

Des bâtiments verts et intelligents pour la santé globale et l'action sur les changements climatiques

Une vision numérique intégrée pour la transformation durable du milieu bâti

Mémoire déposé dans le cadre de l'étape 1 de la
Consultation publique de la SQI sur le Bâtiment vert et intelligent (BVI)

André Potvin, MArch. PhD^{Cambridge}
Directeur scientifique de la Table de concertation en développement durable de l'Université Laval
Professeur titulaire École d'architecture

Université Laval



Contexte

L'Université Laval est engagée activement depuis plusieurs années dans l'action sur les changements climatiques et la santé des populations. Dans le cadre de sa nouvelle Vision de développement durable bâtie autour des ODD (Objectifs de développement durable des Nations Unies), l'Université désire accélérer la transformation durable de nos sociétés. Par une démarche intégrée favorisant l'approche participative et un partenariat avec les communautés et acteurs de la gouvernance, l'université Laval traduit sa mission d'enseignement et de recherche dans l'aménagement des milieux de vie. Dès 2015, elle s'est dotée d'un ambitieux plan de lutte aux changements climatiques et est devenue la première université carboneutre au Québec.

Grande université d'enseignement supérieur et de recherche, l'Université Laval est animée par un esprit d'innovation et par la recherche de l'excellence. Référence pour ses partenaires autant que source d'inspiration, ouverte sur le monde et chef de file dans la francophonie, elle rassemble les forces du changement au coeur de l'effervescence universitaire de la ville de Québec. L'Université Laval compte quelque 55 000 étudiants dans plus de 500 programmes d'études. Elle compte plus de 275 centres, chaires, instituts et autres regroupements de recherche, dont l'Institut environnement, développement et société et le nouvel Institut intelligence et données dédié à l'intelligence artificielle et la valorisation des données. Les sommes investies en activités de recherche et création, en 2019, s'élevaient à 401 M\$, la classant au 7e rang parmi les plus grandes universités de recherche au Canada. Un financement record de 4,4M\$ a récemment été accordé à des entreprises émergentes accompagnées par Entrepreneuriat Laval, incubateur local qui se distingue à l'échelle internationale. L'Université Laval se classe au 41e rang mondial de Times Higher Education pour sa capacité à transformer le monde.

Le 15 février dernier, la ministre responsable de l'Administration gouvernementale, Mme Sonia LeBel, et le ministre délégué à la Transformation numérique gouvernementale, M. Éric Caire, lançaient une consultation publique visant à enrichir la démarche gouvernementale en matière de bâtiment vert et intelligent (BVI). Cette consultation offre une occasion privilégiée pour l'Université Laval, en tant qu'institution d'enseignement supérieur, de contribuer à l'atteinte des objectifs que s'est donnés le gouvernement du Québec en matière de réduction des émissions de GES par une vision numérique intégrée pour accélérer la transformation durable du milieu bâti. Des bâtiments verts et intelligents contribueront à la santé globale des populations et l'action sur les changements climatiques.

Ce mémoire rassemble les constats et recommandations de chercheurs de l'Université Laval et de ses partenaires associés à de nombreux projets de recherche dans le domaine de l'aménagement durable, des bâtiments verts et des données numériques. La première partie présente l'effet multiplicateur des BVI sur la santé globale et la carboneutralité, la deuxième partie présente le processus de conception intégrée comme condition aux BVI, la troisième partie synthétise les applications du numérique dans les BVI et la quatrième partie conclut sur nos recommandations pour le déploiement et la mise en oeuvre durable des BVI.

1. BVI_santé globale et carboneutralité

Les BVI occupent une place privilégiée dans la réponse urgente aux défis climatiques, sanitaires et économiques. Dans ce mémoire, les BVI réfèrent à une vision intégrée des bâtiments verts favorisant la santé et le bien-être des usagers tout en limitant les impacts négatifs sur l'environnement, mais aussi à l'intelligence du processus de réalisation et d'occupation des bâtiments dans une perspective d'optimisation continue des comportements des usagers et des stratégies passives de contrôle de l'environnement.

Une réponse durable à la dégradation de l'espace naturel passe par une meilleure information et une validation des données à toutes les échelles, de l'aménagement du territoire au comportement des usagers des bâtiments. Le BVI est le moyen le plus direct avec le minimum d'investissement pour atteindre nos ambitions climatiques et améliorer la santé durable des populations. Dans le contexte québécois, BVI constitue un véritable moteur d'innovation technologique en augmentant les normes de construction des bâtiments nouveaux et existants et en intégrant les comportements des occupants à la performance environnementale. Des bâtiments moins énergivores et sains, qui encouragent les comportements écoresponsables contribuent aussi à réduire les inégalités sociales et économiques.

Le développement des BVI est conditionnel à une réflexion sur l'ensemble des parties prenantes de l'écosystème de la construction des bâtiments : fabricants et fournisseurs de produits, sous-traitants spécialisés, entrepreneurs généraux, propriétaires privés et publics, architectes, ingénieurs, autres spécialistes, responsables de l'entretien et de l'exploitation, chercheurs et leurs chaires de recherches, utilisateurs (résident, visiteur ou travailleur) de ces bâtiments. De plus, une réflexion importante s'impose sur les modes d'appel d'offres tant pour les professionnels que pour les entrepreneurs généraux afin de favoriser la collaboration et l'innovation, deux ingrédients essentiels pour réaliser des bâtiments verts et intelligents optimisés et responsables. Il faudra de plus se donner le temps de bien faire les choses en accordant une période suffisamment longue au moment de la définition des besoins et de la conception, car ces étapes sont déterminantes sur les impacts tout au long du cycle de vie de nos bâtiments en incorporant les meilleures pratiques en termes de BVI. Ce mémoire désire aussi insister sur l'importance de bien définir de façon concrète ce que nous entendons par un bâtiment vert et intelligent, car sans cibles ou réglementations claires il sera impossible de prendre avantage de l'effet multiplicateur des BVI.

La figure 1 et le Tableau 1 complémentaire présentent l'effet multiplicateur des BVI sur les co-bénéfices sociaux, sanitaires, environnementaux et économiques en plus de la lutte aux changements climatiques. L'effet multiplicateur intègre toutes les échelles d'intervention du milieu bâti, de la ville aux bâtiments et des systèmes de contrôle de l'environnement à la production d'énergie. Seule l'optimisation de l'usage des ressources non renouvelables (espace, énergie, matériaux) de l'échelle macro à l'échelle micro, peut systématiquement réduire l'intensité énergétique du parc immobilier tout en augmentant la santé durable des populations et de l'environnement naturel. Cette optimisation transversale et longitudinale à différentes échelles nécessite le développement et la valorisation de l'information et des données de la performance du milieu bâti et des interactions avec les usagers.

Ville -Lors de la planification d'un nouveau quartier ou la requalification d'un quartier existant, des simulations microclimatiques permettent d'identifier la densité nette et perçue optimale pour couper la demande énergie et en ressources tout en assurant le droit au solaire des nouveaux bâtiments et des riverains par les variables robustes du milieu bâti telles que hauteur et empreinte au sol. Dans un contexte

nordique, cette densité juste entre bâti et espaces verts favorise la qualité de l'air, protection/exposition au vent et au soleil et les transports alternatifs en toute saison.

Bâtiments - Une densité juste permet la mise en œuvre de stratégies bioclimatiques telles qu'éclairage naturel, chauffage solaire passif et refroidissement passif s'inscrivant dans une approche négawatt où les kWh non utilisés en amont sont critiques dans l'effet multiplicateur pour la lutte aux CC. Combinées à un usage optimal de l'espace et des codes de constructions plus ambitieux, ces stratégies favorisent le bien-être physiologique et psychologique des occupants et leur productivité.

Systèmes – La diminution de la demande d'énergie d'exploitation et intrinsèque et des ressources par un aménagement urbain vert et des stratégies architecturales passives permet la spécification d'équipements électromécaniques optimisés d'une puissance réduite et très écoénergétiques.

Énergie -La multiplication des économies en amont sur la forme urbaine, l'architecture et les systèmes permet de répondre à la demande finale par l'intégration sur site des énergies renouvelables. Tout au long de ce processus longitudinal d'optimisation, simulations et rétroaction des performances potentielles par le numérique incluant le comportement des usagers sont des facteurs clés de succès pour atteindre le zéro énergie/carbone, voire un développement régénérateur de notre environnement.

Plus globalement, la collecte des données numériques intrinsèque aux BVI contribue à documenter les 232 indicateurs de suivi de performance d'au moins dix des 17 objectifs de développement durable des Nations Unies auxquels l'Université Laval s'est engagée de répondre ainsi que plusieurs grandes villes et industries québécoises :

Objectif 3 : Bonne santé et bien-être

Objectif 7 : Énergie propre

Objectif 8 : Travail décent

Objectif 9 : Industries, innovation et infrastructure

Objectif 10 : Inégalités réduites

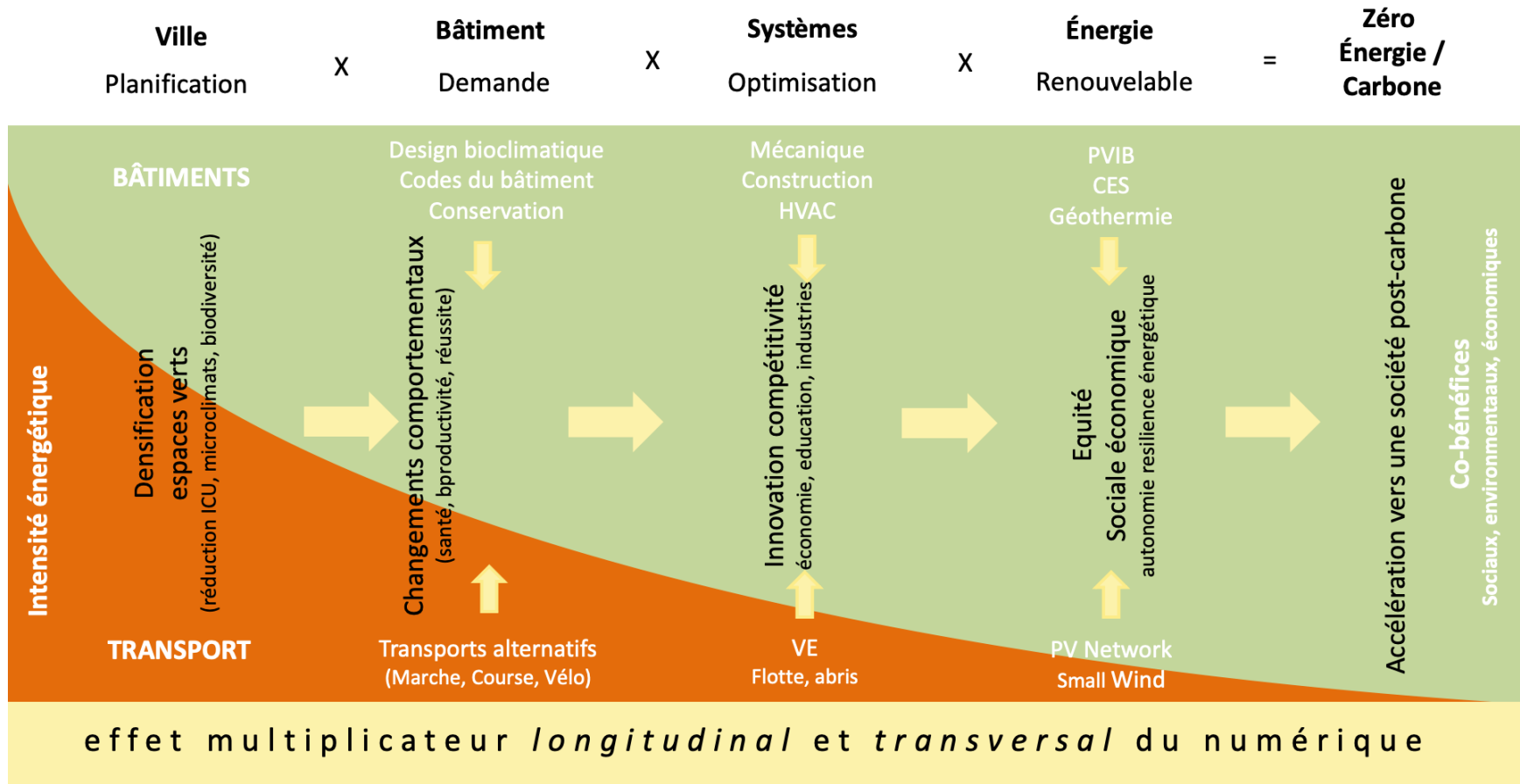
Objectif 11 : Villes et communautés durables

Objectif 12 : Consommation et production durable

Objectif 13 : Lutte aux changements climatiques

Objectif 15 : Écosystèmes terrestres (biodiversité)

Objectif 17 : Partenariats pour la réalisation des objectifs



Copyright © 2021 André Potvin

Figure 1 : Effet multiplicateur des BVI sur la santé globale et la carboneutralité

Tableau 1 : Effet multiplicateur des BVI sur la santé globale et la carboneutralité

| Ville X | Bâtiment X | Systèmes X | Renouvelables = | Zéro énergie/carbone |
|---|--|--|---|---|
| <p>Bâtiments verts Réduire la demande énergétique des villes par des investissements stratégiques à long terme dans les infrastructures vertes et numériques.</p> <p>Les villes abritent 81% des populations et se développent rapidement. Condition en amont essentielle pour la mise en œuvre de l'énergie solaire passive et du refroidissement, la qualité de l'air, la séquestration urbaine du carbone, la prévention des inondations et ICU.</p> | <p>Réduire la demande énergétique dans l'exploitation et la construction des bâtiments.</p> <p>Le secteur du bâtiment, sur l'ensemble de son cycle de vie, est le secteur le plus consommateur d'énergie et le plus émetteur de carbone. Les bâtiments représentent à la fois le problème et la solution à la fois le problème et la solution la plus directe à la carboneutralité puisque 75% seront neufs ou rénovés d'ici 2035.</p> | <p>Augmentation de l'efficacité énergétique des systèmes mécaniques et électriques et de fabrication.</p> <p>Le chauffage est le principal déterminant de la performance énergétique dans les climats froids avec une demande accrue de climatisation en raison des CC.</p> | <p>Répondre à la demande d'énergie résiduelle avec des sources d'énergie renouvelables sur site.</p> <p>Les ER sur site demeurent onéreuses avec un long retour sur investissement. L'optimisation énergétique des BVI permet de développer les ER minimales intégrées au bâtiment.</p> | <p>Consommation énergétique annuelle nulle et émissions de GES nulles.</p> <p>L'instauration de mesures BVI pour les bâtiments neufs et existants permettrait d'économiser de nombreux kWh pour l'électrification des transports, principal secteur québécois d'émissions de GES.</p> |
| <p>Bâtiments intelligents Prise de décision collaborative basée sur une information juste par les systèmes d'information géolocalisés (SIG) pour les paramètres de densité réelle et perçue et la morphologie urbaine en fonction de l'admission / protection des facteurs climatiques ambiants (soleil, vent, lumière et neige). Équilibre espaces verts (agriculture urbaine) et construits. Infrastructures énergétiques collectives telles CHP et échanges énergétiques exo/endo thermiques.</p> | <p>Codes de construction stricts pour la conservation de l'énergie tels que PassivHaus et Living Building Challenge. Stratégies bioclimatiques gratuites telles que l'éclairage naturel, le chauffage passif et la ventilation naturelle.</p> <p>Matériaux à faible énergie intrinsèque/ biosourcés. Optimisation par le BIM à toutes les étapes de production des bâtiments, du design, construction jusqu'à l'occupation.</p> | <p>Codes énergétiques rigoureux mettant l'accent sur les technologies de récupération de chaleur et d'énergie telles que PassivHaus. Interaction bâtiment-occupant documentée en temps réel par les technologies des objets connectés et le <i>Crowd sourcing</i>. Rétroaction/bidirectionnalité des informations pour transformation des comportements.</p> | <p>Dernier facteur essentiel de l'effet multiplicateur pour un environnement bâti zéro énergie, voire à énergie positive. Le numérique permet les modulations diurnes/nocturnes, les échanges flexibles entre producteurs locaux et HQ dans un réseau robuste et intégré. Les BVI peuvent alimenter en saison les véhicules électriques des particuliers.</p> | <p>Une intégration transversale et longitudinale de l'information et des données est la clé du evidence-based design, la collaboration interdisciplinaire et le codesign participatif. L'ambition zéro énergie/zéro carbone nécessite l'apport de toute l'intelligence des secteurs du bâtiment à l'aide d'un outil et d'un langage commun numérique.</p> |
| <p>Co-bénéfices BVI Une densification juste réduit l'effet d'îlot de chaleur urbain, optimise les microclimats, l'habitabilité et la biodiversité. Encourage les modes de transport alternatifs et les modes de vie sains.</p> | <p>Stratégies bioclimatiques favorisent un comportement écoresponsable, améliore la productivité / le bien-être, réduit l'absentéisme.</p> <p>Matériaux sains favorisent santé et qualité architecturale réelle et perçue.</p> | <p>Systèmes efficaces avec un court retour sur l'investissement qui réduisent leur puissance et leur besoin d'espace. Réduit la maintenance, mais renforce les compétences de la main-d'œuvre. Favorise la croissance de l'innovation et compétitivité.</p> | <p>Les ER intégrées aux bâtiments réduisent les impacts environnementaux et favorisent l'autonomie énergétique des habitants pour une équité sociale et économique accrue.</p> | <p>Accélération de l'industrie à faire la transition vers une économie sobre en carbone et une société post-carbone. Développement de la souveraineté des données locales.</p> |

2. BVI_processus de conception intégrée

La figure 2 illustre les six étapes et les acteurs fondamentaux du processus de conception intégrée. Le partage de l'information et des données est critique pour l'intelligence du projet et l'optimisation de la performance pour le bien-être et la santé des occupants ainsi que le contrôle des impacts négatifs sur l'environnement.

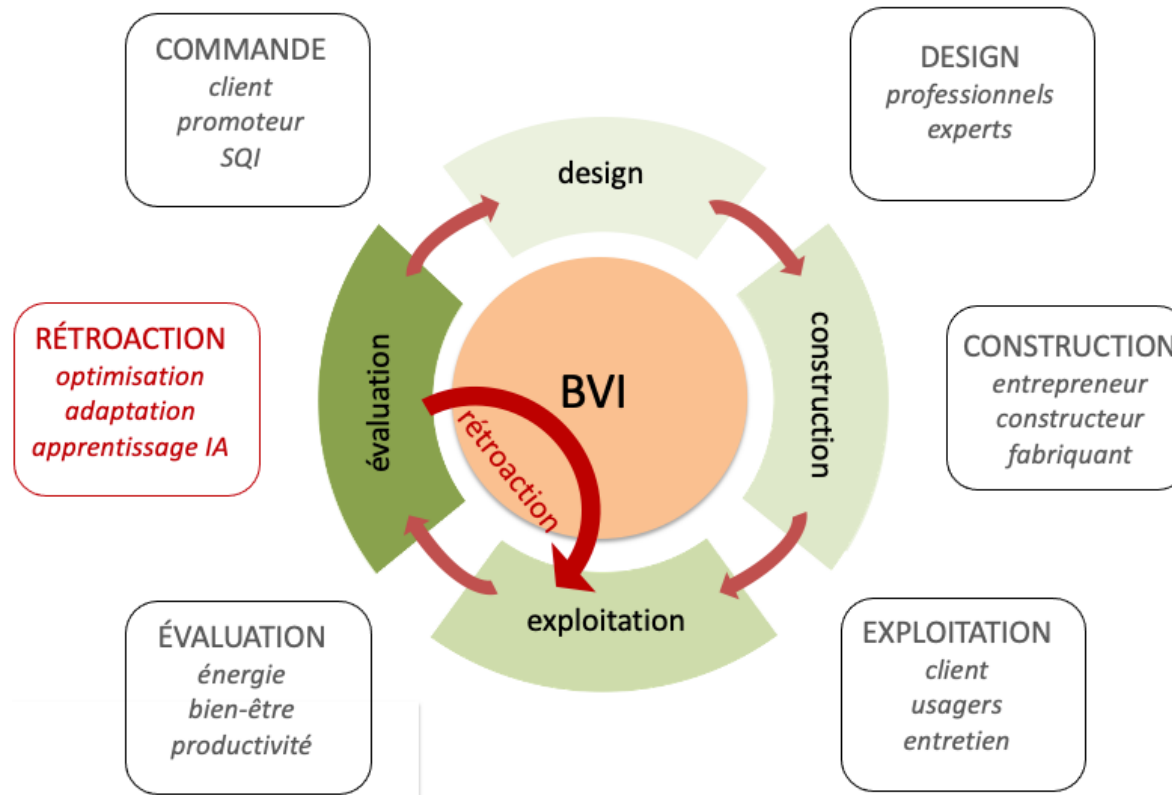


Figure 2 : Les six étapes du processus de conception intégrée et de la rétroaction comme condition aux BVICommande.

Lors de la commande d'un nouveau bâtiment ou la requalification d'un bâtiment existant, le maître d'œuvre doit exiger une approche de conception intégrée en utilisant le BIM comme outil commun de communication et de co-design à toutes les étapes de réalisation, du design à l'exploitation. Une importante révision des processus d'appel d'offres actuels, de partage des risques et du temps accordé à l'équipe de projet devra être réalisée afin de faciliter la pénétration des BVI dans les pratiques actuelles. Le maître d'œuvre doit instaurer une structure de gestion intelligente, à la fois souple et analytique, pour accompagner l'équipe de conception dans l'optimisation des impacts positifs sur la santé durable des populations. Cette structure doit aussi permettre de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement en termes de ressources et d'énergie et assurer l'atteinte de la carboneutralité.

Design : Les professionnels du bâtiment en collaboration avec tous les acteurs du projet exploitent le codesign en mode *evidence-based* en accompagnant chacune des itérations du projet de simulations numériques sur l'ensemble du cycle de vie. Ces simulations informent toutes les catégories d'impact sur l'eau, la santé, la production de GES et sur la biodiversité. Les premières décisions étant les plus importantes dans l'effet multiplicateur, le BIM joue ici un rôle primordial pour assurer l'atteinte des objectifs de santé durable et de carboneutralité identifiée à la commande.

Construction : La préfabrication numérique permet une optimisation de toute la chaîne de production des assemblages et de l'érection du bâtiment sur le site. Les nouveaux matériaux doivent prioritairement privilégier des ressources renouvelables locales telles que le bois doivent être privilégiés pour leurs avantages écologiques et leurs retombées socio-économiques directes. Le BIM permet une optimisation rapide par prototypage du design à la production et évite de nombreuses erreurs de chantier coûteuses en temps, matériaux et santé-sécurité des travailleurs.

Exploitation : L'usage réel du bâtiment constitue l'étape la plus incertaine de la performance du bâtiment. Bien que les simulations permettent un éventail de profils d'occupation et de niveaux d'écoresponsabilisation des usagers, le comportement humain demeure non-déterministe et ne peut être mesuré qu'in situ. L'optimisation du comportement des usagers et des systèmes actifs de contrôle environnemental grâce au mesurage numérique et l'éducation des usagers, exigée dans les plus sévères systèmes d'accréditation environnementale (BREAM et LBC) permettent d'atteindre la cible ambitieuse net zéro énergie/carbone.

Évaluation : Les évaluations post-occupationnelles (EPO) à l'aide de questionnaires en ligne et de mesurages en temps réels des principaux signes vitaux du bâtiment doivent être systématiquement exigés pour tous les bâtiments existants et nouveaux du parc institutionnel québécois. Les nouvelles technologies des objets connectés permettent des EPO peu invasives informant le gestionnaire sur les anomalies et les mesures correctives nécessaires pour optimiser la performance du bâtiment.

Rétroaction : Cette dernière étape du PCI est essentielle à l'accélération des bonnes pratiques dans les BVI et ne peut exister qu'avec l'aide des technologies numériques. La rétroaction permet non seulement la correction des anomalies identifiées grâce aux EPO, mais leur évaluation en temps réel pour le développement d'algorithmes d'occupation de l'espace par l'apprentissage machine (AI). La tenue d'un registre québécois des EPO et des performances réelles versus prévues permettrait d'accélérer l'émulation 'ludique' du secteur du BVI et des comportements écoresponsables des usagers.

3. BVI_synthèse des applications du numérique

Le Tableau 2 synthétise les différentes applications du numérique dans l'effet multiplicateur sur la santé et la carboneutralité aux six grandes étapes de réalisation des BVI.

Tableau 2 : Applications du numérique dans les BVI

| | Villes | Bâtiments | Systèmes | Énergie | Net/zéro énergie_carbone |
|---|--|--|---|--|--|
| Commande (cibles et suivis) | Usage de l'information géospatiale pour analyse et diagnostic des indicateurs urbains. | Exigence du BIM pour viser des cibles ambitieuses de performance. | Exigence du BIM pour optimiser les systèmes électromécaniques. | Identification des cibles et potentiel des renouvelables pour le projet. | Identification des cibles ambitieuses, mais réalistes en énergie et émissions GES pour le projet. |
| Co-Design (conception intégrée) | Simulations des impacts sociaux, économiques et environnementaux des nouveaux développements. Relevés LIDAR existants. | Simulations par itérations des impacts énergétiques des choix constructifs. Relevés LIDAR existants. | Simulations en continu de l'intensité énergétique des propositions de design en mode optimisation. | Simulations du potentiel des renouvelables à répondre à la demande énergétique. | Simulations des différents scénarios menant au net zéro/carbone voire énergie/carbone positif ou régénérateur. |
| Construction (fabrication numérique) | Mesurage des impacts des activités de construction sur l'environnement naturel et humain. Surveillance chantier. | Optimisation énergétique par fabrication/prefab numérique par BIM. Prévention de la santé et sécurité des travailleurs. Surveillance chantier. | Optimisation de l'intégration des systèmes au bâtiments par BIM. Surveillance chantier. | Mesurage et documentation de l'énergie intrinsèque des matériaux et assemblages renouvelables. | Documentation et démonstration de la part du contenu énergétique et carbone de la construction par rapport à exploitation. |
| Exploitation (collecte et mesurage des données in situ) | Collecte des données de la ville en usage. <i>Crowdsourcing</i> . | Collecte de données sur l'usage des stratégies passives de contrôle environnemental. | Collecte de l'usage des stratégies actives (mécaniques) de contrôle environnemental. | Collecte des consommations en énergie, eau, production des déchets. | Idem étape construction. |
| Évaluation (enquêtes en ligne) | Satisfaction géospatialisée des usagers des infrastructures urbaines, espaces publics. | Satisfaction globale du confort, productivité, bien-être des usagers. Fonctionnalité du bâtiment. | Satisfaction du confort thermique, visuel, acoustique, olfactif (QAI) et respect normes et standards. | Mesurage de l'impact des comportements coresponsables sur les performances du bâtiment. | Démonstration (tableau de bord) des performances du bâtiment et satisfaction en temps réel des occupants. |
| Rétroaction (analyse et optimisation) | Ajustement de l'offre des services en infrastructure aux usagers et mesurage. | Modification d'aménagement et/ou espace et mesurage. | Ajustement continu des systèmes électromécaniques en fonction des usages réels. | Information aux usagers de leur impact sur la performance du bâtiment. | Émulation des usagers pour adopter des comportements écoresponsables. |

4. BVI_recommandations

Nous suggérons cinq recommandations principales pour une mise en œuvre stratégique des BVI s’articulant autour de cinq axes d’intervention et d’objectifs précis (Tableau 3). Pour chacun de ces axes, le gouvernement, par l’intermédiaire de son bureau de la Transformation numérique et en collaboration avec ses partenaires privés et publics devra mettre en œuvre diverses mesures pour assurer l’implantation durable des BVI dans le secteur du bâtiment québécois.

Tableau 3 : Recommandations et objectifs spécifiques pour l’implantation durable des BVI

| R1-économie Favoriser le développement économique du Québec | R2-climat Agir sur les changements climatiques | R3-santé Assurer la santé globale des occupants et de l’environnement | R4-formation Accélérer le développement des connaissances | R5-démonstration Démontrer les bénéfices des BVI |
|--|--|--|--|---|
| Axe 1 Engagement gouvernemental à l’exemplarité | Axe 2 Réglementation multiscale intégrée | Axe 3 Recherche et innovation | Axe 4 Formation et soutien technique | Axe 5 Rayonnement et positionnement internationaux |
| Objectif 1 Accentuer la conception intégrée BIM dans les bâtiments financés par le gouvernement | Objectif 3 Lier la nouvelle Stratégie d’urbanisme et d’aménagement des territoires à celle des BVI | Objectif 5 Soutenir de nouvelles initiatives de recherche et de développement en technologie des BVI | Objectif 7 Développer les compétences des professionnels et technologues de la construction | Objectif 8 Démontrer les co-bénéfices des BVI sur la santé globale des populations et de l’environnement |
| Objectif 2 Documenter les retombées économiques, sociales et environnementales des BVI et la compétitivité accrue des entreprises | Objectif 4 Implanter des réglementations et codes plus exigeants dans les bâtiments existants et nouveaux | Objectif 6 Exiger des évaluations post-occupationnelles à tous les projets financés par le gouvernement | Objectif 8 Élargir la formation continue des professionnels et de la main-d’œuvre de l’industrie de la construction | Objectif 9 Créer un centre de veille des performances réelles des BVI en <i>crowd sourcing</i> pour rétroaction continue et émulation du secteur |

5. Conclusion

En participant à cette consultation publique, l'Université Laval souhaite réitérer que les établissements d'éducation supérieure sont des acteurs clés pour améliorer la santé globale des populations et de l'environnement et l'action sur les changements climatiques. Les universités constituent des incubateurs de solutions pour tester des approches innovantes au regard de l'aménagement durable, voire régénérateur de notre environnement, par l'entremise des bâtiments verts et intelligents. L'Université Laval démontre son leadership à travers six démarches institutionnelles transversales liées aux BVI : développement durable, lutte aux changements climatiques, santé durable, engagement social, culture partenariale et entrepreneuriat responsable. Elle possède l'expertise interne et des partenaires stratégiques pour devenir un véritable laboratoire vivant des BVI au sein de son propre milieu de vie répondant aux recommandations et objectifs énumérés précédemment. La création d'un Centre national de veille sur les performances réelle des BVI apparaît comme une condition essentielle à la rétroaction et à l'émulation de ce secteur du bâtiment québécois. L'IEDS (Institut environnement, développement et société) et l'IID (Institut intelligence et données) par leurs approches complémentaires interdisciplinaires en développement durable et en intelligence artificielle constitueraient une solide fondation pour assurer l'implantation et le développement des BVI.

L'Université Laval croit que tous les leviers universitaires en formation, recherche et innovation ainsi que les leviers sociétaux devront être exploités afin d'optimiser la contribution des BVI à la santé globale et à la lutte aux changements climatiques. Les universités ont un rôle d'exemplarité à jouer et ont la capacité d'inspirer la société. En ce sens, l'Université Laval souhaite continuer de collaborer étroitement avec le gouvernement, ses partenaires et le créneau Accord BVI de Québec International dans le développement des BVI.

Signataires internes UL :

Matthew Hatvany, MSc., PhD, directeur intérim

Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société (IEDS)

<https://www.ihqeds.ulaval.ca/>

Carrefour de connaissances en développement durable, l'Institut EDS agit comme un catalyseur pour la recherche dans le domaine. Regroupant plus de 100 professeurs et quelque 330 étudiants de 2e et 3e cycles, sa démarche intégrée et interdisciplinaire favorise le dynamisme entre cinq axes de recherche multidisciplinaires: l'eau, la biodiversité, les changements climatiques, les villes et territoires et la gouvernance.

Linda Robitaille, BSc, MBA, Directrice administrative

Institut intelligence et données (IID) Linda Robitaille

<https://iid.ulaval.ca/>

L'Institut intelligence et données (IID) de l'Université Laval réunit les forces vives de la recherche et de l'innovation en intelligence artificielle et en valorisation des données de la grande région de Québec. De la recherche appliquée ou fondamentale, en passant par les grands enjeux éthiques, ses chercheurs membres, collaborateurs ou associés travaillent activement au développement aujourd'hui des méthodes, technologies et usages qui soutiendront le Québec de demain.

Claude Demers, MArch, PhD, Codirectrice

Groupe de recherche en ambiances physiques (GRAP)

<https://www.grap.arc.ulaval.ca>

Le GRAP propose une approche intégrée dans les domaines de l'architecture bioclimatique, la microclimatologie urbaine, le confort environnemental et les évaluations post-occupationnelles (EPO). Ses travaux de recherche fondamentale et appliquée visent à mieux comprendre qualitativement et quantitativement la complexité des ambiances physiques par le relevé in situ et les simulations analogiques et numériques propres à la conception architecturale.

Louis Gosselin, ing., PhD, Professeur et cochercheur

Réseau québécois sur l'énergie intelligente (RQEI)

<https://www.rqei.ca/>

Regroupement interuniversitaire et collégial de plus de 500 chercheurs et étudiants pour la recherche et le développement des systèmes véhiculaires verts et intelligents, la gestion intelligente des systèmes stationnaires et le stockage et conversion de l'énergie.

Geneviève Cloutier, MSc.Urb., PhD, directrice

Centre de recherche en aménagement et développement (CRAD)

<https://www.crad.ulaval.ca/>

Le CRAD est un milieu interdisciplinaire regroupant chercheurs et étudiants autour de 5 principaux enjeux liés à l'aménagement et au développement durables des espaces urbains et ruraux: les transformations de la ville, la viabilité des régions, le développement durable et la protection de l'environnement, la santé des citoyens ainsi que l'innovation et l'amélioration des pratiques.

Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB) *Pierre Blanchet, ing., PhD, titulaire*

<https://cincerb.chaire.ulaval.ca/>

La Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB) est une plateforme académique multidisciplinaire et intégrée, jumelée à un consortium industriel, qui œuvre sur tout le réseau de création de valeur du secteur de la construction, dans le but de développer des solutions écoresponsables, qui utilisent le bois pour réduire l'empreinte écologique des bâtiments.

Signataires externes UL

Martin Gougeon, directeur développement des affaires – Bâtiment vert et intelligent

Québec BVI <https://www.quebecinternational.ca/fr/quebec-bvi>

Québec BVI est un réseau d'affaires regroupant les acteurs du domaine du bâtiment vert et intelligent, concepteurs, manufacturiers ou autres, pour imaginer et façonner le futur de l'industrie du bâtiment. Il soutient l'expertise distinctive que possède la région de Québec et la positionne comme pôle d'excellence en matière de : bâtiments à faible empreinte écologique; bâtiments à faible consommation énergétique; produits architecturaux responsables; technologies innovantes pour les bâtiments.

Luc Jolicoeur, ing, MSc., DAP, PA LEED BD+C, Vice-président bâtiment

CIMA+ <https://www.cima.ca/>

CIMA+ est une firme pancanadienne d'ingénierie qui emploie 2 300 personnes, dont 400 professionnels et techniciens dédiés au secteur du bâtiment et à l'évolution des pratiques en matière de développement durable et de modélisation des données du bâtiment (BIM). Le « Guide d'ingénierie durable et responsable de CIMA+ » encadre les pratiques innovantes de l'entreprise en matière de protection de l'environnement, de résilience climatique, de performance énergétique et d'intelligence du bâtiment.

Guillaume Roy, Président

BWT <https://www.blackwaretech.com/>

Blackware Technologies travaille à numériser et automatiser les opérations du cycle transactionnel complet des entreprises de la verticale de la construction. Les efforts de transformation numérique favorisent l'adoption de technologies avancées comme les robots sur chantier, le IoT, l'impression 3D et l'intelligence artificielle.