantes des bâtiments sont tributaires de la charge d'occupants selon le Code de construction, tels les issues et leurs accès, le système de ventilation et les sanitaires. Plusieurs bâtiments existants peuvent être déjà à saturation par l'incapacité de certaines de leurs composantes à absorber une charge d'occupants supplémentaire. La pression du marché pour la densification des espaces exigerait donc des opérations coûteuses pour les propriétaires d'immeubles existants dont certaines composantes sont déjà à pleine capacité.

Mais les défis de la densification sont tout aussi importants pour les bâtiments neufs comme la MDD. À l'ère de la densification des espaces ouverts, les standards traditionnels pour calculer le nombre d'ascenseurs et la taille de certaines composantes deviennent rapidement obsolètes. De plus, prévoir en amont pour une charge d'occupants additionnelle signifie de surdimensionner les composantes et systèmes. Ces surdimensionnements peuvent avoir un impact énorme dans le cas d'un bâtiment en hauteur, du fait de leur multiplication par le nombre d'étages où ils se répètent. Enfin, le surdimensionnement exige des coûts d'immobilisation plus importants. Propriétaires et gestionnaires immobiliers doivent donc trouver de plus en plus souvent des compromis entre les coûts de construction, les rendements financiers et les coûts environnementaux sur le long terme. Privilégier l'adaptabilité en amont exige des compromis, ainsi qu'une claire compréhension de ses possibilités et de ses limites.

Le bâtiment a été conçu suivant d'autres valeurs : offrir un milieu de travail de haute qualité, créer un pôle d'innovation, créer une synergie entre les occupants et inspirer le secteur de la construction.



Espace de circulation,
Maison du développement durable.
Photo : Maison du développement durable



Une question d'éthique

Dans les projets de bâtiments écologiques, les clients et les équipes de conception prennent souvent des risques en intégrant des systèmes dont les performances réelles ne sont pas connues. Il existe donc dans ce cas un niveau de risque plus élevé que dans les projets conventionnels. Mais n'oublions pas que dans le domaine du bâtiment, il n'existe pas de solutions optimales applicables à tous les projets. Les solutions ne peuvent satisfaire que certaines personnes à certains moments. Elles sont également hautement contextuelles, répondant à des contraintes propres à chaque projet. Les donneurs d'ouvrage sous-estiment parfois ces facteurs et cherchent à tout prix à mesurer la performance de leurs bâtiments aux standards de l'industrie, faisant appel à des certifications et à des normes généralisées dans le secteur de la construction.

Parfois, les objectifs de développement durable et de performance énergétique peuvent entrer en conflit, des tensions émergent entre plusieurs objectifs. Par exemple, le choix de prioriser le bien-être des occupants peut nuire à d'autres aspects, tels que l'efficacité d'occupation. Dans ces cas, il est impératif que les acteurs du projet s'entendent sur une définition claire des priorités et des valeurs qui doivent guider la solution finale. Toute décision de conception (même celles sous-jacentes à la quête de réponses plus « vertes ») produit des conséquences favorables et moins favorables. La compréhension de ces conséquences est primordiale pour une prise de décision responsable. Il faut aussi se rappeler que les performances techniques d'un bâtiment ne sont pas cumulatives. En réalité, elles interagissent de façon complexe. Un sous-système qui est hautement performant individuellement (par exemple un système d'enveloppe) peut ne pas toujours l'être dans l'interaction avec d'autres composantes et systèmes du bâtiment. Dans un secteur qui privilégie de plus en plus les certifications de type « *check list* », la compréhension de ces interactions devient fondamentale.

Notons également que les concepteurs et les entrepreneurs négligent trop souvent l'importance de transférer correctement le bâtiment à l'opérateur, une fois celui-ci construit. Avec la complexification des systèmes mécaniques, il devient de plus en plus difficile pour les opérateurs de maintenir la performance de leurs bâtiments. Les immeubles deviennent parfois moins performants, souvent par simple méconnaissance des seuils de performance définis à la conception et à la hauteur desquels le bâtiment a été planifié. Le manque de continuité entre les phases de conception, de construction et d'opération est aujourd'hui l'une des lacunes les plus importantes dans la réalisation de bâtiments durables.

Enfin, le projet de la MDD a priorisé avant tout l'être humain. Il s'agit d'une décision juste, non seulement pour sa dimension éthique, mais aussi par son impact positif sur la performance des organisations qui y travaillent. Cette expérience témoigne que le facteur humain ne doit pas être sous-estimé dans la conception de bâtiments écoresponsables. N'oublions pas qu'une personne passe en moyenne 90 000 heures de sa vie au travail. La conception des espaces de qualité est aujourd'hui un facteur essentiel dans la poursuite de la responsabilité sociale et environnementale de notre société. —



Transport actif
encouragé.
Photo : Maison du
développement durable

Est-il vraiment possible d'être à la fois « vert » et « efficace » en matière d'espace ?

La question de l'efficacité des espaces est fondamentale pour les promoteurs et les gestionnaires immobiliers. Dans une industrie avide de standards (pensons à BOMA, ASHRAE, LEED et autres), les spécialistes font appel au facteur « espace locatif/utilisable » comme barème de conception ainsi que pour calculer le montant des frais que chaque locataire doit payer dans un immeuble de bureaux. Suivant ce facteur, les locataires paient non seulement pour les aires qu'ils occupent, mais aussi pour une partie des aires communes dont ils profitent (corridors, salles mécaniques, vestibules et autres). Dans un marché compétitif, plus le facteur sera bas, plus satisfaits seront ceux qui gèrent les finances. Mais les bâtiments verts présentent leurs propres défis en matière d'efficacité des espaces.

Certains experts estiment qu'un bâtiment LEED peut être jusqu'à 6 % moins efficace en matière d'occupation. Ils déplorent que l'approche à la surmécanisation des immeubles « durables » vienne avec un prix. Les équipements mécaniques adoptés pour atteindre la performance écologique requièrent parfois davantage d'espaces construits non dédiés à la location, tout en produisant une empreinte écologique. Efficacité et durabilité sont-elles donc en irréconciliable opposition ?

Pas nécessairement. Il faut mettre le facteur locatif/utilisable en perspective. En général, le standard de l'industrie ne prend pas suffisamment en compte les aspects « humains ». Son objectif est d'augmenter les revenus des promoteurs et des gestionnaires immobiliers. À la MDD, ce facteur (1,35) est plus élevé que celui d'un bâtiment conventionnel (1,20). Mais les raisons sont légitimes. Premièrement, le bâtiment est érigé sur un terrain exigu. Deuxièmement, le client a opté pour un nombre d'étages en deçà de ce que la réglementation permettait. Enfin, beaucoup d'espaces sont dédiés aux équipements mécaniques et aux salles de conférence qui sont partagées entre les locataires. La rentabilité dans la location des bureaux est certes importante à la MDD. Mais le bâtiment a été conçu suivant d'autres valeurs : offrir un milieu de travail de haute qualité, créer un pôle d'innovation, créer une synergie entre les occupants et inspirer le secteur de la construction. En ce sens, ce n'est pas un immeuble de bureaux conventionnel et il ne peut dès lors être comparé à un bâtiment réalisé par un promoteur immobilier aux objectifs de rentabilité maximale. La MDD a donc des espaces de grande qualité, dont un atrium pleine hauteur, son taux d'inoccupation est nul, et elle consomme environ 17 % moins d'énergie qu'un bâtiment conventionnel. Les frais d'exploitation de ce bâtiment sont ainsi difficilement comparables à ceux des promoteurs traditionnels. Il y a lieu de questionner la pertinence des standards actuels dans le cas des bâtiments écologiques et de ceux de « l'économie de partage ».