

Identification des lacunes et défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque

RAPPORT DE L'ATELIER



DROITS D'AUTEUR

Ce rapport a été préparé par l'équipe Smart Structures et le laboratoire Sustainable Built Environment de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC), grâce à un financement reçu par l'intermédiaire du centre de durabilité de l'UBC, le Sustainability Hub. Le projet vise à identifier les lacunes et les défis liés à l'utilisation de la modélisation des informations du bâtiment (ou BIM, pour building information modelling) pour la comptabilisation du carbone intrinsèque et l'analyse du cycle de vie (ACV). Ce rapport présente les résultats d'un atelier sur l'Identification des lacunes et défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque, qui s'est tenu le 24 octobre 2024.

Assistants de recherche étudiants de l'UBC :

- Fan Xie, Faculté de génie civil
- Rojini Kathiravel, Faculté de foresterie
- Zhifan Liu, Faculté de foresterie

Project investigators:

- Tony Yang, Professeur, Faculté de génie civil
- Dr. Haibo Feng, Professeur assistant, Faculté de foresterie

Sustainability Hub partners:

- Megan Badri, Gestionnaire de recherche sur l'innovation urbaine
- Angelique Pilon, Directrice principale de l'UBC Sustainability Hub
- Carmen Wan, Spécialiste de programme

La photo de couverture de l'atrium intérieur en structure de bois du Centre des sciences forestières de l'Université de la Colombie-Britannique est une gracieuseté de Don Erhardt/ UBC Brand & Marketing.

REMERCIEMENTS

RECONNAISSANCE DU FINANCEMENT

Pour soutenir le mandat de recherche du Groupe consultatif sur la carboneutralité, ce projet a été réalisé avec le soutien financier du gouvernement du Canada. Le financement a été réalisé par le Fonds d'action et de sensibilisation pour le climat du Fonds pour dommages à l'environnement, administré par Environnement et Changement climatique Canada.

Ce projet a été réalisé avec l'appui financier
du gouvernement du Canada.

This project was undertaken with the financial support
of the Government of Canada.

The logo for the Government of Canada, featuring the word "Canada" in a serif font with a small Canadian flag above the letter "a".

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES ET COLLABORATEURS

Les auteurs tiennent à remercier les organisations suivantes pour leur précieuse contribution dans le projet et pour avoir généreusement partagé leur expertise et leur expérience :

- ZGF Architects Inc.
- HCMA Architecture + Design
- Conseil national de recherches Canada
- ReLoad Sustainable Design Inc.
- Athena Sustainable Materials
- Centre de développement durable de l'UBC (Sustainability Hub)
- Recollective Consulting
- CLF British Columbia (Carbon Leadership Forum), et
- Zero Emission Innovation Centre.

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Les opinions, recommandations et erreurs contenues dans le présent rapport n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'institution participante ou de l'Université de la Colombie-Britannique. Les commentaires fournis par les professionnels du bâtiment et les experts reflètent leurs points de vue et ne reflètent pas nécessairement la position officielle de leurs organisations respectives.

L'université de Colombie britannique est située sur le campus de l'UBC à Point Grey, sur le territoire traditionnel, ancestral et non cédé des x̱m̱əθḵ'əy̱əm (Musqueam). En tant que membres de la grande communauté de l'UBC, nous sommes des invités et des colons sur les territoires traditionnels, ancestraux et non cédés des nations x̱m̱əθḵ'əy̱əm (Musqueam), S̱kw̱x̱w̱ú7mesh (Squamish), Seḻíl'witulh (TsleilWaututh), et Syilx (Okanagan).

Dans la poursuite de nos objectifs en matière de développement durable, d'action climatique et de justice climatique, nous comprenons que la protection des droits de la personne est indissociable de la protection de l'environnement et du développement durable.



Pour citer ce rapport, veuillez utiliser la référence suivante :

UBC Sustainability Hub (2025). Identification des lacunes et défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque. Rapport d'atelier. Projet « Pathways to Net-Zero Embodied Carbon Buildings » (Vers des bâtiments à carbone intrinsèque net zéro). UBC Sustainability Hub.

Veuillez vous assurer d'indiquer « UBC Sustainability Hub » comme contributeur principal.

RÉSUMÉ

Le projet « **Identification des lacunes et défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque** » (Identifying Gaps and Challenges of Using BIM for Embodied Carbon Accounting), mené par l'équipe Smart Structures du département de génie civil et le Sustainable Built Environment Lab du département des sciences du bois de l'Université de Colombie-Britannique, visait à s'attaquer aux obstacles liés à l'intégration de la modélisation des données du bâtiment (BIM) dans la comptabilisation du carbone intrinsèque.

La première phase de ce projet comprenait une analyse documentaire et des entrevues avec des experts en BIM et en analyse du cycle de vie (ACV), qui ont servi à éclairer la conception de la deuxième phase, soit un atelier collaboratif tenu en octobre 2024. L'atelier a été animé par des chercheurs de l'UBC et a réuni 18 experts de diverses organisations dans le cadre de discussions et d'activités structurées, notamment des discussions de groupe sur les défis et l'élaboration de solutions. Les participants ont partagé leurs points de vue sur les complexités techniques et pratiques, ont exploré des solutions innovantes et ont identifié des mesures concrètes pour faire progresser l'utilisation du BIM dans les évaluations d'impact environnemental. Cet effort a mis l'accent sur la création d'une plateforme collaborative visant à favoriser des pratiques de construction efficaces et des solutions adaptées aux besoins uniques du Canada.

Le secteur du bâtiment au Canada représente 12 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) du pays, un chiffre qui pourrait atteindre 18 % si l'on tient compte des émissions de carbone intrinsèque (Environnement et Changement Climatique Canada [ECCC], 2024). Le carbone intrinsèque, principalement lié à l'extraction, la production des matériaux et la construction, contribue de manière significative aux émissions globales du Canada. Il est important d'en réduire les émissions grâce à l'utilisation de matériaux à faibles émissions de carbone, tels que les produits du bois, le béton à faibles émissions de carbone et l'acier recyclé, afin d'atteindre les objectifs de zéro émission nette du Canada d'ici 2050. La sélection des matériaux dès les premières étapes et l'utilisation d'outils tels que l'ACV et le BIM peuvent simplifier l'évaluation des impacts environnementaux et réduire le carbone intrinsèque. Cependant, des défis tels que le manque de données normalisées, l'intégration complexe du BIM et de l'ACV, et la réglementation limitée entravent les progrès.

Le projet « Les voies vers un carbone intrinsèque net zéro dans les bâtiments » (Pathways to Net-Zero Embodied Carbon in Buildings), dirigé par le Sustainability Hub de l'Université de la Colombie-Britannique, est un projet financé par le gouvernement fédéral qui identifie les défis liés à la mise en œuvre de politique sur le carbone intrinsèque tout en testant des solutions innovantes pour relever certains de ces défis. Un élément clé de ce projet était la recherche intitulée « Identification des lacunes et des défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque », qui visait à faire progresser l'intégration du BIM et de la comptabilisation du carbone intrinsèque au Canada. Cette recherche comprend deux phases :

La première phase a consisté en un travail de recherche visant à identifier les principales lacunes et les principaux défis liés à l'utilisation du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque.

La deuxième phase, qui s'appuie sur les conclusions de la première phase, a consisté à mobiliser les parties prenantes et à organiser des ateliers collaboratifs afin d'explorer des solutions aux défis identifiés.

L'un de ces ateliers, intitulé « **Atelier sur l'identification des lacunes et des défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque** », a réuni des professionnels du bâtiment afin d'élaborer des stratégies concrètes pour améliorer la comptabilisation du carbone intrinsèque à l'aide du BIM. Les résultats devraient orienter les recherches futures, éclairer les pratiques de l'industrie et renforcer les cadres visant à réduire le carbone intrinsèque dans le secteur de la construction au Canada.

Les principaux objectifs de l'atelier étaient les suivants :

- **Identifier les défis** : Mettre en évidence les obstacles à utiliser le BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque, notamment les inefficacités techniques, les problèmes de qualité des données et les défis liés au flux de travaux.
- **Développer des solutions** : Explorer des stratégies concrètes pour améliorer l'intégration de l'ACV et du BIM, en mettant l'accent sur les cadres politiques, le développement d'outils et les pratiques collaboratives.
- **Promouvoir la collaboration** : Faciliter cross-sector partnerships to share knowledge, align practices, and support the adoption of sustainable construction methods.
- **Améliorer l'éducation et la sensibilisation** : Sensibiliser les praticiens et les décideurs politiques à la comptabilisation du carbone intrinsèque et à son potentiel en matière de développement durable.

Les participants ont pris part à des discussions qui ont mis en évidence une série d'obstacles techniques, politiques et liés à l'adoption qui limitent actuellement la généralisation des flux de travaux BIM-ACV. Ces défis englobent des questions telles que l'interopérabilité des outils, la cohérence des données et l'absence de protocoles normalisés, ainsi que des obstacles systémiques plus larges comme l'inadéquation des politiques et l'insuffisance des mesures d'incitation financière. Outre l'identification de ces obstacles, l'atelier a exploré des solutions innovantes et des stratégies concrètes pour les surmonter, soulignant le rôle de la technologie, de la collaboration et de l'harmonisation des politiques dans la réalisation de progrès. Vous trouverez ci-dessous un résumé des principaux thèmes abordés lors de l'atelier.

1. Défis techniques :

- Mauvaise interopérabilité entre les outils BIM et ACV.
- Ensemble de données incohérentes et incomplètes, en particulier les bibliothèques de matériaux.
- Inefficacité des processus de travail, nécessitant des ajustements manuels des données.

2. Lacunes politiques et réglementaires :

- Absence de pratiques BIM normalisées et de mandats gouvernementaux pour l'intégration BIM-ACV.
- Mesures d'incitation financière insuffisantes pour l'adoption de pratiques durables.

3. Obstacles à l'adoption :

- Coûts élevés des logiciels et formation limitée des praticiens.
- Réticence à intégrer l'ACV dans les premières phases de la conception en raison de sa complexité et du manque d'outils.

4. Solutions et innovations :

- Potentiel de l'IA pour automatiser la structuration des données et améliorer les flux de travaux.
- Importance des bases de données centralisées pour les déclarations environnementales de produits (DEP) et l'analyse comparative.

Les participants ont également souligné la nécessité d'interventions politiques ciblées, d'avancées technologiques et d'initiatives visant à renforcer les capacités afin d'élaborer une approche cohérente et évolutive pour intégrer le BIM à la comptabilisation du carbone intrinsèque. Reconnaisant qu'aucune solution unique ne peut relever tous les défis, les discussions ont souligné l'importance d'aligner les cadres réglementaires, d'investir dans des outils numériques avancés et de favoriser la collaboration intersectorielle entre les principales parties prenantes, notamment les propriétaires de bâtiments, les promoteurs, les concepteurs, les entrepreneurs, les représentants des villes et les entités gouvernementales. Cette approche intégrée est essentielle pour permettre à l'industrie de la construction de réduire efficacement son empreinte carbone tout en atteignant les objectifs climatiques nationaux et mondiaux. Les principales recommandations formulées dans le rapport sont les suivantes :

1. Harmonisation des politiques :

- Le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux devraient rendre obligatoire l'intégration des flux de travaux BIM-ACV dans les codes du bâtiment pour les projets à grande échelle afin de normaliser les pratiques et de faire respecter les objectifs de durabilité.
- Les gouvernements à tous les niveaux devraient mettre en place des mesures d'incitation financière, telles que des subventions et des crédits d'impôt, afin d'encourager les promoteurs et les entrepreneurs à adopter des pratiques durables.

2. Progrès technologiques :

- Les développeurs de logiciels et les instituts de recherche devraient créer des outils basés sur l'IA afin de simplifier les flux de travaux, d'améliorer la précision des données et d'automatiser les processus complexes.
- Les associations professionnelles et les organismes de normalisation devraient investir dans des bibliothèques de matériaux centralisées et promouvoir des normes ouvertes telles que les Industry Foundation Classes (IFC) afin d'améliorer l'interopérabilité entre les plateformes.

3. Développement des compétences :

- Les établissements d'enseignement et les organisations professionnelles devraient mettre en œuvre des programmes de formation ciblés pour les concepteurs, les ingénieurs, les entrepreneurs et les décideurs politiques afin de développer leur expertise technique en matière de BIM et de pratiques relatives au carbone intrinsèque.
- Les groupes de défense et les organismes publics devraient sensibiliser le public à l'importance de l'impact du carbone intrinsèque et au rôle du BIM dans la réduction de ces émissions.

4. Structures collaboratives :

- Les acteurs industriels et les partenariats public-privé devraient renforcer la collaboration intersectorielle afin de permettre le partage des ressources, l'échange de connaissances et la résolution conjointe des problèmes.
- Les équipes de projet et les propriétaires devraient adopter des modèles de réalisation intégrée de projets (IPD) afin d'harmoniser les mesures incitatives destinées aux parties prenantes et de promouvoir des résultats axés sur la durabilité.

Les conclusions de l'atelier soulignent la nécessité cruciale d'adopter une approche collaborative et multipartite pour surmonter les obstacles à l'intégration du BIM dans la comptabilisation du carbone intrinsèque. Le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux doivent montrer la voie en établissant des mandats et des mesures d'incitation financière, tandis que les développeurs de logiciels et les professionnels de l'industrie ont un rôle essentiel à jouer dans l'avancement des technologies et des normes. Les établissements d'enseignement et les groupes de défense des intérêts devraient stimuler les efforts de développement des compétences, et les équipes de projet devraient adopter des cadres de collaboration afin d'harmoniser les objectifs de développement durable à toutes les étapes du processus de construction. En travaillant collectivement, ces parties prenantes peuvent faire en sorte que les efforts actuels permettent non seulement de réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi d'ouvrir la voie à un avenir durable et économiquement viable pour le secteur de la construction au Canada. L'atelier a mis en évidence les principaux obstacles et potentielles solutions, et il est prévu de publier les conclusions, de guider la mise à jour des politiques et de soutenir le projet Pathways. Les efforts futurs devront porter sur la compatibilité des outils, la qualité des données et les défis non résolus, notamment l'amélioration des modèles BIM à un stade préliminaire et les calculs du carbone biogénique, en collaboration avec des experts.

TABLE DES MATIÈRES

DROITS D'AUTEUR	2
REMERCIEMENTS	3
Reconnaissance du financement	3
Remerciements aux partenaires et collaborateurs	3
Clause de non-responsabilité	3
Reconnaissance du territoire	4
Ligne directrice sur l'attribution	5
RÉSUMÉ	6
GLOSSAIRE DE TERMES	11
ABRÉVIATIONS	12
CONTEXTE	13
INTRODUCTION	15
RÉSUMÉ DES DISCUSSIONS DU GROUPE DE TRAVAIL	17
Activité 1 : Identifier les défis	17
Activité 2 : Élaborer des solutions	24
DISCUSSION FINALE DE L'ATELIER	31
Défis et lacunes identifiés	31
Progrès technologiques et développement d'outils	32
Cadres de collaboration et mesures incitatives	32
RÉSULTAT CLÉ DE L'APPRENTISSAGE :	33
Aperçu des principaux éléments	33
Recommandations	33
Solutions proposées axées sur les politiques	33
Initiatives en matière d'éducation et de développement des compétences	34
PROCHAINES ÉTAPES	34
RÉFÉRENCES	35
ANNEXES	36

GLOSSAIRE DE TERMES

Analyse du cycle de vie (ACV) : Ensemble systématique de procédures permettant de compiler et d'examiner les intrants et les extrants de matériaux et d'énergie, ainsi que les impacts environnementaux associés, directement attribuables à un système de produits tout au long de son cycle de vie (CNRC, 2022).

Analyse du cycle de vie de l'ensemble du bâtiment (ACV du bâtiment) : Analyse du cycle de vie appliquée à l'échelle d'un bâtiment.

Carbone biogénique : carbone pouvant être produit par des processus naturels à partir d'organismes vivants, mais n'étant pas fossilisé ni dérivé de ressources fossiles. Le carbone peut être contenu dans des matériaux biologiques tels que le bois (ISO, 2017).

Carboneutre : Un bâtiment ou un produit qui compense ses émissions de carbone par l'élimination ou la compensation du carbone, ce qui se traduit par une contribution nette nulle au niveau de CO₂ atmosphérique au cours de son cycle de vie.

Comptabilisation du carbone des matériaux : Calcule des émissions de carbone intrinsèque provenant de la production de matériaux et de la construction.

Déclarations environnementales de produits (DEP) : Documents vérifiés par une tierce partie qui rapportent les impacts environnementaux d'un produit. Elles représentent souvent les impacts associés à l'extraction des matières premières, à la fabrication des produits, au transport et à la distribution (CNRC, 2022).

Devis quantitatifs (BoQ)/Nomenclatures (BoM) : Processus consistant à calculer et à répertorier les quantités de matériaux nécessaires à un projet de construction, souvent dérivées directement du modèle BIM.

Émissions de carbone intrinsèque : Total des émissions associées aux matériaux et aux produits d'un bien construit pour une partie ou l'ensemble des étapes du cycle de vie du bâtiment. Ces émissions excluent la consommation d'énergie et d'eau.

Grands modèles de langage (GML) : modèles avancés d'apprentissage automatique conçus pour comprendre, générer et traiter le langage humain à grande échelle. Les GMLs, tels que Generative Pre-trained Transformer (GPT), sont entraînés sur de vastes quantités de données textuelles et peuvent effectuer des tâches telles que la synthèse, la traduction et la création de contenu dans plusieurs langues et domaines.

Industry Foundation Classes (IFC) : modèle de données standardisé et ouvert utilisé pour décrire, partager et échanger des données relatives aux bâtiments et à la construction entre différentes plateformes logicielles. L'IFC est couramment utilisé dans le BIM pour permettre l'interopérabilité et la collaboration entre les différents acteurs de l'industrie de la construction.

Intelligence artificielle (IA) : Simulation des processus cognitifs humains par des machines, en particulier des systèmes informatiques. L'IA englobe diverses capacités, notamment l'apprentissage, le raisonnement, la résolution de problèmes et la perception, et est largement utilisée dans des applications telles que la robotique, l'apprentissage automatique et la prise de décision.

Interface de programmation d'applications (API) : Ensemble de règles et de protocoles permettant à différentes applications logicielles de communiquer entre elles. Les API permettent aux développeurs d'accéder aux fonctionnalités ou aux données d'une application, d'un système d'exploitation ou d'un service sans avoir à comprendre son fonctionnement interne.

Matériaux à faibles émissions : Matériaux de construction conçus, produits et utilisés dans le but de minimiser leur carbone intrinsèque, tels que les matériaux recyclés, le béton à faibles émissions ou le bois issu de sources durables.

Modélisation des données du bâtiment (BIM) : représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un ouvrage. Le BIM est une ressource commune contenant des informations sur un ouvrage, qui constitue une base fiable pour la prise de décisions tout au long de son cycle de vie, de la conception à la démolition.

Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN) : Sous-domaine de l'intelligence artificielle qui s'intéresse à l'interaction entre les ordinateurs et le langage humain. Le TALN comprend des techniques permettant d'analyser, de comprendre et de générer du texte ou de la parole de manière significative et utile, ce qui permet des applications telles que l'analyse des sentiments, la traduction automatique et la reconnaissance vocale.

ABRÉVIATIONS

ACV | Analyse du cycle de vie

ACV du bâtiment | Analyse du cycle de vie de l'ensemble du bâtiment

BIM | Modélisation des données du bâtiment

BoM | Nomenclatures

BoQ | Devis quantitatif

CNRC | Conseil national de recherches Canada

DEP | Déclaration environnementale de produit

ECCC | Environnement et Changement Climatique Canada

GES | Gaz à effet de serre

GML | Grands modèles de langage

IFC | Industry Foundation Classes

ISO | Organisation internationale de normalisation

RPI | Réalisation de projet intégré

TALN | Traitement Automatique des Langues Naturelles

CONTEXTE

Le secteur du bâtiment est la troisième source d'émissions de GES au Canada, contribuant à 12 % des émissions totales du pays, après les transports et les hydrocarbures (ECCC, 2024). Ce chiffre ne reflète que les émissions opérationnelles, telles que celles liées à la consommation d'énergie pendant le cycle de vie d'un bâtiment. Lorsque l'on tient compte des émissions de carbone intrinsèque provenant de l'extraction, de la production, du transport et de l'assemblage des matériaux, l'impact du secteur passe à 18 % (GCPC, 2023). La réduction du carbone intrinsèque est essentielle afin que l'industrie de la construction soit en phase avec les objectifs climatiques du Canada (CNRC, 2022). Cependant, l'industrie est actuellement confrontée à des défis importants, notamment une attention limitée accordée à la durabilité des matériaux et des normes de construction obsolètes (ECCC, 2022). Il est essentiel de combler ces lacunes pour promouvoir des pratiques de construction à faibles émissions de carbone et soutenir la transition vers un avenir carboneutre. Choisir les matériaux dès le début de la conception est crucial pour rendre le processus de construction canadienne plus durable, en vue d'atteindre l'objectif de carboneutralité d'ici 2050 (Gouvernement du Canada, 2023).

Les matériaux à faibles émissions peuvent réduire considérablement l'empreinte carbone d'un bâtiment, mais leur impact environnemental doit être soigneusement évalué, tenant compte à la fois des économies de carbone initiales et des effets à long terme (RMI, 2023). L'ACV peut aider à évaluer les impacts environnementaux des matériaux et des processus sur l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment afin de choisir les matériaux appropriés. En analysant des étapes telles que l'extraction, la production, le transport, l'utilisation et l'élimination en fin de vie des matériaux, l'ACV fournit une image complète des émissions de carbone intrinsèque. Cette approche permet aux professionnels de la construction d'identifier les points sensibles de la chaîne d'approvisionnement en matériaux et des processus de construction, et les oriente vers des alternatives plus durables. Si l'ACV est essentielle pour la comptabilisation des émissions, calculer manuellement ces impacts pour chaque composant d'un bâtiment est une tâche fastidieuse et source d'inexactitudes (Conseil du bâtiment durable du Canada [CBDCa], 2021).

Le calcul des émissions provenant des matériaux de construction peut être complexe. L'intégration du BIM à l'ACV représente une solution prometteuse pour surmonter les complexités de la comptabilisation du carbone intrinsèque (SPAC, 2023). Le BIM offre un moyen révolutionnaire d'améliorer l'efficacité et la précision de l'analyse du carbone intrinsèque. Il s'agit d'un outil numérique qui crée des modèles 3D détaillés d'un bâtiment, intégrant à la fois des informations physiques et fonctionnelles. Le BIM permet aux parties prenantes de collaborer entre différentes disciplines et de gérer les données du bâtiment tout au long du cycle de vie du projet. Il facilite la prise de décision en amont en permettant aux professionnels de simuler différentes options de conception et de matériaux, d'évaluer leurs performances et de prédire leur impact environnemental.

En combinant les données détaillées des modèles BIM avec les capacités analytiques de l'ACV, les professionnels peuvent automatiser le calcul des émissions, ce qui permet de gagner du temps et d'améliorer la précision. Cette intégration permet aux professionnels de la construction de comparer les choix de matériaux en fonction de leur performance structurelle, de leur durabilité et de leur impact environnemental, ce qui favorise la prise de décisions éclairées conformes aux objectifs de carboneutralité du Canada (ISED-ISDE Canada, 2023 ; CanBIM, 2024). En reliant le BIM à l'ACV, les praticiens peuvent aller au-delà des calculs isolés et adopter une approche dynamique, fondée sur les données, qui aligne les décisions de conception sur les objectifs de durabilité.

Toutefois, des défis subsistent, notamment la nécessité de disposer de données normalisées, d'outils spécialisés et d'une meilleure interopérabilité entre les différentes plateformes de logiciels.

Le projet « **Les voies vers un carbone intrinsèque net zéro dans les bâtiments** » de l'Université de la Colombie-Britannique est un projet de deux ans mené par le Sustainability Hub de l'UBC afin de relever les défis et tester des solutions innovantes pour réduire les émissions de carbone intrinsèque des bâtiments. Le projet « **Identification des lacunes et défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque** » est l'un des sous-projets qui vise à relever ces défis en faisant progresser l'intégration de la modélisation des données du bâtiment (BIM) et de la comptabilisation du carbone intrinsèque au Canada. La première phase du projet a permis de cerner plusieurs lacunes importantes, notamment le manque de données normalisées sur les matériaux canadiens, l'expertise limitée en matière d'intégration du BIM aux outils d'ACV et l'insuffisance des mesures réglementaires visant à encourager les pratiques à faibles émissions. Ces conclusions ont servi à orienter la deuxième phase du projet, qui consiste à explorer des solutions grâce à la participation des parties prenantes et à des ateliers collaboratifs.

Dans le cadre de la deuxième phase, l'« **Atelier sur l'identification des lacunes et des défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque** » a été organisé afin de réunir des professionnels du bâtiment pour définir des stratégies concrètes visant à améliorer la comptabilisation du carbone intrinsèque à l'aide du BIM. Les participants ont discuté de solutions techniques, telles que l'amélioration de l'intégration et de l'interopérabilité des données, ainsi que des changements de politique visant à soutenir l'utilisation durable des matériaux. Les résultats de l'atelier devraient éclairer les recherches futures, orienter les pratiques de l'industrie et contribuer à l'élaboration d'un cadre plus solide pour réduire le carbone intrinsèque dans le secteur de la construction au Canada.

INTRODUCTION

Afin de cerner les lacunes et les défis auxquels font face les professionnels du bâtiment, y compris le gouvernement du Canada, le projet « Identification des lacunes et défis liés à l'utilisation de la BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque » a été mené par l'[UBC Smart Structures](#) du département de génie civil et le [Sustainable Built Environment Lab](#) du département des sciences du bois, dans le cadre du projet Pathways avec le UBC Sustainability Hub. Les activités principales ont débuté par une analyse documentaire et comprenaient des entrevues et des ateliers collaboratifs, ainsi que des séances d'échange de connaissances avec des professionnels de la construction et des décideurs politiques. L'objectif était de relever les défis liés à l'utilisation du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque et de trouver des solutions acceptables pour les différents secteurs de l'industrie. Au cours de la première phase du projet, une analyse documentaire exhaustive a été réalisée et des experts en BIM et en ACV provenant de différentes organisations ont été interviewés. Les enseignements tirés de la première phase ont été utilisés pour élaborer le concept de la deuxième phase, visant à définir les principaux défis et les solutions possibles.

La deuxième phase a consisté en un atelier intitulé « **Atelier sur l'identification des lacunes et des défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque** », qui s'est tenu à l'automne 2024. L'atelier a été animé par des doctorants des départements de génie civil et des sciences du bois de l'UBC. Le Dr Haibo Feng, du département des sciences du bois de l'UBC, a fait une présentation décrivant les lacunes et les défis identifiés lors de la première phase du projet. Cette présentation a été suivie d'une séance de discussion structurée menée par les animateurs afin d'inciter les participants à approfondir ces défis. Cet atelier a réuni 18 experts en BIM, notamment des professionnels des départements de génie civil et des sciences du bois de l'Université de la Colombie-Britannique, d'Athena Sustainable Materials, du Conseil national de recherches Canada, de HCMA Architecture + Design, de Recollective Consulting, de ZGF Architects, de ReLoad Sustainable Design et du CLF BC. Les participants se sont engagés dans des activités et des discussions interactives, partageant leurs points de vue et esquissant des étapes pour faire avancer les solutions. Certains participants avaient déjà contribué à la phase d'entretien, tandis que d'autres experts ont été contactés par l'intermédiaire de l'UBC Sustainability Hub et de son réseau. L'atelier de deux heures s'est déroulé virtuellement via Zoom le 24 octobre 2024.

L'atelier a suivi un ordre du jour structuré :

1. Introduction : L'atelier a débuté par la présentation du projet par les animateurs, qui en ont souligné les objectifs et l'ordre du jour. Haibo Feng a fait une présentation approfondie de l'intégration du BIM dans la comptabilité du carbone intrinsèque. Cette section comprenait également un résumé des principales conclusions de la première phase du projet, en mettant l'accent sur les lacunes identifiées et les solutions proposées.

2. Activité 1 : Deux discussions en petits groupes ont été organisées, chacune réunissant 8 à 9 participants, et axées sur les défis à relever. Un tableau Miro a été utilisé pour organiser les idées de chaque participant. Les 10 premières minutes ont été consacrées à une réflexion individuelle, au cours de laquelle les participants ont inscrit leurs idées sur le tableau. Cette phase a été suivie d'une discussion de groupe de 15 minutes afin de hiérarchiser les défis nécessitant des solutions immédiates. Après la première activité, tous les participants se sont réunis à nouveau avec l'ensemble du groupe pour une session de synthèse, au cours de laquelle les défis identifiés par chaque groupe ont été partagés et discutés collectivement.

INTRODUCTION

3. Activité 2: La deuxième activité s'est concentrée sur l'identification de solutions aux principaux défis et lacunes mis en évidence lors de la première session. Répartis dans les mêmes petits groupes, les participants ont répertorié les solutions potentielles sur le tableau Miro. Chaque groupe a sélectionné de manière collaborative les solutions les plus appropriées, en tenant compte de leur faisabilité et de leur pertinence. Les participants ont également discuté des aspects pratiques de la mise en œuvre de ces solutions et ont partagé les ressources potentielles susceptibles de faciliter leur application.

4. Discussion de suivi : Une discussion en groupe entier a suivi, permettant aux deux petits groupes de présenter les solutions proposées et de développer leur importance et la faisabilité de leur mise en œuvre. Cette session a été l'occasion d'un dialogue entre les groupes et d'un affinement collectif des idées.

5. Note de clôture : La discussion s'est conclue par une présentation des prochaines étapes et une revue des résultats attendus, garantissant ainsi l'alignement des actions et des objectifs futurs.

Les participants devaient explorer à la fois les questions pratiques et les complexités théoriques auxquelles sont confrontés les professionnels. L'atelier visait également à créer un espace de collaboration pour réfléchir à des solutions innovantes adaptées aux besoins du Canada, afin de faire progresser les pratiques de construction durable qui intègrent efficacement la technologie BIM.

Objectifs clés de l'atelier:

1. Réunir des experts de différents domaines afin de définir et d'aborder les principales lacunes et les principaux défis liés à l'utilisation du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque.
2. Développer les résultats de la première phase afin d'explorer et de confirmer les défis dans les différentes disciplines.
3. Faciliter les discussions en collaboration pour :
 - Explorer les solutions potentielles aux défis identifiés.
 - Donner la priorité aux solutions nécessitant une mise en œuvre immédiate.
4. Développer des étapes claires et réalisables pour améliorer l'intégration du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque et promouvoir l'amélioration continue des pratiques.

Ce rapport détaille les discussions et les résultats de l'atelier, y compris les solutions proposées et les actions recommandées pour relever les défis identifiés dans l'utilisation du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque.

Les discussions de l'atelier ont permis aux participants d'explorer les principales lacunes et les principaux défis liés à l'intégration du BIM à la comptabilisation du carbone intrinsèque. Des experts du secteur de la construction ont partagé leurs points de vue sur des questions telles que l'incohérence des données, l'interopérabilité limitée entre les outils et la nécessité de normaliser les flux de travaux et de rendre les données accessibles. Les discussions collaboratives ont permis de définir des solutions concrètes, notamment l'amélioration de l'intégration des logiciels, l'amélioration de la formation des praticiens et la priorisation des considérations relatives au carbone intrinsèque dès les premières étapes de conception. Les participants ont également souligné les possibilités de collaboration intersectorielle pour partager les ressources et tester des approches innovantes, définissant ainsi les lignes directrices des futures activités spécifiques visant à relever ces défis.

ACTIVITÉ 1 : IDENTIFIER LES DÉFIS

Deux discussions en petits groupes ont été menées pour approfondir les défis associés à l'utilisation de la BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque. Chaque groupe était composé de 8 à 9 participants, et le tableau Miro a été utilisé pour faciliter l'organisation et la visualisation des idées apportées par les participants. Pendant les 10 premières minutes, chaque participant a placé indépendamment ses idées sur le tableau, ce qui a permis d'obtenir un large éventail de points de vue et de s'assurer que toutes les voix étaient entendues. Cette phase a permis aux participants de réfléchir à leurs expériences et de formuler des défis spécifiques sans influence extérieure.

Les groupes ont ensuite participé à une discussion collaborative de 15 minutes afin d'évaluer et de hiérarchiser les défis identifiés. Cette discussion approfondie a encouragé les participants à évaluer l'urgence et l'impact de chaque défi, ce qui a permis de réduire la liste à ceux qui nécessitaient une attention immédiate. Cette approche structurée a favorisé des échanges productifs et un processus de hiérarchisation fondé sur le consensus.

Au terme des discussions en petits groupes, l'ensemble des participants s'est réuni en séance plénière. Chaque groupe a alors présenté les défis identifiés et classés par ordre de priorité. Cette discussion collective a permis de comparer les conclusions, de mettre en évidence les thèmes communs et d'explorer les différents points de vue. Elle a également préparé le terrain pour le reste de l'atelier en garantissant que tous les participants avaient une compréhension commune des principaux défis à approfondir.

DÉFIS TECHNIQUES

Défis techniques identifiés par le groupe de discussion A

En ce qui concerne les défis techniques, les participants du groupe de discussion A ont identifié plusieurs problèmes liés aux coûts élevés, aux problèmes de compatibilité et au manque d'uniformité dans l'adoption. Par exemple, les licences coûteuses pour les logiciels BIM tels qu'Autodesk Revit représentent une charge financière importante pour les entreprises, en particulier pour les petits projets, où la rentabilité est essentielle. De plus, l'absence de normalisation entre les différents outils d'ACV entraîne souvent des résultats variables, ce qui rend difficile toute comparaison précise. De plus, l'adoption limitée des logiciels BIM au sein de la communauté des concepteurs crée des disparités dans les flux de travaux, ce qui complique la collaboration et le partage des données. L'alignement des données BIM et ACV constitue un autre défi, car il nécessite souvent une intervention manuelle en raison d'incohérences dans la structure et d'une granularité insuffisante pour les besoins de l'ACV, notamment en ce qui concerne le carbone intrinsèque et la consommation d'énergie. Ces problèmes sont exacerbés par la mauvaise interopérabilité des outils, qui oblige les analystes à adapter manuellement les modèles, ce qui augmente considérablement leur charge de travail.

Les problèmes de qualité des données nuisent également à la précision des évaluations du cycle de vie. Par exemple, les bibliothèques de matériaux obsolètes ou manquantes dans les modèles BIM conduisent à des analyses incomplètes, tandis que les modèles structurels et architecturaux sont souvent mal alignés, créant des divergences qui doivent être traitées. En outre, les matériaux des modèles BIM sont souvent mal identifiés ou simplifiés à l'extrême, ce qui complique l'analyse détaillée. Les composants agrégés, tels que les murs en béton, nécessitent une estimation séparée des matériaux, tandis que les imprécisions architecturales peuvent surestimer ou sous-estimer les matériaux. Par conséquent, ces incohérences soulignent le besoin urgent de pratiques normalisées en matière de description et de modélisation des matériaux.

Au cours des discussions, les participants ont identifié les principaux défis rencontrés dans les projets en phase de conception, principalement le manque de modèles BIM détaillés ou suffisamment granulaires, ce qui rend difficile l'estimation précise des quantités. Il a été souligné que ces détails manquants, tels que les couches de murs, obligent souvent les analystes à se fier à des hypothèses.

Selon les participants, cette dépendance réduit la précision et rend les analyses des premières phases très hypothétiques. Ces lacunes peuvent, selon les participants, entraîner des écarts importants par rapport aux résultats réels, ce qui complique la prise de décision dans les phases ultérieures du projet.

On constate également que l'inefficacité des processus exacerbe ces problèmes. Les exportations BIM comprennent souvent des éléments inutiles qui nécessitent des ajustements manuels, tandis que les modèles trop granulaires doivent être simplifiés afin d'être utilisables. De plus, l'équipe a remarqué que les pratiques de modélisation non standardisées et les raccourcis, tels que l'utilisation de dessins 2D au lieu de modèles BIM 3D, contribuaient de manière considérable à la réduction de la qualité des données. Le double comptage entre les disciplines qui se chevauchent a également été cité par les participants et l'équipe de recherche comme un défi récurrent.

Enfin, les défis liés à l'ACV incluent des données incomplètes pour certaines étapes du cycle de vie et un mauvais alignement des échéances. De nombreux outils ne couvrent pas toutes les phases du cycle de vie, notamment les étapes du processus de construction A4 (transport vers le chantier) et A5 (installation dans le bâtiment), ce qui complique la production de rapports et réduit la fiabilité de l'analyse. Une collaboration efficace entre les équipes de conception et d'analyse est essentielle pour garantir la disponibilité des données aux étapes clés. De plus, il est nécessaire de disposer de solides capacités de visualisation afin de fournir des informations exploitables et de contribuer à réduire le carbone intrinsèque. Sans ces améliorations, le potentiel de l'ACV en tant qu'outil d'aide à la décision reste limité.

Tableau 1 Défis techniques et défis clés identifiés par le groupe de discussion A.

Défis techniques identifiés	Principaux défis identifiés
<ol style="list-style-type: none"> 1. Interopérabilité insuffisante <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les données BIM et ACV nécessitent un alignement manuel. ▪ Résultats inconsistants des outils d'ACV. ▪ Adoption limitée du BIM. 2. Problèmes liés à la qualité des données <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bibliothèques de matériaux obsolètes ou incomplètes. ▪ Décalage entre les modèles structurels et architecturaux. ▪ Matériaux mal identifiés ou trop simplifiés. ▪ Composants architecturaux agrégés ou inexacts. 3. Inefficacité des processus <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajustements manuels pour les exportations BIM. ▪ Modèles trop granulaires. ▪ Pratiques non conventionnelles. ▪ Utilisation de raccourcis tels que les modèles 2 D. 4. Défis liés aux phases initiales de projet <ul style="list-style-type: none"> ▪ Absence de modèles BIM détaillés. ▪ Détails manquants. ▪ Analyses reposant largement sur des hypothèses 5. Défis de l'ACV <ul style="list-style-type: none"> ▪ Données incomplètes pour les étapes du cycle de vie. 6. Défis financiers <ul style="list-style-type: none"> ▪ Licence de logiciel BIM à prix élevé. ▪ Pas de mesures incitatives pour les projets à petite échelle. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complexité et précision des modélisations BIM 2. Intégration du BIM et de l'ACV 3. Exigences en matière de données et pratiques de modélisation

RÉSUMÉ DES DISCUSSIONS DU GROUPE DE TRAVAIL

Défis techniques identifiés par le groupe de discussion B

En ce qui concerne les défis techniques, les participants du groupe de discussion B ont mis l'accent sur le manque d'uniformité dans les pratiques de modélisation BIM, où les approches variables entre les contributeurs sur les grands projets peuvent rendre difficile la réalisation d'une ACV directement à partir du modèle. Un participant a noté que « tout le monde modélise différemment », ce qui conduit souvent à des incohérences, en particulier sur les grands projets impliquant de multiples parties prenantes. En outre, des difficultés liées à la précision des calculs de quantité à différents stades de la conception ont été relevées, les premières étapes de conception nécessitant des hypothèses générales et les dernières étapes étant plus précises, mais toujours sujettes à des erreurs.

Le groupe a également abordé le besoin urgent de normaliser les processus BIM, notamment la collecte, la cartographie et le traitement des données, ainsi que la terminologie et les conventions de dénomination utilisées dans les modèles. Un participant a souligné l'importance d'harmoniser les périmètres de l'ACV avec les quantitatifs extraits des modèles BIM, afin d'harmoniser les processus. Un autre participant a souligné la nécessité d'établir une relation bidirectionnelle entre les outils de BIM et d'ACV afin d'améliorer le transfert de données et de réduire les pertes d'information lors de l'intégration. La validation des Industry Foundation Classes (IFC), une norme numérique pour la description de l'environnement bâti, par rapport aux exigences de l'ACV, a également été définie comme une étape essentielle pour maintenir l'intégrité des données.

Les différences entre les logiciels sont apparues comme un obstacle important, les participants signalant des incohérences dans les méthodes de calcul, la sélection des Déclarations environnementales de produits (DEP) et le traitement des quantités d'une plateforme à l'autre. Une DEP est un document normalisé qui fournit des informations vérifiées et transparentes sur l'impact environnemental d'un produit tout au long de son cycle de vie, y compris des données sur l'empreinte carbone, la consommation d'énergie et d'autres paramètres environnementaux. Ces divergences dans la sélection et l'interprétation des DEP peuvent entraîner des variations dans les résultats, ce qui complique les processus de prise de décision. Un participant a donné un exemple illustrant la manière dont ces incohérences affectent la fiabilité des évaluations.

Le groupe a également identifié que la courbe d'apprentissage abrupte pour les praticiens qui découvrent l'intégration BIM-ACV et l'absence d'une base de données commune pour un accès centralisé aux données représentent des obstacles majeurs à une adoption plus large. En outre, le groupe a discuté des défis liés au calcul du carbone biogénique, un participant soulignant la nécessité de méthodologies normalisées pour garantir des évaluations précises et cohérentes en matière de décarbonation.

Au cours de ces discussions, les participants sont parvenus à un consensus sur les défis les plus importants auxquels est confrontée l'intégration du BIM et de l'ACV :

- **Complexité et précision des modèles BIM :** La complexité inhérente aux modèles BIM et la difficulté à garantir leur précision constituent des obstacles importants à leur utilisation efficace dans l'ACV.
- **Rendre obligatoires les normes BIM dans tous les secteurs :** Il est particulièrement difficile de rendre obligatoires des normes telles que celles de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) en raison de la diversité des exigences et des capacités des différents secteurs et industries.
- **Priorités contradictoires des modèles BIM :** Les modèles BIM sont principalement conçus pour être utilisés dans la conception et la construction, ce qui entre souvent en conflit avec leur rôle dans l'ACV. Ce conflit survient parce que l'ACV est généralement ajoutée comme une couche secondaire plutôt que d'être intégrée comme un élément central du processus de modélisation.

Ces défis clés, identifiés avec l'accord de tous les participants, mettent en évidence les obstacles fondamentaux qui doivent être surmontés pour faire progresser l'intégration du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque. La discussion du groupe de travail B a fourni des informations précieuses sur ces défis et a jeté les bases de l'exploration de solutions réalisables dans les activités ultérieures.

Tableau 2 Défis techniques et défis clés identifiés par le groupe de discussion B.

Défis techniques identifiés	Principaux défis identifiés
<ol style="list-style-type: none"> 1. Précision et normalisation des données BIM <ul style="list-style-type: none"> ▪ Défis liés à la précision des données BIM pour les études d'ACV. ▪ Problèmes de précision des calculs de quantité, en particulier au début et à la fin de la phase de conception. ▪ Les BIM sont des interprétations de la conception et non des documents contractuels, ce qui peut limiter la précision. ▪ Normaliser le processus de collecte, de cartographie et de traitement des données. ▪ Manque de normalisation pour la désignation des éléments et des produits dans les modèles BIM. ▪ Nécessité d'un langage et d'une terminologie normalisés dans le BIM pour une communication cohérente. ▪ Difficulté de valider l'IFC par rapport aux exigences de l'ACV. 2. Intégration des outils BIM et ACV <ul style="list-style-type: none"> ▪ Difficulté d'intégrer les fichiers BIM dans les outils ACV sans perte de données. ▪ Alignement entre la portée de l'ACV et les relevés de quantités provenant des modèles BIM ▪ Établir une relation bidirectionnelle entre le BIM et l'ACV pour un meilleur retour d'information et une meilleure itération. 3. Exigences en matière de données et pratiques de modélisation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier les données minimales requises dans les modèles BIM pour des études ACV efficaces. ▪ Variabilité des pratiques de modélisation dans le cadre de grands projets faisant intervenir de multiples contributeurs, ce qui pose des problèmes pour l'ACV. ▪ Des hypothèses générales sont nécessaires lors des premières étapes de la conception en raison du manque de données. 4. Courbe d'apprentissage et défis logiciels <ul style="list-style-type: none"> ▪ Courbe d'apprentissage importante dans la compréhension et la mise en œuvre de l'intégration BIM-ACV. ▪ Absence de base de données commune pour rationaliser la collecte et l'utilisation des données. ▪ Différences entre les logiciels affectant les résultats des calculs, la sélection des DEP et la précision des quantités. 5. Carbone biogénique et mesures de durabilité <ul style="list-style-type: none"> ▪ Méthodes incohérentes de calcul du carbone biogénique. 6. Défis majeurs <ul style="list-style-type: none"> ▪ Commentaires sur l'exactitude, en particulier sur les limitations et les incohérences des données. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complexité et précision du modèle BIM 2. Des normes BIM obligatoires dans tous les secteurs 3. Priorités contradictoires des modèles BIM

RÉSUMÉ DES DISCUSSIONS DU GROUPE DE TRAVAIL

LACUNES CONSTATÉES DANS LES PRATIQUES BIM EN MATIÈRE D'ACV

Lacunes dans l'intégration du BIM et de l'ACV identifiées par le groupe de discussion A

Le groupe de discussion A a constaté que les architectes et les consultants n'ont souvent pas accès à des données essentielles, telles que les détails des fabricants et les DEP, au cours des premières étapes de la conception. Ils doivent donc compter sur les entrepreneurs pour leur fournir ces informations ultérieurement, ce qui retarde les décisions et complique les efforts visant à intégrer la décarbonation dans le processus de conception.

Ils ont également identifié que l'absence de protocoles normalisés pour le transfert de données entre les outils BIM et ACV crée des incohérences, à la fois entre les entreprises et au sein de celles-ci.

Cela complique non seulement la collaboration, mais augmente également les inefficacités et les erreurs, ce qui finit par nuire à l'efficacité de l'intégration BIM-ACV. Un participant a décrit le processus comme « relevant plus de l'art que de la science », ce qui met en évidence le défi que représente la prise de décisions éclairées dès le début du processus.

L'utilisation du BIM pour l'ACV nécessite un travail supplémentaire, tel que l'ajustement manuel des données, qui alourdit la charge de travail des consultants. Cependant, en l'absence de mesures incitatives claires telles que des compensations financières ou une reconnaissance, de nombreux consultants sont réticents à donner la priorité à ces tâches, ce qui limite l'adoption des pratiques d'ACV et leur potentiel à soutenir des conceptions à moindre émission de carbone intrinsèque.

Tableau 3 : Lacunes et principales lacunes identifiées par le groupe de discussion A pour la mise en œuvre de la BIM dans le calcul du carbone intrinsèque

Identification des lacunes dans les pratiques BIM en matière d'ACV	Principales lacunes identifiées
<ol style="list-style-type: none"> 1. Manque d'informations essentielles <ul style="list-style-type: none"> ▪ DEP insuffisants. 2. Incertitude dans les premières étapes de l'ACV <ul style="list-style-type: none"> ▪ Données limitées à un stade précoce. 3. Pas de protocoles standardisés pour l'intégration de la BIM et de l'ACV <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas de processus et de protocole standardisés pour le transfert de données entre le BIM et l'ACV au sein des entreprises. 4. Effort supplémentaire sans mesures incitatives <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aucune compensation financière ou reconnaissance. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incertitude des données. 2. Alignement des mesures incitatives.

Lacunes dans l'intégration BIM-ACV identifiées par groupe de discussion B

Le groupe de discussion B s'est concentré sur l'identification des lacunes dans les pratiques BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque, en mettant l'accent sur les questions clés en matière de politique, d'outils, de flux de travaux et de sensibilisation. Les participants ont discuté du manque de soutien gouvernemental et de l'absence d'une politique uniformisée pour l'adoption du BIM au Canada, soulignant la nécessité de cadres réglementaires pour garantir la cohérence des pratiques. Un participant a ajouté un commentaire sur l'importance d'une nomenclature standard (dénomination et classification des produits de construction), soulignant que « l'incohérence du langage et de la terminologie d'un projet à l'autre crée souvent des obstacles importants à l'intégration harmonieuse du BIM et de l'ACV ». Les limites de l'IFC en matière d'hébergement de données relatives aux produits, aux activités et au fonctionnement des machines ont également été soulignées, et des suggestions ont été formulées pour améliorer ses capacités afin de permettre un échange de données plus complet.

Le développement d'outils est apparu comme un autre sujet critique, les participants ayant identifié le besoin d'élargir les bibliothèques de DEP et d'analyses comparatives pour soutenir la prise de décision. Un participant a mis l'accent sur les incohérences entre les outils existants, partageant un exemple où les résultats variaient considérablement d'une plateforme à l'autre, ce qui compliquait la fiabilité des données. Un autre participant a mentionné l'inefficacité du processus typique d'exportation et d'importation en deux étapes pour les quantités, qui nécessite souvent des « nettoyages » de données importants, ce qui ralentit le processus.

Les discussions ont également porté sur les défis liés à l'application de l'ACV-BIM au cours de la phase initiale de conception. Les participants ont convenu qu'il était difficile d'obtenir des résultats rapides et précis à ce stade, l'un d'entre eux ayant soulevé des préoccupations quant à l'exactitude des calculs relatifs aux plaques d'acier dans les bâtiments en bois massif. Un autre participant a ajouté que « l'intégration de l'ACV-BIM au cours de la phase initiale de conception est cruciale, mais qu'elle est souvent entravée par le manque d'outils et de processus appropriés ».

Le groupe a exploré le potentiel des technologies avancées telles que l'IA et les grands modèles de langage (GML) pour automatiser la cartographie des données et améliorer les flux de travaux. Cependant, ils ont noté que ces technologies restent sous-utilisées dans les pratiques actuelles. Les participants ont également souligné l'importance de sensibiliser davantage les concepteurs, les propriétaires et le public aux impacts du carbone intrinsèque de leurs décisions. L'un d'entre eux a déclaré : « L'éducation et le partage des connaissances sont essentiels pour apporter des changements significatifs dans la manière dont le BIM et l'ACV sont mis en œuvre. »

Tableau 4 : Lacunes et principales lacunes identifiées par le groupe de discussion B pour la mise en œuvre de la BIM dans le calcul du carbone intrinsèque

Identification des lacunes dans les pratiques BIM en matière d'ACV	
<p>1. Politique et réglementation</p> <ul style="list-style-type: none"> Manque de soutien des pouvoirs publics pour faire progresser l'intégration de la BIM dans l'ACV. Absence d'une politique pour normaliser l'adoption du BIM au Canada. Nécessité d'une réglementation BIM pour assurer la cohérence et la fiabilité des pratiques. <p>2. Normalisation et développement d'outils</p> <ul style="list-style-type: none"> Nécessité d'une nomenclature standard pour améliorer l'intégration BIM-ACV. Limites de l'IFC en matière d'hébergement de données relatives aux produits, aux activités et au fonctionnement des machines. Inconsistances entre les outils dans le traitement des données et des résultats. Expansion des bibliothèques de DEP et développement de bibliothèques de référence pour une meilleure comparaison et prise de décision. <p>3. Limites des premières étapes de la conception</p> <ul style="list-style-type: none"> Difficulté d'obtenir des résultats rapides et précis au cours de la phase initiale de conception. Limites de l'utilisation efficace de l'ACV pour guider les décisions à un stade précoce. Problèmes liés à la précision des calculs relatifs aux plaques d'acier dans les bâtiments en bois massif au cours de la phase initiale de conception. 	<p>4. Défis en matière de flux de travaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Le processus d'exportation et d'importation des quantités, qui se déroule généralement en deux étapes, implique des « nettoyages » importants, ce qui réduit l'efficacité. Une collaboration insuffisante avec les estimateurs en bâtiment, souvent engagés pour fournir des données précises, et intégration peu claire de leurs processus de travail et de leurs logiciels dans les pratiques BIM. <p>5. Technologies avancées</p> <ul style="list-style-type: none"> Potentiel d'intégration de l'IA pour améliorer les flux de travaux et automatiser les tâches. Exploration de technologies telles que les grands modèles de langage (LLM) et le traitement automatique des langues naturelles (TALN) pour la cartographie et traitement des données. <p>6. Connaissance et sensibilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> Une compréhension limitée par les concepteurs, les propriétaires et le public des impacts du carbone intrinsèque et du rôle de l'intégration BIM-ACV dans la prise en compte de ces impacts.
Principales lacunes identifiées	
<p>1. Manque de développement d'outils (ex. IA)</p>	

ACTIVITÉ 2 : ÉLABORER DES SOLUTIONS

La deuxième activité a été conçue pour s'appuyer sur les connaissances acquises lors de la première partie, en passant de l'identification des défis à l'exploration de solutions réalisables. Travaillant dans les mêmes petits groupes que lors de l'activité précédente, les participants ont commencé par dresser la liste des solutions potentielles pour relever les principaux défis et combler les lacunes mises en évidence précédemment. À l'aide du tableau Miro, ils ont organisé visuellement leurs idées, permettant ainsi un processus de remue-méninges ouvert et créatif. Cette approche visait à garantir la prise en compte d'un large éventail de solutions possibles, en tirant parti de l'expertise et des perspectives des membres du groupe.

Une fois les solutions potentielles compilées, chaque groupe a évalué de manière collaborative leur faisabilité et leur pertinence par rapport aux défis identifiés. Au cours de discussions guidées, les participants ont évalué la faisabilité pratique de chaque solution dans des scénarios réels, en tenant compte de facteurs tels que la disponibilité des ressources, l'engagement des parties prenantes et la compatibilité avec les processus de travail existants. Cette démarche a permis aux groupes de sélectionner les solutions les plus prometteuses, alliant innovation et applicabilité.

De plus, les participants ont discuté des besoins spécifiques liés à la mise en œuvre de ces solutions, notamment en identifiant les obstacles potentiels et les possibilités de soutien. Ils ont partagé leurs connaissances sur les ressources disponibles, telles que les outils informatiques, les sources de données et les programmes de formation, qui pourraient faciliter l'adoption des solutions proposées. Cet effort collaboratif a permis d'établir une feuille de route claire et concrète pour relever les défis, préparant ainsi le terrain pour les prochaines étapes de l'atelier.

SOLUTIONS AUX DÉFIS IDENTIFIÉS

Solutions identifiées par le groupe de discussion A

Les participants du groupe de discussion A ont examiné des solutions pratiques pour relever les défis liés à l'interopérabilité et à la collaboration dans l'utilisation de BIM pour l'ACV. L'accent a été mis sur les normes d'interopérabilité, telles que l'IFC, qui ont été jugées essentielles pour améliorer la communication et la compatibilité entre les différents logiciels.

La coordination entre les disciplines dès les premières étapes est essentielle. Elle commence souvent par l'échange de notes de service afin d'établir des modèles BIM basés sur des pratiques de modélisation standardisées facilitant la collaboration. Pour créer des modèles plus précis, les parties prenantes doivent adopter des logiciels BIM, soutenus par des plateformes infonuagiques telles que BIM 360, qui permettent d'intégrer les calculs ACV et d'améliorer la collaboration au sein des équipes.

Pour améliorer l'interopérabilité, les participants ont discuté du développement d'interfaces de programmation d'applications (API) ouvertes et de modules d'extension (plug-ins) comme solution clé. Une API est un ensemble de règles et de protocoles qui permet à différentes applications logicielles de communiquer et de partager des données entre elles. Les API ouvertes, en particulier, sont conçues pour être accessibles au public, ce qui permet à des développeurs tiers de créer des outils et des intégrations qui améliorent la connectivité et la fonctionnalité entre les systèmes. En tirant parti des API ouvertes et des modules d'extension, les développeurs de logiciels peuvent créer des systèmes d'échange de données transparents et conviviaux. Enfin, une formation et un partage des connaissances approfondies sont essentiels pour garantir que les professionnels maîtrisent les outils BIM et comprennent les processus d'échange de données. Cela permet de combler le fossé entre les capacités techniques et les applications pratiques, favorisant ainsi une collaboration plus fluide et de meilleurs résultats.

Il est essentiel de normaliser les structures de données BIM pour les méthodologies ACV, y compris les bases de données sur les propriétés des matériaux. Des gabarits devraient définir le niveau de détail et d'information requis pour les modèles BIM. Afin de se concentrer sur l'impact global, la priorité devrait être donnée aux études axées sur le carbone intrinsèque des matériaux plutôt que sur les analyses du cycle de vie de l'ensemble du bâtiment (ACV du bâtiment).

L'accent a également été mis sur la rationalisation des processus grâce à l'intégration de différentes tâches telles que l'estimation des coûts, l'ACV et la modélisation énergétique. Chaque discipline doit assumer la responsabilité de ses propres calculs quantitatifs, en s'appuyant sur des pratiques de modélisation standard afin de garantir la cohérence et l'exactitude des résultats.

Des contrôles automatisés, tels que la vérification de l’alignement des surfaces de toiture et des surfaces de plancher, peuvent améliorer la fiabilité, tandis que des lignes directrices révisées et élargies permettent de répondre aux besoins évolutifs des projets. Pour l’ACV finale, l’obtention de modèles d’exécution et de quantités auprès des différents corps de métier est essentielle pour obtenir des résultats précis et de meilleure qualité.

Le groupe de discussion A a proposé des solutions pour améliorer l’interopérabilité et la collaboration dans l’utilisation du BIM pour l’ACV, en mettant l’accent sur l’adoption de normes d’interopérabilité comme l’IFC, de plateformes basées sur l’infonuagique, d’API ouvertes et de formations, pour améliorer l’échange de données et la collaboration. Ils ont également souligné la nécessité de normaliser les structures de données BIM, de donner la priorité aux études sur le carbone intrinsèque des matériaux, de rationaliser les processus en intégrant l’estimation des coûts et la modélisation énergétique, et de mettre en œuvre des vérifications automatisées et des modèles de fabrication utilisés pour plus de précision et de fiabilité.

Tableau 5 : Solutions identifiées pour les défis techniques et la mise en œuvre immédiate définis par le groupe de discussion A.

Solutions aux défis identifiés	Mise en œuvre immédiate
<ol style="list-style-type: none"> 1. Améliorer l’interopérabilité <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mettre l’accent sur des normes telles que l’IFC. ▪ Développer des API et des modules d’extension (plug-ins). ▪ Promouvoir les plateformes infonuagiques 2. Améliorer la coordination et la formation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Normaliser les pratiques BIM. ▪ Assurer la formation et le partage des connaissances. 3. Normaliser le BIM pour l’ACV <ul style="list-style-type: none"> ▪ Créer une base de données. ▪ Créer des gabarits pour les niveaux de détail et d’information requis. ▪ Donner la priorité au carbone intrinsèque des matériaux. 4. Rationaliser les processus <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paramètres intégrés. ▪ Mettre en œuvre des contrôles automatisés pour vérifier l’exactitude des données. ▪ Obtenir des modèles de fabrication permettant d’obtenir des résultats ACV précis à l’étape finale. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plateforme intégrée. 2. Se concentrer sur les normes d’interopérabilité telles que l’IFC. 3. Calculs directs de l’ACV.

Solutions du groupe de discussion B

Le groupe de discussion B s'est penché sur les solutions potentielles aux principaux défis identifiés en matière d'intégration du BIM et de la comptabilisation du carbone intrinsèque. Les participants ont souligné la nécessité de s'attaquer à la complexité et à la précision des modèles BIM, suggérant que les entreprises coordonnent leurs modèles BIM dès le début afin de répondre aux exigences de l'ACV. Un participant a ajouté : « L'élaboration d'une ligne directrice sur la manière de structurer les modèles BIM pour l'ACV dès le départ pourrait réduire considérablement les inexactitudes et simplifier les processus de travail. » Le groupe a également exploré le rôle de l'IA dans l'amélioration de la précision des modèles, l'automatisation de tâches telles que la validation et la cartographie des données, ainsi que dans la résolution des défis liés aux processus BIM complexes. Pour les scénarios où l'intégration reste problématique, les participants ont noté que les relevés manuels pourraient servir de solution temporaire pour garantir une extraction fiable des données.

En ce qui concerne la question de l'obligation d'adopter des normes BIM dans tous les secteurs, les participants ont proposé d'instaurer des réglementations modérées qui tiennent compte des besoins spécifiques des différentes industries. Un participant a suggéré de tirer parti des applications basées sur des langages de programmation, par exemple l'utilisation de Python intégré à des outils BIM, en soulignant que ces outils doivent respecter des normes cohérentes et convenues afin de garantir leur utilisation à grande échelle. Un autre participant a fait remarquer que « la création d'applications spécifiques à chaque secteur peut offrir une certaine flexibilité tout en restant conforme aux objectifs généraux du BIM-AVC ».

Afin de résoudre les conflits de priorités entre les modèles BIM, les participants ont souligné l'importance de la formation technique des concepteurs et des ingénieurs afin d'harmoniser l'utilisation du BIM pour les besoins de la conception et de l'ACV. Un participant a déclaré : « Une formation ciblée aidera les praticiens à intégrer les considérations relatives à l'ACV dès le début du processus de conception sans compromettre d'autres priorités. » En outre, le groupe a souligné la valeur de directives standardisées permettant de concilier les exigences de la conception et de la construction avec l'intégration des considérations relatives au carbone intrinsèque dans les processus de travail BIM.

Le groupe de discussion B a identifié trois solutions immédiatement applicables pour relever les défis urgents liés à l'intégration du BIM et de l'ACV. Premièrement, les participants ont souligné la nécessité de clarifier si le BIM devait être facultatif ou obligatoire pour les projets impliquant l'ACV, suggérant que des lignes directrices claires pourraient assurer la cohérence et encourager une adoption plus large. Deuxièmement, ils ont mis de l'avant le potentiel de l'IA pour simplifier le processus d'intégration en automatisant la correspondance des données, en améliorant la précision des modèles et en réduisant les efforts manuels. Un participant a fait remarquer que « l'IA pourrait simplifier considérablement les processus de travail et remédier aux incohérences, rendant ainsi l'intégration du BIM et de l'ACV plus efficace ». Enfin, le groupe a souligné l'importance de programmes de formation ciblés pour les concepteurs, les ingénieurs et les autres parties prenantes. Ces programmes devraient viser à doter les praticiens des compétences nécessaires pour intégrer efficacement les considérations relatives à l'ACV dans les processus de modélisation BIM, les aidant ainsi à surmonter les obstacles techniques et à améliorer les résultats de la mise en œuvre.

La discussion du groupe B a permis de trouver des solutions concrètes, en soulignant le rôle de la coordination, de l'innovation et de l'éducation pour relever les principaux défis. Les idées du groupe ont jeté les bases de stratégies pratiques visant à faire progresser l'intégration du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque.

Tableau 6 : Solutions identifiées pour les défis techniques et la mise en œuvre immédiate définis par le groupe de discussion B.

Solutions aux défis identifiés	Mise en œuvre immédiate
<p>1. Complexité et précision du modèle BIM</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Développement coordonné des modélisations : Les entreprises qui utilisent avec succès le BIM pour l'ACV ont coordonné leurs modélisations dès le début pour s'aligner sur les besoins de l'ACV. L'élaboration de lignes directrices sur la manière de structurer les modèles BIM pour l'ACV dès le départ pourrait fournir une approche normalisée. ▪ Intégration de l'IA : L'exploitation des technologies d'IA pour améliorer la précision des modèles et automatiser les tâches, telles que la validation et la cartographie des données, peut résoudre les problèmes de complexité et d'imprécision. ▪ Ajustements manuels comme solution de secours : Pour les projets où l'intégration BIM pose des défis importants, les relevés manuels peuvent être utilisés comme solution provisoire afin de garantir l'exactitude des données. <p>2. Des normes BIM obligatoires dans tous les secteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réglementation modérée : La mise en œuvre de réglementations modérées en matière de BIM, adaptées aux besoins spécifiques du secteur, peut constituer une approche nuancée, garantissant la cohérence sans imposer de contraintes trop strictes aux industries. ▪ Applications Python à des fins de personnalisation : la création d'applications Python intégrées aux outils BIM permet une personnalisation spécifique à chaque secteur tout en respectant les normes convenues. Cette approche améliore la flexibilité tout en favorisant la cohérence entre les applications. <p>3. Priorités contradictoires des modèles BIM</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Formation technique : Une formation technique ciblée pour les concepteurs et les ingénieurs sur l'intégration des besoins en ACV dans les modèles BIM peut combler le fossé entre les priorités de conception/construction et les exigences en matière d'ACV. ▪ Lignes directrices normalisées : L'établissement de lignes directrices claires pour concilier les priorités en matière de conception et de construction avec l'intégration de l'ACV peut contribuer à réduire les conflits et à garantir que les deux objectifs sont atteints de manière efficace. 	<p>1. Utiliser l'IA pour intégrer le BIM à l'ACV</p> <p>2. Formation pour les parties prenantes</p>

MISE EN ŒUVRE DES LACUNES IDENTIFIÉES

Mise en œuvre des solutions par le groupe de discussion A

Le groupe de discussion A s’est concentré sur l’identification de solutions pour combler les lacunes existantes dans l’automatisation de la cartographie et de la classification des données entre les systèmes BIM et ACV. En outre, les participants ont exploré comment les modes de réalisation collaborative de projets, tels que la réalisation de projet intégré (RPI), peuvent permettre de résoudre efficacement le problème de l’alignement des mesures incitatives, en veillant à ce que toutes les parties prenantes soient motivées pour travailler à la réalisation d’objectifs communs en matière de durabilité et d’efficacité.

Au niveau des politiques, le groupe a souligné l’importance de rendre obligatoires des normes BIM assorties d’exigences explicites en matière d’intégration des pratiques ACV, particulièrement pour les projets qui dépasseraient certains seuils, fixés en fonction du coût ou de la taille. De telles obligations créeraient un cadre structuré pour l’intégration de l’ACV dans les processus de conception et de réalisation des projets.

De plus, le groupe a proposé que la déclaration de l’ACV soit rendue obligatoire pour les projets de grande envergure, dépassant une certaine taille. Cela permettrait à la fois de garantir que les efforts investis dans les pratiques de durabilité soient proportionnels à la taille et à l’impact du projet, et d’aligner les mesures incitatives de toutes les parties concernées. En intégrant systématiquement les pratiques d’ACV dans les projets de grande envergure et ayant un impact important, ces politiques visent à favoriser une culture de la responsabilité et à promouvoir l’adoption de ces pratiques dans l’ensemble du secteur de la construction.

Le groupe de discussion A a souligné la nécessité de combler les lacunes systémiques dans l’intégration des processus de BIM et d’ACV grâce à l’automatisation et à des structures collaboratives, telles que la RPI, afin d’harmoniser les mesures incitatives destinées aux parties prenantes et de favoriser la réalisation des objectifs de durabilité. Le groupe a également souligné l’importance des mesures politiques, notamment l’adoption de normes BIM obligatoires accompagnées d’une politique de déclaration des ACV.

Tableau 7 : Solutions identifiées pour les lacunes et mise en œuvre immédiate identifiées par le groupe de discussion A.

Mise en œuvre des lacunes identifiées	Mise en œuvre immédiate
<ol style="list-style-type: none"> 1. Comblent les lacunes en matière d’automatisation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatiser la cartographie et classification des données entre le BIM et l’ACV. 2. Modèles de collaboration pour la réalisation des projets 3. Normes BIM obligatoires <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les normes BIM qui incluent des exigences explicites en matière d’ACV pour les projets dépassant certains seuils. 4. Rapports obligatoires sur les ACV <ul style="list-style-type: none"> ▪ Déclaration obligatoire de l’ACV pour les projets à grande échelle afin d’aligner les efforts de développement durable sur l’impact des projets et d’assurer l’intégration systématique des pratiques. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mise en place d’une politique 2. Automation and alignment

Mise en œuvre des solutions par le groupe de discussion B

Le groupe de discussion B s'est concentré sur l'identification de solutions pour combler les lacunes et relever les défis liés à l'intégration du BIM dans la comptabilisation du carbone intrinsèque. L'une des principales priorités était de remédier au manque d'outils, les participants soulignant la nécessité de disposer de logiciels capables de lire les nomenclatures BIM, de combler les lacunes en matière de données et de générer des nomenclatures prêtes pour l'ACV. Un participant a ajouté : « La cohérence des logiciels et des hypothèses de l'ACV est essentielle pour garantir la fiabilité des projets et éviter les résultats contradictoires. » Le groupe a également discuté du rôle de l'IA dans l'amélioration des processus de travail, soulignant son potentiel pour automatiser la cartographie des données et détecter les incohérences. Cependant, un autre participant a souligné que « l'IA ne peut pas faire tout le travail à la place des concepteurs, mais qu'elle peut être un outil précieux pour soutenir et renforcer leurs efforts ».

En matière de politiques et de réglementation, les participants ont souligné l'importance d'une réglementation fédérale, provinciale et locale pour soutenir l'adoption des pratiques BIM-ACV. Ils ont convenu que des solutions techniques devraient être élaborées avant les politiques pour les orienter, un participant mentionnant que « les politiques devraient suivre l'innovation, et non la précéder, afin de s'assurer qu'elles correspondent aux capacités pratiques et techniques ». Le groupe a également reconnu le potentiel de l'analyse comparative, grâce à la collecte de données sur des projets à plus grande échelle, pour influencer les orientations politiques futures.

Les discussions ont également souligné la nécessité de mettre en place des mesures incitatives en matière de formation afin d'encourager les professionnels à adopter les processus BIM-ACV. Les participants ont identifié des synergies potentielles entre les processus, telles que l'alignement des tâches ACV avec le champ d'application des estimateurs de coûts, afin d'améliorer l'efficacité. L'accessibilité a également été un thème récurrent, le groupe s'accordant sur le fait que des outils gratuits doivent être mis à la disposition des praticiens. L'un des participants a fait remarquer que « le développement et la maintenance d'outils gratuits nécessiteront des financements, mais qu'ils sont essentiels pour réduire les obstacles et promouvoir une adoption à grande échelle ».

Le groupe de discussion B a identifié deux solutions immédiates pour combler les lacunes dans l'intégration du BIM et de la comptabilisation du carbone intrinsèque. Premièrement, les participants ont souligné l'importance de l'intégration de l'IA pour automatiser les processus, améliorer la cartographie des données et détecter les incohérences. L'un d'entre eux a notamment déclaré que « l'IA peut constituer un outil puissant pour compléter, et non remplacer, le travail des concepteurs ». Deuxièmement, la formation a été jugée essentielle, avec des programmes ciblés et des mesures incitatives nécessaires pour doter les praticiens des compétences requises pour intégrer efficacement le BIM et l'ACV dans leurs flux de travail. Enfin, le groupe a souligné la nécessité d'établir une base de référence, en préconisant la mise en place de systèmes permettant de collecter et d'analyser les données d'un plus grand nombre de projets. Cette approche contribuerait à établir des bases de référence en matière de performance et fournirait des informations utiles pour orienter les pratiques du secteur et l'élaboration des politiques futures. Ces solutions immédiates visent à relever les principaux défis et à accélérer les progrès en matière d'intégration du BIM et de l'ACV.

Tableau 8 : Solutions identifiées pour les lacunes et la mise en œuvre immédiate identifiées par le groupe de discussion B

Mise en œuvre des lacunes identifiées	Mise en œuvre immédiate
<p>1. Développement d'outils et progrès technologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer un logiciel capable de lire une nomenclature BIM, combler les lacunes et ajouter des étiquettes pour rendre le tout prêt pour l'ACV. • Assurer la cohérence des logiciels et des hypothèses de l'ACV pour rationaliser les flux de travaux et améliorer la fiabilité. • Exploitez les capacités de détection de l'IA pour améliorer la cartographie des données, automatiser les flux de travaux et identifier les incohérences. <p>2. Politique et réglementation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des réglementations fédérales, provinciales et locales sont nécessaires pour guider efficacement l'adoption de l'intégration de la BIM et de l'ACV. • Élaborer des solutions techniques qui soutiennent l'élaboration des politiques, en veillant à ce que les politiques suivent l'innovation technologique au lieu de la précéder. • Explorer les répercussions potentielles des politiques en matière d'étalonnage grâce à la collecte de données sur des projets à plus grande échelle. <p>3. Formation et mesures incitatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Offrir des mesures incitatives à la formation pour encourager l'adoption et développer l'expertise des professionnels. • Déterminer les synergies dans les processus de travail, en intégrant éventuellement les tâches liées à l'ACV dans le champ d'activité des estimateurs de coûts afin de rationaliser les processus. <p>4. Accessibilité et financement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Veiller à ce que les praticiens disposent d'outils gratuits afin d'améliorer l'accessibilité, et réduire les difficultés d'accès. • Obtenir des financements pour développer et maintenir ces outils, en garantissant leur fiabilité et leur utilisation à long terme. 	<p>1. Intégration de l'IA</p> <p>2. Analyse comparative</p>

DISCUSSION FINALE DE L'ATELIER

La discussion finale a synthétisé les résultats des sessions de l'atelier et a mis en évidence les idées, les défis et les solutions politiques identifiés pour l'intégration du BIM dans la comptabilisation du carbone intrinsèque. Les participants ont souligné le besoin critique d'alignement des politiques, de cadres techniques et d'approches collaboratives pour faire progresser les pratiques durables et faciliter l'adoption de la comptabilité du carbone intrinsèque dans l'environnement bâti.

DÉFIS ET LACUNES IDENTIFIÉS

Les participants ont identifié les principaux obstacles techniques, procéduraux et réglementaires qui entravent l'intégration efficace du BIM et de la comptabilité du carbone intrinsèque :

1. Défis techniques :

- **Interopérabilité** : l'absence d'échange harmonisé des données entre les outils BIM et ACV engendre des inefficacités, de nombreux processus nécessitant des ajustements manuels. Une mauvaise interopérabilité limite la précision des données et augmente la charge de travail des professionnels.
- **Qualité des données** : Les bibliothèques de matériaux obsolètes, le mauvais alignement entre les modélisations architecturales et structurelles et la granularité insuffisante des modèles BIM nuisent à la fiabilité des évaluations du carbone intrinsèque.
- **Limites aux étapes préliminaires** : L'absence de modèles BIM détaillés au cours des premières étapes de la conception oblige à s'appuyer sur des hypothèses, ce qui réduit la précision des calculs du carbone intrinsèque.

2. Inefficacité du processus de travail :

- Les participants ont souligné l'effort manuel excessif requis pour nettoyer et préparer les données pour

l'ACV, ce qui ralentit les processus de travail. L'incohérence des pratiques de modélisation entre les parties prenantes ne fait qu'exacerber les inefficacités.

- Le double comptage des données, les exportations trop granulaires et l'utilisation de raccourcis comme les dessins en 2D au lieu des modèles BIM en 3D ont été cités comme des problèmes courants.

3. Lacunes en matière de politique et de normalisation :

- L'absence de normes imposées par les pouvoirs publics pour l'intégration des outils de BIM et d'ACV a donné lieu à des pratiques incohérentes. Cette lacune est particulièrement évidente dans l'absence de protocoles normalisés pour le transfert de données et l'adoption insuffisante d'outils tels que l'IFC pour l'interopérabilité.
- De nombreuses municipalités ne disposent pas d'une autorité réglementaire clairement définie pour mettre en œuvre des politiques relatives au carbone intrinsèque, ce qui rend difficile l'application des pratiques en la matière au niveau local.

4. Obstacles à l'adoption :

- Les coûts élevés des logiciels, les mesures incitatives limitées et le manque de formation découragent les petites entreprises et les projets à petite échelle d'adopter les processus de travail BIM-ACV.

5. Besoins en matière de développement d'outils :

- Validation des données, tandis que les incohérences dans les DEP et les étapes du cycle de vie créent des complications supplémentaires

DISCUSSION FINALE DE L'ATELIER

PROGRÈS TECHNOLOGIQUES ET DÉVELOPPEMENT D'OUTILS

Les participants ont souligné la nécessité d'investir dans des outils et des technologies de pointe pour surmonter les obstacles techniques :

1. L'IA et l'automatisation :

- L'intelligence artificielle peut rationaliser la cartographie des données, valider les modèles et automatiser la détection des erreurs, réduisant ainsi la charge de travail manuel et améliorant l'efficacité du processus de travail.

2. Outils et bases de données améliorés :

- Les outils capables de lire les nomenclatures, de combler les lacunes en matière de données et de générer des résultats prêts pour l'ACV sont essentiels pour améliorer l'intégration.
- L'élargissement des bibliothèques de DEP et le développement de bases de données centralisées pour l'analyse comparative des données sur le cycle de vie peuvent améliorer la fiabilité et l'accessibilité des données.

3. Intégration du processus de travail :

- L'investissement dans des API, des modules d'extension et des plateformes infonuagiques qui facilitent l'intégration transparente entre les outils de BIM et d'ACV est essentiel pour améliorer l'interopérabilité et réduire les inefficacités.

4. Accessibilité :

Les gouvernements et les professionnels de la construction devraient veiller à ce que des outils gratuits ou peu coûteux soient disponibles afin de réduire les obstacles à l'adoption, en particulier pour les petites entreprises et les petits projets.

CADRES DE COLLABORATION ET MESURES INCITATIVES

Les participants ont souligné l'importance des modèles de collaboration pour aligner les efforts des parties prenantes et remédier au décalage des mesures incitatives :

- **Réalisation de projet intégré (RPI) :** Les modèles de RPI permettent d'harmoniser les mesures d'incitation destinées aux intervenants d'un projet et de favoriser la collaboration entre les équipes en établissant des objectifs communs en matière de durabilité. Ces modèles encouragent l'engagement tôt dans le processus et rationalisent les processus de travail entre les différentes disciplines participant à un projet de construction.
- **Partenariats public-privé :** La collaboration entre les gouvernements, les groupes industriels et les institutions universitaires peut accélérer le développement et l'adoption de solutions innovantes, telles que des outils avancés et des cadres politiques.
- **L'étalonnage et les mesures de performance :** La collecte de données provenant d'un plus grand nombre de projets permet de créer des points de référence et des indicateurs de performance. Ces repères peuvent aider les gouvernements et les décideurs politiques à élaborer de meilleures politiques. Parallèlement, les données fournissent des informations précieuses que les professionnels du bâtiment peuvent utiliser pour améliorer leur travail et prendre des décisions éclairées.

Les discussions de l'atelier ont jeté les bases d'une progression de l'intégration du BIM et de l'ACV grâce à une coordination des politiques, de la technologie et de la collaboration. Il est essentiel de s'attaquer aux obstacles techniques, d'aligner les cadres réglementaires et de favoriser l'éducation et la collaboration pour permettre au secteur de l'environnement bâti de réduire efficacement les émissions de carbone intrinsèque. Grâce à une action concertée à tous les niveaux du gouvernement et des professionnels de la construction, ces recommandations offrent une voie vers des progrès significatifs dans la construction d'un avenir durable.

RÉSULTAT CLÉ DE L'APPRENTISSAGE

APERÇU DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS

L'atelier a révélé que le BIM a le potentiel de réduire les émissions de carbone intrinsèque dans la construction en facilitant des évaluations détaillées du cycle de vie et une sélection éclairée des matériaux. Cependant, son intégration se heurte à des défis majeurs, notamment des problèmes d'interopérabilité entre les outils, des données incohérentes et incomplètes, et un manque de pratiques normalisées dans l'ensemble du secteur de la construction. Ces obstacles limitent son efficacité et son adoption à plus grande échelle. Afin de maximiser le potentiel du BIM en matière de réduction du carbone intrinsèque, il est recommandé d'étendre la collaboration entre les principales parties prenantes, les ingénieurs, les constructeurs, les architectes, les analystes d'ACV et les décideurs politiques. Des protocoles normalisés d'échange de données devraient être mis en place, parallèlement à des politiques exigeant l'utilisation du BIM pour la comptabilisation du carbone intrinsèque dans les projets de construction. En outre, l'exploitation de technologies avancées telles que l'IA pourrait contribuer à rationaliser les processus de travail, à automatiser la cartographie des données et à améliorer la précision, faisant ainsi du BIM un outil plus pratique et plus efficace pour atteindre les objectifs de durabilité.

RECOMMANDATIONS

Les discussions de l'atelier ont souligné la nécessité d'une approche cohérente pour surmonter les obstacles à l'intégration du BIM et de la comptabilisation du carbone intrinsèque. Les participants ont souligné qu'il fallait combiner des interventions politiques ciblées, des innovations technologiques et des initiatives visant à améliorer les compétences pour combler ces lacunes. Parmi les principaux défis identifiés figurent l'adoption incohérente des normes, les problèmes d'interopérabilité et le manque de sensibilisation des parties prenantes. À ces défis s'ajoute l'absence de mesures incitatives financières et de cadres réglementaires rendant obligatoire l'intégration de l'ACV dans les processus de travail BIM. Conscients de ces complexités, les participants ont proposé des solutions potentielles pour surmonter les obstacles techniques, procéduraux et politiques, afin de garantir une approche structurée et évolutive pour faire progresser la durabilité dans l'environnement bâti.

Pour combler ces lacunes, les participants ont proposé des solutions politiques ciblées visant à aligner l'innovation technique sur les cadres réglementaires afin de promouvoir l'adoption et la cohérence :

SOLUTIONS PROPOSÉES AXÉES SUR LES POLITIQUES

1. Obliger les normes et l'intégration du BIM :

- Le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux du Canada devraient adopter des normes BIM obligatoires qui incluent explicitement les exigences en matière d'ACV. Ces normes pourraient être adaptées aux projets de plus grande envergure afin d'assurer des répercussions significatives en matière de durabilité.
- Les politiques devraient encourager une certaine souplesse propre à chaque secteur tout en maintenant la cohérence des normes générales, telles que l'utilisation de l'IFC pour l'interopérabilité.

2. Incorporation du carbone intrinsèque dans les codes de construction :

- Les responsables politiques devraient intégrer dans les codes du bâtiment et dans les règlements d'urbanisme des indicateurs relatifs aux émissions de carbone intrinsèque. Ces mesures devraient notamment inclure l'obligation de fournir des rapports sur le cycle de vie dans le cadre des processus de zonage et d'octroi de permis.

3. Encourager la collaboration régionale :

- Les municipalités devraient tirer parti de l'expertise collective pour établir des politiques et des outils normalisés. Par exemple, la collaboration entre les villes de Richmond et de Vancouver dans le cadre d'initiatives visant à réduire les émissions de carbone du béton a été soulignée comme un modèle pour favoriser la cohérence régionale et l'apprentissage mutuel.

4. Fournir des incitatifs financiers :

- Le gouvernement du Canada devrait mettre en place des aides, des crédits d'impôt et des subventions pour encourager l'adoption des processus de travail BIM-ACV. Cette approche peut contribuer à réduire les obstacles financiers pour les projets à petite échelle et à encourager l'innovation.

RÉSULTAT CLÉ DE L'APPRENTISSAGE

INITIATIVES EN MATIÈRE D'ÉDUCATION ET DE DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES

L'éducation et la formation des architectes et des constructeurs sont apparues comme des thèmes clés pour combler les lacunes en matière de connaissances et de compétences techniques :

1. **Programmes de formation ciblés** : Des programmes de formation sur mesure devraient être développés pour doter les praticiens des compétences nécessaires pour intégrer efficacement le BIM à l'ACV. Ces programmes, menés par des cabinets d'architectes, des bureaux d'études, des fournisseurs de logiciels BIM (ex. Autodesk, Trimble) et des organisations professionnelles, devraient aborder les aspects techniques et pratiques, notamment la gestion des données, l'optimisation du processus de travail et l'utilisation des outils.
2. **Campagnes de sensibilisation** : Il est essentiel de sensibiliser les professionnels du bâtiment à l'importance de la comptabilisation du carbone intrinsèque pour favoriser une adoption plus large. Les parties prenantes telles que les groupes de défense de la construction écologique, les agences gouvernementales, les établissements d'enseignement et les associations industrielles peuvent diriger l'élaboration de matériel pédagogique et des campagnes publiques visant à démystifier ces concepts pour un public plus large, y compris les propriétaires de bâtiments.
3. **Plateformes de partage des connaissances** : La mise en place de forums de collaboration interdisciplinaire, tels que des ateliers, des webinaires et des centres de ressources, peut faciliter l'échange de bonnes pratiques et stimuler l'innovation. Les parties prenantes telles que les associations du secteur de la construction, les institutions de recherche et les entreprises technologiques fournissant des outils de collaboration pourraient organiser et gérer ces plateformes afin d'en maximiser l'impact.

PROCHAINES ÉTAPES

Le projet « **Identification des lacunes et défis liés à la modélisation des données du bâtiment (BIM) pour quantifier le carbone intrinsèque** » a mis en évidence les obstacles et proposé des solutions potentielles à certains de ces défis. Afin de poursuivre ce travail, les étapes suivantes sont prévues. Un document de recherche détaillé résumant les résultats des phases 1 et 2 sera publié afin de favoriser la collaboration entre les chercheurs, les professionnels et les décideurs politiques. Les résultats soutiendront également le projet Pathways to Net Zero Embodied Carbon Buildings en relevant les défis liés à la compatibilité des outils, à la qualité des données et aux processus de travail.

En outre, les questions non résolues, telles que l'amélioration des modèles BIM à un stade préliminaire et l'amélioration des calculs du carbone biogénique, devraient être approfondies en collaboration avec des experts de l'industrie et des universitaires. Ces initiatives visent à renforcer les politiques, à améliorer les pratiques et à stimuler l'innovation en matière de réduction du carbone intrinsèque dans la construction.

RÉFÉRENCES

CanBIM, 2024. Certification-Building Transformations. Building Transformations. <https://www.buildingtransformations.org/certification>

Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa), 2021. Carbone intrinsèque : un bilan pour les bâtiments au Canada. <https://globalabc.org/resources/publications/2021-global-status-report-buildings-and-construction>.

Conseil national de recherches Canada (CNRC), 2022. Lignes directrices nationales en matière d'analyse du cycle de vie de l'ensemble du bâtiment. Conseil national de recherches Canada. <https://nrc-publications.canada.ca/fra/voir/objet/?id=f7bd265d-cc3d-4848-a666-8eeb1fbde910>

Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC), 2022. Plan de réduction des émissions pour 2030 : Prochaines étapes du Canada pour un air pur et une économie forte <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2022/03/plan-de-reduction-des-emissions-pour-2030--prochaines-etapes-du-canada-pour-un-air-pur-et-une-economie-forte.html>

Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC), 2024. Émissions préliminaires de gaz à effet serre du Canada 1990-2023 [Résultats du programme; page de navigation; orientation]. Environnement et Changement Climatique Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/inventaire/emissions-preliminaires-1990-2023.html>

Groupe consultatif pour la carboneutralité du Canada (GCPC), 2023. Proposition concernant le plan de réduction des émissions de 2030 du gouvernement du Canada. Groupe consultatif pour la carboneutralité du Canada. <https://www.gcpc2050.ca/publications/proposition-concernant-le-plan-de-reduction-des-emissions-de-2030-du-gouvernement-du-canada>

ISED-ISDE Canada, 5 octobre 2023. Matériaux de construction à faible émission de carbone. Innovation, Sciences et Développement économique Canada. <https://ised-isde.canada.ca/site/solutions-innovatrices-canada/fr/materiaux-construction-faibles-emissions-carbone>

ISO, 2017. ISO 21930:2017 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Règles principales pour les déclarations environnementales des produits de construction et des services. <https://www.iso.org/fr/standard/61694.html>.

Rocky Mountain Institute (RMI), 2023. Driving Action on Embodied Carbon in Buildings. Rocky Mountain Institute. <https://rmi.org/insight/driving-action-on-embodied-carbon-in-buildings/>

Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC), 15 août 2023. Derniers progrès du projet de l'édifice du Centre [Matériel promotionnel]. Services publics et Approvisionnement Canada. <https://www.canada.ca/fr/services-publics/approvisionnement/services/infrastructure-immeubles/cite-parlementaire/projets-cite-parlementaire/projet-edifice-centre/derniers-progres.html>

Statistique Canada, 2023. Le Quotidien — Indices des prix de la construction de bâtiments, deuxième trimestre de 2023. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/230731/dq230731a-fra.htm>

UBC - Les voies vers un carbone intrinsèque net zéro dans les bâtiments

Annexe II Informations sur les participants et les personnes interrogées.

NOM	RÔLE/TITRE PROFESSIONNEL	ORGANISATION
Alex Mannion	Étudiant en maîtrise	Université de la Colombie-Britannique
Ayme Sharma	Associé	ZGF Architects Inc.
Bahram Azizi	Architecte	Azizi Architect Inc.
Dervash Bhonde	Chercheur postdoctoral	Université de la Colombie-Britannique
Elise Woestyn	Directeur, Performance des bâtiments	HCMA Architecture + Design
Farzad Jalaei	Chargé de recherche	Conseil national de recherches Canada
Haibo Feng	Professeur assistant	Département des sciences du bois, UBC
Hugh Nolan	Analyste de l'énergie et du carbone dans les bâtiments	Reload Sustainable Design Inc
Jennifer O'Connor	Présidente de l'Institut Athena	Athena Sustainable Materials
Juan Rivera	Architecte	HCMA Architecture + Design
Matthew Bowick	Chargé de recherche principal	Athena Sustainable Materials
Megan Badri	Gestionnaire de recherche	UBC Sustainability Hub
Molly Walsh	Analyste de la durabilité et de la performance des bâtiments	ZGF Architects inc.
Navid Hosseini	Directeur général, PDG	Recollective Consulting
Omar Swei	Professeur associé	Département de génie civil, UBC
Stéphanie Dalo	Gestionnaire de programme	CLF British Columbia (Carbon Leadership Forum), ZEIC
Tim Meyers	Directeur associé	ZGF Architects Inc.
Tony Yang	Professeur	Département de génie civil, UBC

