

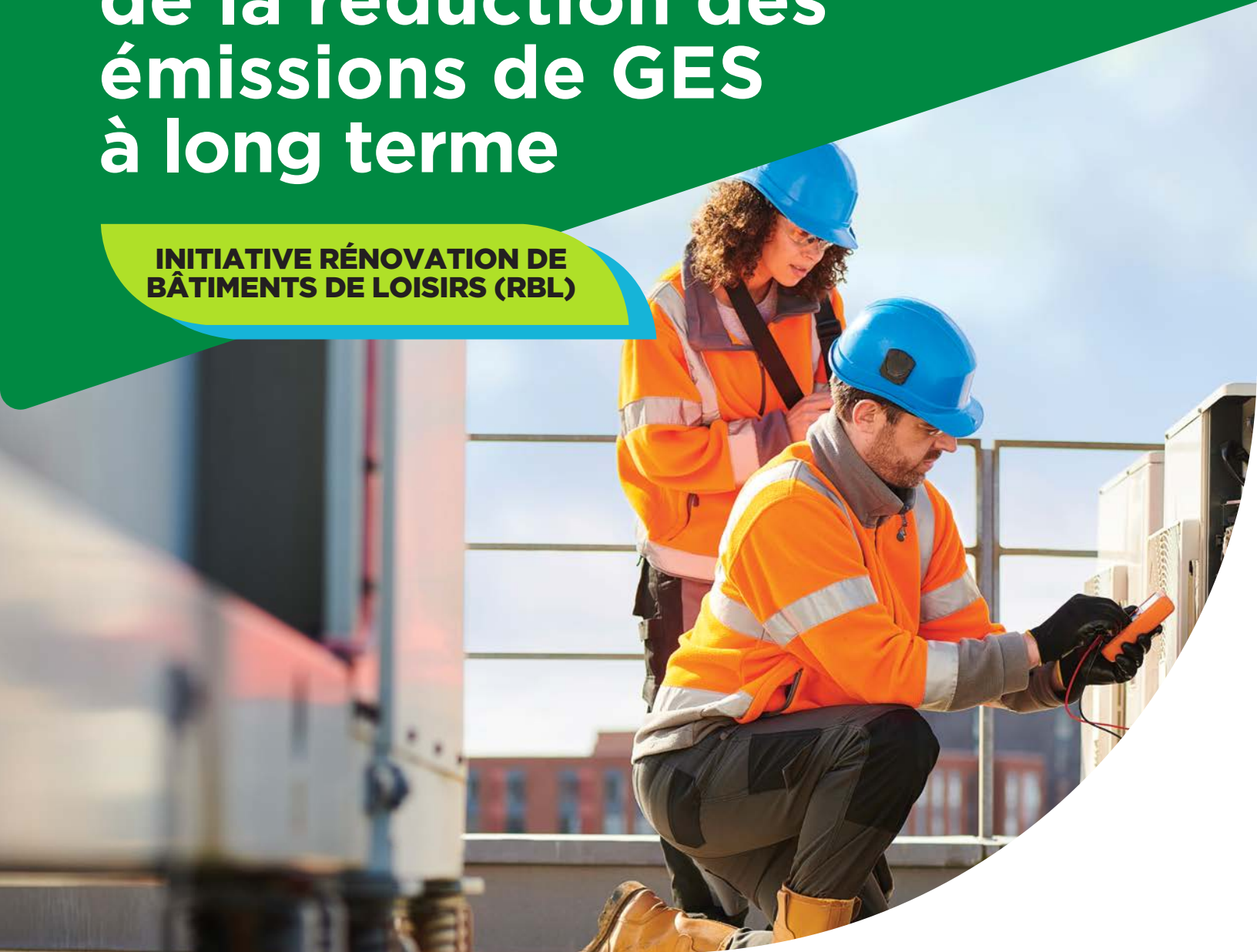


FONDS  
MUNICIPAL  
VERT

GREEN  
MUNICIPAL  
FUND

# Document d'orientation pour l'étude de faisabilité de la réduction des émissions de GES à long terme

**INITIATIVE RÉNOVATION DE  
BÂTIMENTS DE LOISIRS (RBL)**



Un programme de la/  
A program of

**FCM**

Financé par/  
Funded by

**Canada**

# TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
Définition du programme	3
À propos de ce document d'orientation	4
<b>PARTIE 1 : OBJECTIF ET RÉSULTATS ESCOMPTÉS DE L'ÉTUDE</b>	<b>5</b>
Résultat requis de l'étude	5
Autres considérations	7
<b>PARTIE 2 : PROCESSUS D'ÉTUDE ET EXIGENCES</b>	<b>9</b>
Étape 1 : Étude du site	9
Étape 2 : Modélisation étalonnée du bâtiment existant	11
Étape 3 : Atelier de conception	13
Étape 4 : Analyse au niveau des mesures	14
Étape 5 : Scénarios de réduction des émissions de GES à long terme et analyse de l'ensemble des mesures	18
Étape 6 : Atelier décisionnel	21
Étape 7 : Rapport final	22
<b>PARTIE 3 : DÉFINITIONS ET RÉFÉRENCES</b>	<b>23</b>
Termes et définitions clés	23
Facteurs et hypothèses	26
Prix des services publics et du carbone	27
Coût du cycle de vie et ressources	28
Estimation des coûts et ressources	29
Exemple de plan du rapport	30
<b>ANNEXE A : EXEMPLE DE SCÉNARIO DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES À LONG TERME</b>	<b>31</b>

# INTRODUCTION

## Définition du programme

L'initiative Rénovation de bâtiments de loisirs (RBL) de la Fédération canadienne des municipalités (FCM) contribue à optimiser le rendement énergétique et à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) des bâtiments communautaires appartenant aux municipalités et aux organismes à but non lucratif. L'initiative RBL est administrée par le Fonds municipal vert (FMV) de la FCM.

L'initiative Rénovation de bâtiments de loisirs de la FCM est une initiative de 167 millions de dollars qui a été rendue possible grâce à une contribution du gouvernement fédéral de 950 millions de dollars dans son budget de 2019. Les demandeurs peuvent combiner le financement de l'initiative RBL à d'autres programmes, y compris ceux offerts par les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Les subventions pour les études de faisabilité de la réduction des émissions de GES à long terme aident à intégrer des mesures de réduction des émissions de GES et de la consommation d'énergie dans les plans de gestion des bâtiments communautaires à long terme. Ces études permettront aux municipalités de cerner une série de mesures de réduction des émissions de GES (le « plan de réduction des émissions de GES à long terme ») qui les aideront à réduire les émissions de

GES provenant des bâtiments communautaires d'au moins 50 % d'ici dix ans et d'au moins 80 % (c.-à-d. des émissions de GES presque nulles) d'ici vingt ans, et ce, tout en gérant leurs dépenses en immobilisations et en réduisant leurs coûts d'exploitation. Pour obtenir la liste complète des conditions d'admissibilité à l'initiative RBL et aux études de faisabilité du plan de réduction des émissions de GES à long terme, consultez le [guide de présentation d'une demande](#).

La réalisation d'une étude de faisabilité de la réduction des émissions de GES à long terme dans le cadre de l'initiative RBL ou d'une étude équivalente est une condition préalable à la présentation d'une demande pour un projet d'immobilisations visant à réduire les émissions de GES à long terme. Les études équivalentes doivent répondre aux exigences minimales énoncées dans ce document, mais il n'est pas nécessaire qu'elles aient été financées par l'initiative RBL. Si vous avez réalisé une étude de faisabilité et que vous n'êtes pas sûr qu'elle réponde aux exigences minimales, vous pouvez communiquer avec la FCM pour obtenir des conseils.

Pour en savoir plus, veuillez visiter [notre site Web](#).

Les municipalités nordiques peuvent [communiquer avec la FCM](#) pour obtenir des conseils supplémentaires.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Le Nord correspond aux trois territoires et à l'étendue septentrionale de sept provinces. Il comprend les parties des provinces suivantes définies par les [codes de Statistique Canada](#) : Terre-Neuve-et-Labrador (10), Québec (24), Ontario (35), Manitoba (46), Saskatchewan (47), Alberta (48) et Colombie-Britannique (59).

## À propos de ce document d'orientation

Le présent document a été élaboré afin de fournir des directives pour la préparation d'une étude de faisabilité de la réduction des émissions de GES à long terme (« étude ») dans le cadre de l'initiative Rénovation de bâtiments de loisirs (RBL) du FMV.

Le document est divisé en deux sections importantes :

### **Objectif, processus, détails :**

La première partie résume l'objectif général de l'étude. La deuxième partie traite des détails du processus et de la réalisation ainsi que de la qualité du travail. La troisième partie comprend un glossaire des termes importants et des références techniques.

### **Exigences et recommandations :**

Dans la première et la deuxième partie, chaque section comprend les exigences de la FCM pour l'étude ainsi que les recommandations ou les pratiques exemplaires. En général, il y a moins d'exigences que de recommandations ou de pratiques exemplaires, et les exigences sont souvent de nature qualitative. Les recommandations ou les pratiques exemplaires donnent plus de détails sur les normes de l'industrie pour des travaux similaires et offrent des points de départ pratiques pour l'analyse.

# Partie 1 :

## OBJECTIF ET RÉSULTATS ESCOMPTÉS DE L'ÉTUDE

L'objectif d'une étude de faisabilité de la réduction des émissions de GES à long terme (« étude ») est d'aider les décideurs de municipalités et d'organismes à but non lucratif à prendre des décisions précoces et éclairées en matière de planification des immobilisations de leurs actifs en fonction de leurs objectifs de réduction des émissions de GES et d'autres objectifs organisationnels (financiers, durables, opérationnels, etc.). L'étude permettra au promoteur du projet<sup>2</sup> d'explorer d'autres mesures de réduction des émissions de GES et de déterminer le bon moment pour réaliser des investissements en immobilisations pour atteindre ces objectifs.

Les études porteront sur :

- a) l'unicité du lieu et les contraintes et possibilités organisationnelles et juridictionnelles actuelles pour le promoteur du projet;
- b) une grande variété de mesures de réduction des émissions de GES adaptées au lieu;
- c) la nature systémique des projets de rénovation en profondeur en matière d'émissions de carbone (au-delà des rénovations isolées de systèmes individuels, prise en compte des interactions et des interrelations des systèmes du bâtiment dans leur ensemble);

- d) les répercussions du coût du cycle de vie en tenant compte des besoins en immobilisations initiaux, de l'exploitation des installations et de l'entretien de l'équipement;
- e) l'importance plus générale de l'installation pour les activités essentielles du promoteur du projet (c.-à-d. les contraintes opérationnelles de la mise en œuvre des mesures<sup>3</sup>).

En raison de la complexité des rénovations en profondeur, en particulier celles entreprises dans des installations existantes en exploitation dont les budgets d'immobilisations et d'entretien sont traditionnellement fixes, l'étude se concentre davantage sur l'alignement de l'engagement opérationnel et de la planification des immobilisations.

### Résultat requis de l'étude

L'étude doit expliquer au moins un plan de réduction des émissions de GES à long terme choisi au terme de la comparaison d'au moins deux scénarios. Un plan de réduction des émissions de GES à long terme décrit un ensemble de mesures (le « plan ») et un plan d'immobilisations visant à réduire les émissions de GES d'au moins 50 % dans un délai de dix ans et d'au moins 80 % dans un délai de vingt ans par rapport au rendement de référence<sup>4</sup>.

2 Le terme « promoteur du projet » désigne l'entité qui réalise l'étude (p. ex. les propriétaires de bâtiments municipaux ou à but non lucratif).

3 Consultez la section sur les [analyses au niveau des mesures](#) pour en savoir plus sur les mesures de l'étude.

4 Un scénario de réduction des émissions de GES à long terme peut différer du plan au niveau des détails et des efforts mis dans le plan d'immobilisations.

## Scénarios de réduction des émissions de GES à long terme

Le promoteur du projet peut décider, au terme de l'étude, que deux ou plusieurs plans de réduction des émissions de GES à long terme soient définis pour les décideurs clés. Il peut également choisir d'incorporer un plan de réduction des émissions de GES à long terme à mettre en œuvre dans le processus d'étude. Que l'étude présente un ou plusieurs plans de réduction des émissions de GES, elle doit inclure la mise en œuvre d'au moins deux scénarios, comme indiqué ci-dessous.

L'étude doit inclure le scénario de réduction des émissions de GES à long terme suivant :

- Un scénario de « rendement minimal » avec les volets suivants :
  - Un plan sur dix ans permettant de réduire d'au moins 50 % les émissions de GES sur place par rapport au rendement actuel.
  - Un plan sur vingt ans permettant de réduire d'au moins 80 % les émissions de GES sur place par rapport au rendement actuel.

L'étude doit également inclure au moins un des scénarios de réduction des émissions de GES à long terme suivants :

- Un scénario de « rénovation en profondeur à court terme » : Ce scénario comprend les mêmes mesures de réduction des émissions de GES que le scénario de « rendement minimal », sauf que toutes les mesures seront mises en œuvre au cours des cinq premières années (possiblement par l'inclusion d'autres fonds et d'options de financement).

## OU

- Un scénario de « décarbonisation agressive » : Ce scénario donne un résultat similaire en termes de coût du cycle de vie au cours de la période d'étude que le scénario de « rendement minimal », mais maximise les réductions cumulatives annuelles d'émissions de GES au cours de la même période.

L'étude peut également inclure des scénarios supplémentaires de réduction des émissions de GES, notamment :

- Un scénario de « coût du cycle de vie ciblé par tonne d'éq. CO<sub>2</sub> » : Ce scénario comprend des mesures visant un coût de cycle de vie maximal par tonne d'émissions de GES réduite<sup>5</sup>.
- Un scénario de « potentiel maximal du site » : Ce scénario vise le plus grand potentiel de réduction possible, indépendamment des considérations relatives aux immobilisations.
- Un scénario de « retombées optimisées » : Ce scénario prend en compte des objectifs de coût par tonne d'éq. CO<sub>2</sub> et de réduction des émissions de GES ainsi que d'autres retombées qualitatives et quantitatives optimisées selon les objectifs du promoteur du projet.

En plus des scénarios qui visent à réduire les émissions de GES d'au moins 50 % dans un délai de dix ans et d'au moins 80 % dans un délai de vingt ans, l'équipe d'étude et le promoteur du projet peuvent également envisager l'inclusion d'un scénario d'un « projet similaire » à des fins de comparaison<sup>6</sup>. Il s'agit d'un scénario tendanciel fondé sur les prévisions ou les exigences d'entretien et de remplacement de l'équipement (comme déterminées par l'évaluation du site) combinées

5 Dans le cadre de la stratégie pour un gouvernement vert, les bâtiments fédéraux doivent viser un coût de 300 \$/tonne d'éq. CO<sub>2</sub> sur 40 ans.

6 Le scénario d'un « projet similaire » est peu susceptible d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de GES requis et n'est pas pris en compte dans le minimum de deux scénarios de réduction des émissions de GES à long terme requis dans l'étude.

aux recommandations formulées à la suite d'un audit énergétique traditionnel mené dans le cadre d'études antérieures de l'installation.

## Autres considérations

Les points suivants sont des éléments supplémentaires à prendre en compte dans le cadre de l'étude.

### Alignement sur les possibilités de financement

Il est recommandé que le document d'étude final répertorie les programmes d'incitation et de financement régionaux et nationaux potentiels pour les projets d'immobilisations, y compris ceux visant à réduire les émissions de GES à long terme de l'initiative RBL. Les possibilités de financement peuvent guider la planification des immobilisations visant à réduire les GES à long terme. Il convient de prendre en considération les exigences ou les conditions préalables de ces incitatifs et de ces programmes qui pourraient être intégrés dans la portée des travaux de cette étude.

### Préparation des travaux futurs

En fonction de l'urgence de l'exécution, l'étude pourrait inclure des activités supplémentaires qui permettront d'accélérer la mise en œuvre de la phase suivante des travaux. Il peut s'agir, par exemple, de la préparation d'un plan de mesure et de vérification de la conception recommandée, d'essais sur l'équipement individuel et le site (comme des essais de conductivité thermique) et de travaux de conception schématique plus détaillés.

## Analyse plus large de la durabilité et de la résilience

Il est entendu que les scénarios de réduction des émissions de GES à long terme auront d'autres avantages qualitatifs (p. ex. le confort des occupants) ou des avantages non énergétiques ou ne visant pas à réduire les émissions de GES (p. ex. des économies d'eau) qui peuvent être importants pour le promoteur du projet et d'autres parties prenantes clés. Les équipes d'étude sont invitées à intégrer ces considérations dans un processus décisionnel plus large.

Le promoteur du projet peut également envisager d'aligner les résultats de l'étude sur la planification de la résilience climatique (p. ex. en adoptant l'Optique des changements climatiques<sup>7</sup>). Cela pourrait inclure l'examen des répercussions météorologiques et climatiques futures (p. ex. le réchauffement ou les risques d'inondation) et l'attribution d'une valeur qualitative ou quantitative aux mesures qui améliorent la résilience.

## Éducation et collaboration

Étant donné la nature hautement intégrée de la planification de la décarbonisation, de nombreuses parties prenantes prennent souvent part au processus d'étude. Il s'agit d'une excellente occasion de leur expliquer le processus de décarbonisation en général ainsi que les défis et possibilités uniques que présentent les bâtiments. De même, la possibilité de collaborer et de nouer des partenariats avec d'autres organisations (fabricants d'équipement, ONG, autres municipalités, etc.) peut s'offrir, en particulier lorsque les technologies ou les processus novateurs sont explorés et qu'ils dépassent les attentes normales d'exploitation du promoteur du projet.

7 L'Optique des changements climatiques est un cadre d'évaluation défini par le gouvernement fédéral du Canada. Il sert à évaluer les projets d'infrastructure en mettant l'accent sur l'atténuation des émissions de GES et la résilience aux changements climatiques.

## Considérations sur les changements futurs

Étant donné la longue période considérée dans l'étude, le promoteur du projet devrait se demander s'il sera nécessaire de revoir les résultats et les calculs ultérieurement. Les éléments déclencheurs potentiels susceptibles d'avoir une incidence sur les résultats de l'étude et de motiver une mise à jour ultérieure sont les suivants :

- de nouvelles technologies ou des améliorations considérables apportées aux technologies existantes;
- des modifications importantes des facteurs d'émission (notamment pour les réseaux électriques) et du coût du carbone;
- des incitatifs ou des possibilités de financement nouveaux ou additionnels;
- des changements d'utilisation des installations ou des rénovations majeures.

Par conséquent, il est recommandé que le promoteur du projet veille à ce que les volets d'analyse et d'étude requis soient fournis dans un format qui puisse être mis à jour assez facilement, au besoin. Par exemple, en demandant aux fournisseurs de services de fournir des versions électroniques des modèles énergétiques étalonnés et d'utiliser des logiciels d'analyse énergétique qui ne seront pas obsolètes (ou désuets) à court ou à moyen terme.



# Partie 2 :

## PROCESSUS D'ÉTUDE ET EXIGENCES

La **figure 1** donne un aperçu des étapes à suivre pour réaliser l'étude. La deuxième partie présente les résultats attendus et les autres exigences pour chaque étape, ainsi que les recommandations en matière de pratiques exemplaires. Les références à d'autres normes ou lignes directrices ont été mises en évidence, le cas échéant, et les liens vers ces références sont inclus dans la troisième partie.

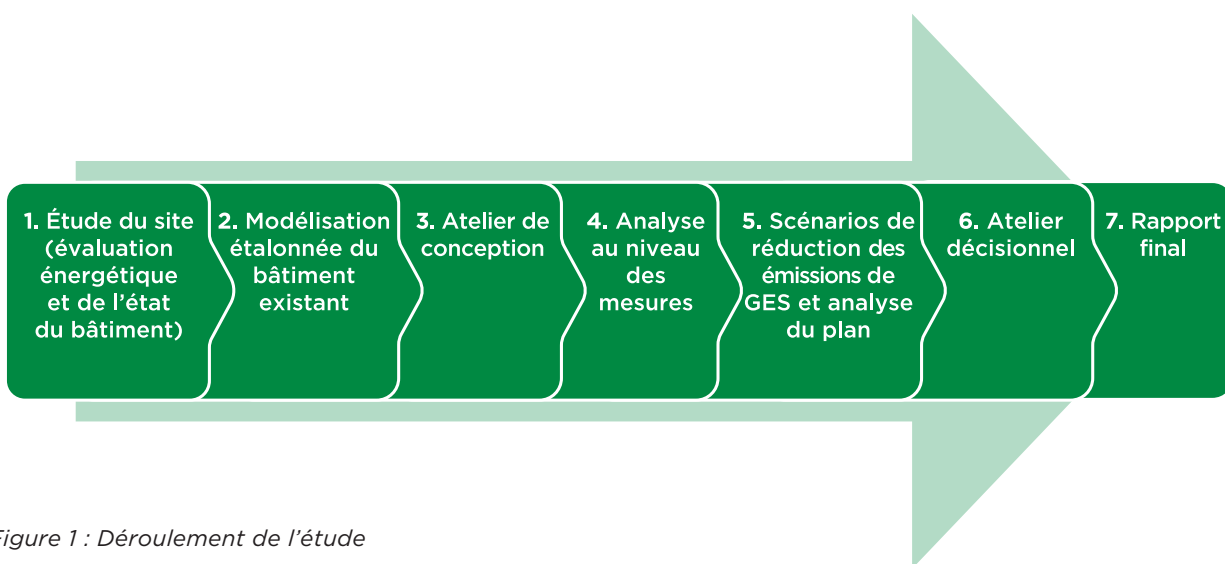


Figure 1 : Déroulement de l'étude

### Étape 1 : Étude du site

Pour commencer, « l'équipe d'étude<sup>8</sup> » passe en revue toute la documentation disponible (les études déjà réalisées, les plans existants, etc.), puis effectue une visite du site et des entretiens avec l'exploitant afin de comprendre l'installation existante et son exploitation.

Des travaux supplémentaires d'étude du site peuvent également être nécessaires pour régler les derniers détails des mesures et (occasionnellement) pour recueillir des données de compteurs temporaires servant à mieux

comprendre et à étalonner le modèle énergétique du bâtiment.

Dans presque toutes les situations, l'entretien avec l'exploitant est la composante la plus importante de l'étude du site, car les exploitants possèdent une meilleure connaissance de l'état et des conditions d'exploitation actuels de l'équipement consommateur d'énergie dans un bâtiment. De plus, ils sont souvent en mesure d'offrir un point de vue pertinent sur la façon d'améliorer ces systèmes et de remédier aux lacunes.

8 « L'équipe d'étude » désigne l'équipe de prestataires de services engagée par le promoteur pour réaliser l'étude du plan (ingénieurs, architectes, modélisateurs d'énergie, spécialistes du bâtiment, consultants en coûts, etc.).

## Exigences minimales

L'équipe d'étude doit utiliser l'étude du site pour recueillir des données conformes, minimalement, aux exigences définies pour un audit énergétique de niveau 2 de l'ASHRAE. L'étude doit toutefois contenir suffisamment de détails pour soutenir une analyse financière solide guidée par les données et des estimations précises de la consommation énergétique, des coûts et des économies, ainsi que des émissions de GES et des réductions d'émissions. L'équipe d'étude n'est pas tenue de préparer un rapport répondant aux exigences de l'ASHRAE; la norme ASHRAE 211 ne doit être utilisée qu'à titre indicatif.

L'étude du site doit comporter, au minimum, les éléments suivants :

- une revue des documents disponibles, comme les plans, les registres et les manuels d'exploitation et d'entretien, les spécifications et les fiches d'équipement, les audits, rapports et évaluations d'état antérieurs, etc.;
- une analyse des factures de services publics ou de la consommation énergétique pendant au moins 12 mois (de préférence 36 mois) et des données de référence sur le rendement;
- un relevé du site de l'installation pour évaluer les principaux systèmes du bâtiment et combler les lacunes par rapport aux connaissances acquises lors de la revue de la documentation et des entretiens avec le personnel d'exploitation et de gestion immobilière;
- un entretien ou une autre forme d'engagement auprès du personnel d'exploitation pour saisir les répercussions opérationnelles et entamer une conversation approfondie avec ces membres essentiels de l'équipe.

La partie de l'étude de faisabilité consacrée à l'évaluation énergétique doit être réalisée par un professionnel qualifié, soit un ingénieur, un gestionnaire en énergie certifié ou un vérificateur en énergie certifié.

## Pratiques exemplaires et recommandations

Une étude rigoureuse du site aidera l'équipe d'étude à cibler les occasions, les contraintes et les obstacles propres au site par rapport aux mesures potentielles dont l'étude tiendra compte.

Si une évaluation de l'état du bâtiment n'a pas été réalisée au cours des trois à cinq dernières années ou si l'équipe d'étude estime qu'une évaluation récente de l'état du bâtiment ne fournit pas de données suffisantes pour préparer un plan d'immobilisations sur vingt ans pour les systèmes énergétiques de l'installation actuelle, il est recommandé que l'équipe d'étude réalise une évaluation de l'état du bâtiment (ou une évaluation de l'état de la propriété) conformément à la norme ASTM E2018-15, *Guide standard pour les évaluations de l'état des propriétés : processus d'évaluation de l'état des propriétés de base*.

Pour l'étude des systèmes énergétiques, il est recommandé que l'équipe d'étude respecte généralement les exigences du niveau 3 de l'ASHRAE, mais elle n'est pas tenue de se conformer strictement aux exigences de préparation d'un rapport du niveau 3. Le **tableau 1** ci-dessous résume les principales différences entre les exigences de niveau 2 et de niveau 3 de l'ASHRAE (voir la norme 211 de l'ASHRAE pour obtenir une liste complète des exigences). Étant donné que le projet est considéré comme un projet exigeant en immobilisations et que l'on s'attend à une modélisation énergétique détaillée et à une analyse financière solide guidée par les données, le niveau de l'étude des systèmes du site se classera probablement

entre un audit de niveau 2 et un audit de niveau 3, selon l'ampleur des changements et de l'importance d'une mesure donnée dans le plan global de décarbonisation.

Un audit de niveau 3 officiel comprendrait une collecte de données de plus haut niveau que celle requise pour cette étude, mais contribuerait à améliorer les résultats globaux (puisque des données de meilleure qualité devraient être recueillies). Généralement, un audit de niveau 3 conviendrait pour cette étude, mais pourrait entraîner une augmentation des coûts potentiels de cette dernière.

Un examen destructif de l'enceinte et, occasionnellement, des systèmes CVC, peut être utile lorsque des lacunes dans l'information pourraient avoir une incidence considérable sur les résultats de l'étude, comme l'incertitude entourant la construction existante et l'état de l'enceinte ou de la structure. Il faut étudier avec soin la nécessité d'un examen destructif (p. ex. celui-ci peut aider à cerner les mesures possibles, l'incidence sur le rendement et les coûts connexes), mais il est généralement recommandé que l'étude s'appuie sur la documentation existante et un examen visuel.

Tableau 1 : Comparaison des exigences d'audit de l'ASHRAE

<b>Audit de niveau 2 de l'ASHRAE (gains rapides)</b> <b>Exigences minimales</b>	<b>Audit de niveau 3 de l'ASHRAE (investissements)</b> <b>Pratiques exemplaires et recommandations</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen de base du site et entretien avec le personnel d'exploitation</li> <li>• Examen des services publics</li> <li>• Répartition de l'utilisation finale de l'énergie de base</li> <li>• Mesures simples ou peu coûteuses</li> <li>• Analyse énergétique et financière de base</li> <li>• Détermination des mesures qui ont des interactions complexes ou qui nécessitent un investissement important pour une étude plus approfondie (c.-à-d. un audit de niveau 3 de l'ASHRAE)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveau 2 de l'ASHRAE avec une qualité et une précision supérieures</li> <li>• Accent sur un projet exigeant en immobilisations</li> <li>• Analyse détaillée sur le terrain (p. ex. comptage divisionnaire)</li> <li>• Modélisation détaillée de la consommation énergétique</li> <li>• Analyse financière solide guidée par les données techniques pour une estimation plus précise des économies de coûts</li> </ul>

## Étape 2 : Modélisation étalonnée du bâtiment existant

Une fois l'étude du site terminée, il faut préparer un modèle énergétique étalonné du bâtiment existant. Ce modèle énergétique sera utilisé pour évaluer les résultats en matière de consommation d'énergie et d'émissions de GES au niveau des mesures et de l'installation. Il orientera également les analyses des coûts du cycle de vie (p. ex. les économies d'énergie).

### Exigences minimales

Pour garantir les meilleurs résultats pour ce qui est susceptible d'être des ensembles de mesures de réduction des émissions de GES plus systémiques (c.-à-d. complexes et interreliés) au niveau du bâtiment, le modèle doit être étalonné conformément aux exigences établies dans la dernière révision de l'ASHRAE 14. En outre, un rapport d'étalonnage doit être fourni.

Toute la consommation énergétique du bâtiment doit être incluse dans le modèle, y compris les charges de traitement, même lorsque celles du bâtiment étudié sont importantes ou comprennent des types de systèmes qui ne sont généralement pas traités au départ par l'outil de modélisation horaire choisi par l'équipe. Lorsqu'une charge de traitement (ou tout autre système) n'a pas été modélisée au départ dans le logiciel d'analyse horaire, une documentation et des calculs supplémentaires doivent être fournis. De plus, les résultats des calculs externes doivent être combinés aux résultats modélisés au départ de façon transparente dans le rapport. Il faut inclure toute autre documentation sur les résultats globaux.

### Prise en compte de la variation significative de la base de référence

Parfois, on prévoit que les paramètres d'exploitation indépendants des bâtiments subiront des changements importants, comme la période de pointe de l'occupation, le calendrier d'utilisation, les points de consigne de température ou l'utilisation des équipements par les utilisateurs. Dans les cas où l'on s'attend à ce que le changement soit important, le modèle étalonné doit être modifié pour tenir compte de ces facteurs avant de commencer l'analyse au niveau des mesures et du bâtiment.

Lorsque le changement est considéré comme étant substantiel (p. ex. lorsque le bâtiment dispose d'un tout nouveau programme fonctionnel), il est possible d'ignorer la nécessité d'inclure un modèle étalonné pour bâtiment existant et d'utiliser les résultats d'un modèle reflétant sa nouvelle utilisation comme base de référence. Cependant, dans ce cas, des travaux supplémentaires pourraient être nécessaires à l'avenir pour comprendre comment saisir correctement les réductions des émissions de GES découlant des mesures mises en œuvre. Il faut prendre en compte ces répercussions dans l'étude.

## Pratiques exemplaires et recommandations

### Rendement total de l'enveloppe :

Une pratique exemplaire en matière de modélisation des enveloppes de bâtiments, conforme à la version la plus récente du Code national de l'énergie pour les bâtiments (CNÉB), comprend l'analyse globale des ponts thermiques, y compris les pertes de chaleur ponctuelles et linéaires. Cette analyse peut donner un aperçu des problèmes potentiels de l'enveloppe existante, en particulier aux intersections des systèmes (mur et fenêtre, parapet, etc.), et peut refléter plus précisément les avantages des pratiques exemplaires d'amélioration de l'enveloppe. Cette analyse nécessitera généralement une étude plus détaillée du site ainsi que l'intervention d'un expert en façades. BC Hydro et la Ville de Toronto ont publié des lignes directrices et des feuilles de calcul pour soutenir l'analyse et quantifier les pertes de chaleur de l'ensemble de l'installation et du système. Des liens vers ces ressources et d'autres ressources sont inclus dans la troisième partie.

**Modélisation de l'incidence de la demande d'électricité :** Il est recommandé que, dans les cas où le changement de combustible pour passer à l'électricité (p. ex. les thermopompes à air) est censé être un élément essentiel de la solution finale de décarbonisation, suffisamment de détails soient inclus dans l'analyse pour refléter l'incidence sur la demande d'électricité du site. Une telle modélisation de la demande exige une bonne compréhension : i) des horaires d'utilisation du bâtiment et ii) des courbes de rendement combinées de la charge partielle et de la sensibilité à la température de l'équipement important. Ces données supplémentaires peuvent prendre plus de temps à être recueillies pendant l'étude du site et l'analyse des mesures, mais peuvent apporter des renseignements importants (essentiels) lorsque le service électrique entraîne des préoccupations relatives à la faisabilité du projet.

### **Analyse de l'incidence intrinsèque :**

Les émissions de carbone intrinsèque sont celles générées à des points du cycle de vie du bâtiment autres que l'exploitation, comme la chaîne d'approvisionnement en matériaux (c.-à-d. l'extraction des matières premières, le traitement des matériaux, le transport ou la fabrication), la construction et la fin de vie du bâtiment (c.-à-d. la démolition et l'élimination). Une sélection minutieuse des différents matériaux ou produits pour apporter des améliorations potentielles peut contribuer à réduire considérablement les émissions de carbone liées au cycle de vie ou même offrir des possibilités de séquestration de carbone (p. ex. les biomatériaux de l'enveloppe confèrent un avantage en matière de séquestration de carbone). La *Norme du bâtiment à carbone zéro* du Conseil du bâtiment durable du Canada définit les exigences relatives au carbone intrinsèque (y compris des exigences de déclaration et de compensation), notamment un modèle de déclaration du carbone intrinsèque.

### **Conditions météorologiques futures :**

La prise en compte des changements météorologiques causés par les changements climatiques est considérée comme une pratique exemplaire pour les études à long terme. Généralement, les équipes d'étude peuvent compter sur les offices de protection de la nature et d'autres sources de projections climatiques des gouvernements provinciaux pour obtenir des estimations des changements météorologiques prévus sur des horizons de 25 et 50 ans<sup>9</sup>. Il convient de noter que, même si les effets des conditions météorologiques futures doivent être pris en compte, la pratique exemplaire consiste généralement à traiter les effets sur la taille de l'équipement d'une manière purement pessimiste (p. ex. en ignorant les avantages potentiels de la taille du système de chauffage tout en incluant des exigences accrues en matière de système de refroidissement).

## **Étape 3 : Atelier de conception**

L'atelier de conception vise à confirmer l'orientation générale de l'étude, à identifier les membres clés de l'équipe d'étude ainsi qu'à cerner et à filtrer les mesures pour une analyse plus approfondie en tenant compte des données recueillies lors de l'étude du site et des étapes de modélisation étalonnée des données de référence. La discussion doit porter sur les possibilités propres au site, les contraintes et les obstacles à la mise en œuvre de mesures potentielles, l'alignement des mesures sur le bâtiment et les objectifs plus larges du promoteur du projet.

### **Exigences minimales**

Organisez et documentez un atelier avec l'équipe d'étude et les principales parties prenantes du projet.

### **Pratiques exemplaires et recommandations**

Les étapes importantes de l'atelier de conception sont les suivantes :

- Confirmer les objectifs du promoteur du projet pour le bâtiment, y compris les objectifs de réduction des émissions de GES, de durabilité, opérationnels, financiers, etc. et les objectifs spécifiques de l'étude (p. ex. la manière dont l'étude sera utilisée pour une prise de décisions éclairées par le conseil).
- Discuter des fonds disponibles, du financement et des contraintes financières et de planification des immobilisations.
- Discuter du calendrier, des étapes clés, des conflits et des préoccupations potentiels, etc.

9 Pour plus d'informations sur les tendances météorologiques futures, visiter [le site Web de l'Atlas climatique du Canada](#) et [la page Web du gouvernement du Canada](#).

- Examiner le processus d'étude, y compris les rôles et responsabilités de l'équipe d'étude et des représentants du promoteur du projet (c.-à-d. les principales parties prenantes et les décideurs, comme les gestionnaires d'actifs ou les planificateurs des immobilisations et le personnel d'exploitation, d'entretien et de gestion de l'énergie).
- Assurer l'éducation de base sur la décarbonisation du bâtiment, y compris une explication du calcul des émissions de GES et de la raison pour laquelle les résultats devraient varier dans le temps en fonction de divers facteurs réglementaires et d'émissions du réseau.
- Examiner les besoins en matière d'entretien du bâtiment et de remplacement de l'équipement définis lors de l'étude du site et discuter du plan d'immobilisations existant pour le bâtiment et l'entretien, les réparations, les remplacements et les mises à niveau prévus.
- Faire un remue-méninges, une description et un examen qualitatif des mesures de réduction des émissions de GES en vue d'une analyse plus approfondie.
- Indiquer les avantages non énergétiques ou qualitatifs (p. ex. l'amélioration du confort thermique, la pérennité, les possibilités d'exposition et d'éducation, etc.) qui devraient soutenir la prise de décision.
- Promouvoir les mesures préférées et éliminer les mesures indésirables selon leur faisabilité et leur compatibilité avec le site et les besoins du client.

Bien qu'il puisse être utile que certaines analyses au niveau des mesures soient effectuées avant le premier atelier de l'étude, cela n'est pas obligatoire.

## Étape 4 : Analyse au niveau des mesures

L'équipe d'étude devra déterminer le potentiel de réduction des émissions de GES et le coût d'immobilisations de chaque mesure définie au cours de l'atelier de conception (ou devant être étudiée) en utilisant les techniques d'analyse énergétique et les procédures d'élaboration de l'avant-métré appropriées. Consultez la troisième partie qui fournit une liste de sources d'information potentielles.

Les autres avantages non énergétiques ou qualitatifs cernés lors de l'atelier doivent également être documentés pour chaque mesure et utilisés pour soutenir la prise de décision.

### Exigences minimales

À tout le moins, les mesures suivantes doivent être analysées :

- Changement de combustible dans tout le bâtiment pour remplacer les combustibles fossiles (y compris les charges de traitement).
- Production d'électricité renouvelable (p. ex. panneaux photovoltaïques<sup>10</sup>).
- Pour toutes les composantes du bâtiment qui doivent être remplacées pendant la période d'étude (répertoriées pendant l'étude du site ou dans l'évaluation de l'état du bâtiment), au moins une solution de rechange améliorée doit être étudiée, lorsque

10 Pour les systèmes d'énergie renouvelable où un excédent d'énergie est produit par rapport à l'énergie utilisée (sur une base horaire) et exporté vers le réseau, les émissions évitées peuvent être calculées en utilisant un facteur d'émission marginal du réseau électrique au lieu d'un facteur d'émission moyen du réseau. Consultez le Classeur de la norme du bâtiment à carbone zéro (Classeur du BCZ-Design v2) du Conseil du bâtiment durable du Canada pour connaître les facteurs d'émissions marginaux régionaux actuels (lien fourni dans la troisième partie). Des renseignements supplémentaires sur les facteurs d'émissions marginaux sont publiés dans le document de The Atmospheric Fund intitulé *A Clearer View on Ontario's Emissions*, [accessible ici](#) (en anglais seulement).

cela est possible. Par exemple, si les fenêtres doivent être remplacées pendant la période d'étude, au moins une mesure d'amélioration des fenêtres doit être explorée.

La description et la documentation de chaque mesure étudiée doivent porter sur :

- La portée ou la conception de haut niveau de la mesure, y compris l'équipement important touché par la mesure, et suffisamment de détails pour comprendre la complexité systémique de la mesure (p. ex. des schémas de haut niveau).
- Les hypothèses formulées pour analyser la mesure.
- Le potentiel annuel de réduction des émissions de GES de la mesure.
- Le coût d'immobilisations pour mettre en œuvre la mesure à l'année zéro de l'étude (corrigé en fonction de l'inflation)<sup>11</sup>.
- Les mesures ou les systèmes qui sont interdépendants ou dépendants les uns des autres pour une exploitation réussie.
- La stratégie de mise en œuvre (y compris les limites, le cas échéant) applicable à la mesure spécifique.
- La mise en service, les mesures et les vérifications potentiels ainsi que d'autres considérations pertinentes relatives à la mise en œuvre.

La précision (et les détails de conception associés préparés) du calcul des coûts d'immobilisations dans l'analyse au niveau de la mesure devrait généralement se situer dans une plage de +/- 20 à 25 %, ce qui se traduit par une estimation des coûts d'immobilisations de catégorie C de l'Institut canadien des économistes en construction.

Les techniques d'analyse des mesures nécessitent souvent des outils supplémentaires au-delà de ce qui est offert au départ dans les logiciels d'analyse horaire. Par exemple, les systèmes géothermiques en boucle fermée ne sont pas faciles à analyser dans les outils de modélisation utilisés le plus souvent (p. ex. eQUEST, IES, Energy Plus), ce qui entraîne souvent la nécessité d'effectuer une analyse avec d'autres outils (p. ex. GLD ou TRNSYS). Lorsque des logiciels ou des outils d'analyse distincts sont requis pour atteindre le niveau de précision souhaité pour l'étude, ils doivent être utilisés et documentés de manière appropriée.

## Pratiques exemplaires et recommandations

### Mesures étudiées

Une liste de mesures susceptibles d'être explorées dans le cadre d'une analyse solide de la décarbonisation est fournie dans le **tableau 2** ci-dessous. Veuillez noter que cette **liste n'est pas exhaustive** et que l'équipe d'étude peut cerner d'autres mesures que celles énumérées ci-dessous.

<sup>11</sup> Pour les mesures qui devraient nécessiter une période de construction de plus d'un an, l'équipe d'étude peut utiliser un coût annuel moyen (c.-à-d. le coût total divisé par le nombre d'années de la période de construction) plutôt qu'un coût exact pour chaque année de la période de construction, afin de simplifier le calcul du coût de l'année zéro.

Tableau 2 : Liste des mesures potentielles à étudier

Systèmes de construction	Mesures potentielles à étudier
<p><b>Charges axées sur l'utilisateur (p. ex. l'éclairage)</b></p>	<p>Technologie à DEL (intérieur et extérieur).                      Commande de l'éclairage naturel et de l'intensité lumineuse.                      Éclairage direct ou éclairage adressable pour les besoins d'éclairage personnalisés des occupants.                      Appareils et équipements informatiques Energy Star<sup>MD</sup>.                      Aménagement amélioré des salles de serveurs (p. ex. allées chaudes et allées froides).</p>
<p><b>Enveloppe/ installation</b></p>	<p>Réfection ou recouvrement des murs (augmentation du niveau d'efficacité de l'isolation).                      Amélioration de l'isolation des toits, y compris les options exigeant des modifications des intersections entre le toit et les murs (p. ex. les parapets) pour permettre l'installation d'une isolation supplémentaire au-delà des quantités actuelles.                      Systèmes de vitrage et d'encadrement à haute performance pour les portes, les fenêtres et les prises de jour en toiture, en particulier les fenêtres dotées de revêtements à faible émissivité, le triple vitrage, les remplissages de gaz rares et les systèmes d'encadrement avec de l'isolant thermique amélioré ou des matériaux non métalliques (p. ex. de la fibre de verre).                      Joint d'étanchéité à l'air à l'intérieur et à l'extérieur des façades.                      Amélioration de l'isolation des murs de fondation au-dessous du niveau du sol (surtout lorsque l'aménagement paysager adjacent sera de toute façon perturbé).</p>
<p><b>Systèmes CVC - installation</b></p>	<p>Révision du zonage du bâtiment : aménagement de l'espace, changements fondamentaux apportés à la stratégie de CVC.                      Ventilation naturelle, fenêtres mobiles, effet d'atrium ou de cheminée.                      Tube à labyrinthe ou géothermique pour le préconditionnement de l'air d'appoint de la ventilation.                      Ventilation à la demande (p. ex. capteurs de CO<sub>2</sub>).                      Ventilation sous plancher ou par déplacement d'air.                      Systèmes dédiés d'alimentation en air extérieur avec volume d'air variable.                      Récupération d'énergie au moyen de plusieurs technologies, notamment de roues thermiques ou d'enthalpie, de systèmes à flux inversé, de refroidisseurs à récupération d'énergie, de la chaleur résiduelle des voûtes électriques, de la redistribution de l'énergie par thermopompe, etc.                      Stratégie de chauffage et de refroidissement à température ambiante et à faible puissance (p. ex. poutres thermiques, réfrigérant à débit variable, ventilo-convecteurs « surdimensionnés » à moteur à commutation électronique).                      Préchauffage à l'énergie solaire thermique des systèmes de ventilation (p. ex. capteur solaire) et des systèmes thermiques (p. ex. eau chaude par chauffe-eau solaire).</p>



Systèmes de construction	Mesures potentielles à étudier
<b>Systèmes CVC - production</b>	Chaudières et générateur d'air chaud à condensation alimenté au gaz à plusieurs étages <sup>12</sup> . Thermopompes à air évoluées (p. ex. celles qui conviennent aux climats froids). Thermopompes géothermiques (p. ex. à circuit fermé ou ouvert, selon le cas).
<b>Systèmes d'énergie renouvelable sur place</b>	Énergie solaire (c.-à-d. des panneaux photovoltaïques) sur les toits, les auvents de stationnement et les systèmes intégrés de bâtiment. Chaudières à biocarburant et à biomasse ou systèmes de production combinée de chaleur et d'électricité. Pile à hydrogène ou à combustible (dans des configurations traditionnelles ou de production combinée). Systèmes de stockage d'énergie par batterie pour tirer parti de la variation des émissions du réseau. Énergie éolienne et microcentrale hydroélectrique, le cas échéant.
<b>Charges de traitement<sup>13</sup></b>	Amélioration de la fabrique de glace (pour les patinoires). Récupération de la chaleur de processus sur mesure (pour les piscines). Récupération de la chaleur des eaux de drainage (pour les grosses charges d'eau chaude domestique collectées). Ventilateurs à vitesse variable et récupérateurs de chaleur des unités écologiques (cuisines).
<b>Stockage et séquestration de carbone</b>	Biomatériaux d'isolation ou matériaux d'isolation à séquestration de carbone (p. ex. la cellulose). Matériaux structurels et de finition en bois certifié FSC. Équipement de séquestration de carbone à grande échelle (p. ex. technologies Pond).

Une étude solide envisage également une série d'options de remplacement pour chaque mesure (p. ex. plus d'une seule approche pour la fourniture d'un système CVC à faible puissance) et des niveaux de rendement croissants

pour la même mesure générale (p. ex. un système dédié d'alimentation en air extérieur avec deux ou trois moyens de récupérer la chaleur ou l'énergie afin d'améliorer l'efficacité).

12 Généralement, l'équipe d'étude doit éviter de recommander des options de remplacement de systèmes à combustible fossile similaires ou équivalents qui seraient encore en bon état de fonctionnement à la fin de la période d'étude, en raison de l'objectif à long terme d'une réduction de 80 % des émissions de GES d'ici vingt ans. Cela dit, le système à condensation alimenté au gaz peut encore être l'option la plus rentable et la plus robuste, en particulier lorsque les réseaux ne devraient pas décarboniser agressivement ou lorsque le gaz naturel renouvelable ou une source d'énergie similaire est viable à long terme.

13 Consultez les liens vers les guides de modélisation pour les charges de traitement d'une fabrique de glace ou d'une piscine.

## Analyse des mesures

La pratique exemplaire pour l'analyse des mesures est d'embaucher une équipe d'étude ayant une vaste expérience qui peut fournir une analyse financière et énergétique appropriée des mesures définies. L'équipe doit réunir des experts qui comprennent les contraintes et les possibilités de conception ainsi que les préoccupations liées à la science du bâtiment et qui peuvent formuler des hypothèses appropriées de modélisation et de calcul des coûts des travaux suffisants pour atteindre le niveau de précision attendu pour l'étude.

Dans la mesure du possible, les mesures énergétiques et de GES étudiées au niveau de la mesure doivent inclure les éléments suivants :

- Réduction totale et en pourcentage des émissions par rapport à l'année de référence<sup>14</sup> (tonnes d'éq. CO<sub>2</sub> ou %)
- Intensité des gaz à effet de serre (IGES) (tonnes d'éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- Intensité énergétique (IE) (kWh/m<sup>2</sup>)
- Intensité de la demande en énergie thermique (IDET) (kWh/m<sup>2</sup>)

À ce stade, les paramètres financiers à utiliser dans le cadre de l'analyse des mesures doivent inclure :

- le coût d'immobilisations (à la fois le coût d'immobilisations absolu et différentiel);
- les économies de coûts d'exploitation (économies d'énergie et de carbone, économies de coûts d'entretien);
- la période de récupération simple et la valeur actualisée nette (lorsque cela est pertinent pour le promoteur du projet);
- les autres sources de financement pour des mesures spécifiques.

Les techniques d'optimisation et de visualisation des résultats assistées par ordinateur (p. ex. les schémas coordonnés parallèles) sont souvent utilisées pour étudier et résumer les résultats de plusieurs ou de toutes les combinaisons de mesures comme une étape intermédiaire vers la formulation de recommandations complètes au niveau du bâtiment. Ces techniques peuvent être très utiles pour aider les équipes d'étude à affiner les paramètres et les mesures clés nécessaires pour atteindre les objectifs de réduction de la consommation énergétique et des émissions de GES. Ces techniques, lorsqu'elles sont employées, doivent être expliquées clairement au promoteur du projet. En outre, il faut discuter de leur valeur pour le processus global.

## Étape 5 : Scénarios de réduction des émissions de GES à long terme et analyse de l'ensemble des mesures

Au cours de cette phase, l'équipe de conception rassemblera les mesures en ensembles pour chaque scénario de réduction des émissions de GES à long terme et effectuera une analyse technique et financière pour déterminer l'efficacité de chacun d'eux. L'analyse doit comprendre une comparaison des coûts d'immobilisations différentiels et du cycle de vie pour les autres ensembles du scénario de « rendement minimal » de réduction des émissions de GES à long terme (voir la première partie).

<sup>14</sup> L'année de référence correspond à au moins douze mois consécutifs de données. Il est recommandé d'utiliser les douze derniers mois à des fins de comparaison.

## Exigences minimales

La documentation relative à l'analyse du scénario et du plan doit au moins inclure :

- La liste complète des mesures qui composent le ou les scénarios et la justification de leur inclusion dans l'ensemble. Les descriptions des mesures ou des systèmes qui sont interdépendants ou dépendants les uns des autres pour une exploitation réussie.
- Une comparaison et une discussion des mesures essentielles de réduction des émissions de GES et des paramètres financiers (comme indiqué ci-dessous).
- Un résumé des avantages non énergétiques ou qualitatifs de l'ensemble de mesures en s'appuyant sur l'analyse au niveau de la mesure (p. ex. l'analyse FFPM).
- Les résultats d'une analyse de la sensibilité du ou des scénarios étudiés au moyen des facteurs suivants :
  - **Prix du carbone** : L'équipe d'étude doit clairement énoncer et justifier les futures hypothèses de prix du carbone utilisées dans l'analyse de sensibilité. Les données actuelles de projection des prix du carbone sont différentes dans chaque province. Consultez la troisième partie pour obtenir des références utiles sur le prix anticipé du carbone au moins jusqu'en 2030.
  - **Facteurs de projection des émissions du réseau** : L'analyse de sensibilité aux facteurs d'émission du réseau doit porter sur les années cibles et évaluer l'incidence des émissions du réseau sur la réalisation des objectifs.

Puisque l'étude porte sur une longue période, les changements apportés aux réseaux électriques provinciaux peuvent avoir une incidence importante sur les réductions d'émissions potentielles. On s'attend à ce que l'équipe d'étude utilise les facteurs de projection des émissions du réseau (au moins au niveau provincial, territorial ou régional). L'équipe d'étude doit clairement documenter et fournir des hypothèses pour les facteurs de projection des émissions du réseau de base. Consultez la troisième partie pour obtenir les sources potentielles d'information sur les facteurs de projection des émissions du réseau.

Lors de l'analyse du rendement des différents ensembles qui atteignent les seuils de réduction des émissions de GES de 50 % et 80 % décrits ci-dessus, l'équipe d'étude doit documenter les paramètres énergétiques et de GES suivants à l'aide d'un modèle énergétique :

- Réduction totale et en pourcentage des émissions opérationnelles de GES<sup>15</sup> par rapport à l'année de référence<sup>16</sup> (y compris la production énergétique sur place)
- Intensité des gaz à effet de serre (IGES) (tonnes d'éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)

L'équipe d'étude doit documenter les paramètres financiers suivants pour chaque ensemble :

- Une comparaison des coûts d'immobilisations absolus et différentiels de l'ensemble de « rendement minimal » avec tout autre ensemble recommandé sur un horizon de planification des immobilisations sur vingt ans (tous les montants sont corrigés en fonction de l'année de référence de l'étude)

15 Les facteurs d'émission doivent être cités correctement en référence (y compris toute hypothèse relative aux projections d'émissions du réseau).

16 Il doit s'agir de la même année de référence que celle utilisée dans l'analyse au niveau de la mesure.

- Coûts d'exploitation (y compris les coûts d'entretien, d'énergie et de carbone)
- Coût différentiel sur le cycle de vie (CDCV) par rapport à l'ensemble de « rendement minimal » (\$) sur au moins vingt ans
- Coût sur la période de l'étude par tonne de carbone réduit (CDCV/tonne éq. CO<sub>2</sub>)
- les hypothèses relatives à la valeur temps de l'argent (p. ex. taux d'intérêt, d'inflation, d'actualisation) examinées et approuvées aux fins de l'étude par le promoteur du projet.

- Les sources et la logique des calculs de conversions d'énergie, des tarifs des services publics, des coûts de l'ACCV et des hypothèses de prix du carbone doivent être clairement documentées et doivent être alignées sur les pratiques exemplaires de l'industrie. Vous trouverez d'autres conseils dans la troisième partie.

### Processus d'analyse du coût du cycle de vie (ACCV)

L'analyse du coût du cycle de vie vise à déterminer la rentabilité des mesures présentées dans l'étude. Par conséquent, il faut suivre les étapes suivantes lors de la réalisation d'une ACCV pour chaque option :

- L'analyse doit commencer à l'année prévue pour l'achèvement du premier grand projet et s'étendre sur au moins vingt ans au-delà de ce moment.
- Le coût du cycle de vie doit prendre en compte :
  - les coûts d'immobilisations, y compris les coûts essentiels et accessoires (c.-à-d. les coûts de conception, d'ingénierie et de construction);
  - les coûts d'exploitation et d'entretien (y compris les réparations et le remplacement prévus de l'équipement);
  - le coût anticipé de l'énergie et du carbone;
  - les financements externes offerts (incitatifs, subventions, etc.)<sup>17</sup>;
  - la valeur résiduelle à la dernière année de la période d'étude en utilisant (au moins) un amortissement linéaire;

### Pratiques exemplaires et recommandations

Voici une liste de mesures énergétiques et de GES qui peuvent être utilisées pour une prise de décisions éclairées :

- Intensité de la demande en énergie thermique (IDET) (kWh/m<sup>2</sup>)
- Intensité énergétique (IE) (kWh/m<sup>2</sup>)
- Bilan carbone zéro annuel sur place
- Changement de la période de pointe de la demande d'électricité pour le bâtiment (pointe en kW, été et hiver)
- Répercussions en carbone intrinsèque d'activités de rénovation en profondeur (tonnes d'éq. CO<sub>2</sub>)
- Répercussions en amont des émissions de GES de l'utilisation de combustibles fossiles (tonnes d'éq. CO<sub>2</sub>)

En outre, le promoteur du projet peut tirer profit des analyses de sensibilité du rendement des mesures par rapport à d'autres facteurs, notamment :

- le coût d'immobilisations;
- le coût de l'énergie;
- l'indice d'actualisation de la construction et des services publics;

<sup>17</sup> Il s'agit d'un financement externe confirmé, si le promoteur du projet juge nécessaire de l'indiquer séparément. Le financement futur devrait être incorporé comme une analyse de sensibilité (si désiré).

- la variation des hypothèses relatives à la valeur temps de l'argent (p. ex. inflation, taux d'actualisation);
- les facteurs d'émission du potentiel de réchauffement de la planète (PRP) sur vingt ans.

Les méthodes de sensibilité financière multiparamètres, comme la méthode Monte-Carlo, peuvent être un moyen approprié de tester la sensibilité des ensembles de mesures aux variations des paramètres financiers. L'équipe d'étude doit expliquer en détail les conclusions et les avantages d'une telle analyse au promoteur du projet.

Bien que cela soit peu probable, s'il n'y a pas d'options recommandables permettant d'atteindre une réduction de 80 % au cours de la période d'étude, un exposé supplémentaire peut être inclus dans le rapport d'étude expliquant les raisons et les facteurs clés empêchant la réalisation de l'objectif minimum.

## Étape 6 : Atelier décisionnel

L'atelier décisionnel vise à examiner les résultats des analyses au niveau des mesures et du bâtiment et à parvenir à un consensus sur les mesures de réduction des émissions de GES à long terme à inclure dans le rapport final. Une fois que les participants à l'atelier se sont mis d'accord sur la ou les mesures de réduction des émissions de GES à long terme, ils peuvent discuter de la manière dont le ou les ensembles de mesures seront mis en œuvre à court, à moyen et à long terme afin d'harmoniser les considérations relatives aux immobilisations avec les objectifs de réduction des émissions de GES et de rendement financier à long terme.

## Exigences minimales

- Organiser et documenter un atelier avec l'équipe d'étude et les principales parties prenantes du projet qui aborde les points mentionnés ci-dessus.

## Pratiques exemplaires et recommandations

Les étapes importantes de l'atelier sont les suivantes :

- Présenter des analyses des émissions de GES et les analyses financières pour chaque scénario ainsi que des options et des analyses préliminaires pour regrouper les mesures dans chaque ensemble.
- Examiner les avantages non énergétiques et qualitatifs de chaque scénario.
- Veiller à ce que le promoteur du projet et l'équipe d'étude conviennent des hypothèses et des paramètres décisionnels clés.
- Parvenir à un consensus sur l'analyse et se mettre d'accord sur les mesures de réduction des émissions de GES à long terme qui seront pleinement énoncées dans le rapport final.
- Examiner les scénarios potentiels de déploiement du ou des ensembles associés aux scénarios de réduction des émissions de GES à long terme choisis, et discuter des questions relatives à la faisabilité et des contraintes financières qui ont une incidence sur les délais de mise en œuvre des mesures de réduction des émissions de GES.

## Étape 7 : Rapport final

Cette étude doit être présentée sous forme d'un rapport final. Le rapport doit présenter les scénarios de réduction des émissions de GES à long terme qui permettent au bâtiment d'atteindre les objectifs de réduction requis dans les délais impartis. Il doit également expliquer comment les autres mesures et options au niveau du bâtiment ont été étudiées et discutées avec les parties prenantes dans le cadre du processus qui a conduit à la sélection de la ou des mesures privilégiées.

### Exigences minimales

À tout le moins, l'équipe d'étude doit préparer un plan d'immobilisations décarbonisées et une grille de comparaison composée d'un tableau des flux de trésorerie et des investissements en immobilisations correspondant à la période d'étude (p. ex. 20 ans, 40 ans, etc.) et à la granularité (p. ex. annuel, 5 ans, 10 ans), comme souhaité par le promoteur du projet pour chaque mesure de réduction des émissions de GES à long terme.

De plus, l'équipe d'étude doit préparer un résumé final de chacune des étapes de l'étude ci-dessus, y compris les résultats de la conception, de la modélisation énergétique, de la planification des immobilisations et du calcul des coûts. Le rapport doit être organisé de manière logique et doit respecter chacune des exigences énumérées dans le cadre du déroulement anticipé présenté dans ce document. Le rapport final doit inclure toutes les hypothèses et limites associées aux étapes du travail ainsi qu'une annexe contenant les renseignements suivants :

- rapports d'étude du site : évaluation de l'état du bâtiment et étude des systèmes énergétiques;
- rapport de synthèse sur l'étalonnage du modèle;
- description des mesures, y compris toute donnée de référence sur la conception (relevés de quantité, renseignements sur la sélection de l'équipement, diagramme de systèmes, etc.);
- analyses de la consommation énergétique, des émissions de GES et des coûts à l'échelle de la mesure et du bâtiment qui ne conviennent pas au corps du rapport principal;
- estimation des coûts d'immobilisations : coût du rapport d'un expert-conseil;
- autre document de référence.

### Pratiques exemplaires et recommandations

La partie 3 de ce guide comprend un exemple de table des matières (plan) pour un rapport de synthèse final.

Le promoteur du projet devrait envisager d'utiliser le rapport comme un produit livrable pour d'autres volets de financement potentiels (le rapport final devrait s'aligner sur d'autres incitatifs, subventions ou programmes de financement, de sorte que le promoteur du projet puisse utiliser directement l'étude pour répondre aux exigences de ces programmes).

Une présentation finale des résultats à toutes les parties prenantes est recommandée pour clore le processus et o la transition vers la phase suivante du travail (p. ex. les demandes de financement, la conception schématique, etc.).

# Partie 3 : DÉFINITIONS ET RÉFÉRENCES

Tableau 3 : Termes et définitions clés

Terme	Définition	Lien/référence
<b>Réductions cumulatives des émissions de GES</b>	Également appelées émissions accumulées, il s'agit de la somme des émissions de GES sur une période donnée. Les émissions accumulées représentent un concept important, car deux scénarios prévoyant des réductions identiques (p. ex. une réduction de 80 % dans les vingt ans) peuvent avoir des émissions cumulatives différentes en fonction du délai de mise en œuvre de mesures spécifiques.	-
<b>ASHRAE 211</b>	La norme 211 <i>Standard for Commercial Building Energy Audits</i> définit des méthodes conformes de réalisation des audits et de production des rapports énergétiques pour les bâtiments commerciaux.	La norme 211-2018 est <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)
<b>ASTM E2018 - 15</b>	Le <i>Guide standard pour les évaluations de l'état des propriétés : processus d'évaluation de l'état des propriétés de base</i> est destiné à être utilisé sur une base volontaire par les parties qui souhaitent obtenir une évaluation de référence de l'état des propriétés de l'immobilier commercial.	La norme ASTM E2018-15 est <a href="#">accessible ici</a>
<b>ASHRAE 14</b>	Cette norme définit les exigences d'étalonnage du modèle énergétique.	<a href="#">Guideline 14-2014 - Measurement of Energy, Demand, and Water Savings</a> (en anglais seulement)
<b>CNÉB</b>	Code national de l'énergie pour les bâtiments	<a href="#">Code national de l'énergie pour les bâtiments - Canada 2017</a> <a href="#">Le code énergétique pour votre province ou votre territoire (rncan.gc.ca)</a>
<b>BC Hydro</b>	BC Hydro : Building envelope thermal bridging	<a href="#">Commercial new construction (bchydro.com)</a> (en anglais seulement)

Terme	Définition	Lien/référence
<b>Ville de Toronto</b>	TGS Energy Modelling Guidelines	<a href="#">Energy Modelling Guidelines Version 3 – City of Toronto</a> (en anglais seulement)
<b>Amélioration de la fabrique de glace</b>	Les installations comportant une fabrique de glace doivent tenir compte de cette charge de traitement essentielle. Pour garantir l'atteinte de résultats précis, il faut modéliser les améliorations apportées à la fabrique de glace et aux installations connexes. Les documents de référence à droite fournissent des conseils sur la modélisation et les fabriques de glace.	<a href="#">Improving Efficiency In Ice Hockey Arenas, ASHRAE Journal</a> (en anglais seulement) <a href="#">L'étude de cas</a> (en anglais seulement) de l'International Building Performance Simulation Association (IBPSA) sur la modélisation d'un centre communautaire comprenant une piscine et une patinoire couvre toutes les charges importantes dont il faut tenir compte.
<b>Récupération de la chaleur de processus sur mesure</b>	Comme les fabriques de glace, les piscines doivent également être prises en compte lors de la modélisation des charges de traitement. La référence à droite fournit des conseils sur la modélisation des piscines.	<a href="#">Modelling indoor swimming pools</a> (en anglais seulement)
<b>Intensité des gaz à effet de serre (IGES)</b>	Les émissions de gaz à effet de serre totales associées à la consommation d'énergie sur le site du bâtiment. Elle est exprimée en kilogrammes d'équivalent CO <sub>2</sub> par mètre carré (kg éq.CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ) et comprend les émissions associées à la production d'électricité provinciale.	Définition du Conseil du bâtiment durable du Canada dans le document <a href="#">Arguments en faveur du bâtiment à carbone zéro</a>
<b>Intensité énergétique (IE)</b>	La somme de toute l'énergie du site (et pas l'énergie à la source) consommée sur place (p. ex. l'électricité, le gaz naturel, la chaleur collective), y compris toutes les charges de procédés, divisée par la superficie de plancher brute du bâtiment.	Définition du Conseil du bâtiment durable du Canada dans le document <a href="#">Norme du bâtiment à carbone zéro : performance version 2</a>
<b>Intensité de la demande en énergie thermique (IDET)</b>	La perte de chaleur annuelle par l'enveloppe et la ventilation d'un bâtiment, après avoir tenu compte de tous les gains et pertes passifs, par unité de superficie de plancher modélisée.	Définition du Conseil du bâtiment durable du Canada dans le document <a href="#">Norme du bâtiment à carbone zéro : performance version 2</a>



Terme	Définition	Lien/référence
<b>Coût d'immobilisations absolu</b>	Le coût de base plus le coût différentiel pour atteindre l'avantage énergétique de la mesure ou du plan. Le coût de base doit être déterminé selon l'évaluation de l'état du bâtiment.	-
<b>Coût d'immobilisations différentiel</b>	L'augmentation ou la diminution du coût de la construction par rapport aux coûts de base définis en fonction de l'évaluation de l'état du bâtiment.	-
<b>Carbone opérationnel</b>	Les émissions de carbone associées à l'énergie consommée pour exploiter le bâtiment.	Définition du Conseil du bâtiment durable du Canada dans le document <a href="#">Norme du bâtiment à carbone zéro : performance version 2</a>
<b>Coût différentiel sur le cycle de vie (CDCV)</b>	La valeur actualisée nette (VAN) de l'augmentation ou de la diminution des coûts totaux par mètre carré pour la construction, l'exploitation et l'entretien au cours de la période d'étude par rapport au plan de « rendement minimal » (ou autre base de référence).	Définition adaptée du document <a href="#">Arguments en faveur du bâtiment à carbone zéro</a> du Conseil du bâtiment durable du Canada
<b>Coût sur le cycle de vie par tonne de carbone réduit (CDCV/tonne eq. CO<sub>2</sub>)</b>	La valeur actualisée nette (VAN) de l'augmentation ou de la diminution des coûts totaux par tonne d'équivalent CO <sub>2</sub> évitée par rapport au plan de « rendement minimal ».	Définition adaptée du document <a href="#">Arguments en faveur du bâtiment à carbone zéro</a> du Conseil du bâtiment durable du Canada
<b>Valeur résiduelle</b>	La valeur résiduelle d'un système (ou d'une composante) est sa valeur restante à la fin de la période d'étude ou au moment de son remplacement pendant la période d'étude.	Pour plus de renseignements, <a href="#">visitez cette page Web</a> (en anglais seulement)
<b>Bilan carbone zéro annuel sur place</b>	Les émissions nettes de la somme du carbone intrinsèque, du carbone opérationnel et des émissions évitées.	Définition du Conseil du bâtiment durable du Canada dans le document <a href="#">Norme du bâtiment à carbone zéro : performance version 2</a>
<b>Carbone intrinsèque</b>	Les émissions de carbone associées aux matériaux et aux processus de construction pendant tout le cycle de vie d'un bâtiment. Celles-ci s'ajoutent aux émissions de carbone opérationnel.	Définition du Conseil du bâtiment durable du Canada dans le document <a href="#">Norme du bâtiment à carbone zéro : performance version 2</a>

Terme	Définition	Lien/référence
<b>Répercussions sur les émissions de GES en amont</b>	Il pourrait être envisagé d'étudier la consommation de gaz naturel en relation avec les fuites de méthane provenant de l'extraction, du traitement et de la distribution du gaz naturel. Le méthane, bien qu'il ait une courte durée de vie, présente un potentiel de réchauffement de la planète plus élevé que le dioxyde de carbone. Par conséquent, les répercussions potentielles sur les émissions de GES en amont pourraient être un élément important dans une analyse globale (c.-à-d. lors du calcul des émissions liées au cycle de vie).	Une étude récente a décrit plus en détail les facteurs d'émission potentiels sur le cycle de vie en tenant compte des facteurs d'émission du réseau électrique sur le cycle de vie et des émissions liées au gaz naturel en amont : « <a href="#">Lifecycle greenhouse gas emissions from electricity in the province of Ontario at different temporal resolutions</a> », L. Pereira et D. Posen, <i>Journal of Cleaner Production</i> , octobre 2020, (en anglais seulement)

Tableau 4 : Facteurs et hypothèses

Facteurs énergétiques et d'émissions de GES	Sources possibles/lignes directrices
Facteurs de conversion énergétique	<a href="#">Tables de conversion d'unités d'énergie de la Régie de l'énergie du Canada</a> La Régie de l'énergie du Canada offre une liste complète des facteurs de conversion.
Facteurs d'émissions de GES	Le Classeur de la norme du bâtiment à carbone zéro (Classeur du BCZ-Design v2) du Conseil du bâtiment durable du Canada est <a href="#">accessible ici</a> Le Conseil du bâtiment durable du Canada a publié un classeur Excel qui résume les facteurs d'émission actuels pour les réseaux provinciaux (y compris les facteurs moyens et marginaux) ainsi que pour les combustibles fossiles courants. La calculatrice utilise principalement des facteurs tirés de deux sources : National Inventory Report (2018) du Canada est <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement) <i>Energy Star Portfolio Manager Technical Reference: Greenhouse Gas Emissions</i> , <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)
Émissions futures du réseau	Régie de l'énergie du Canada, <i>Avenir énergétique du Canada 2016 : Offre et demande énergétiques à l'horizon 2040, données des annexes</i> , <a href="#">accessible ici</a> La Régie de l'énergie du Canada publie annuellement ses prévisions d'émissions futures du réseau à l'échelle nationale et par province et territoire d'une année à l'autre.

Facteurs énergétiques et d'émissions de GES	Sources possibles/lignes directrices
Facteurs d'émission marginaux	<p>Le Classeur de la norme du bâtiment à carbone zéro (Classeur du BCZ-Design v2) du Conseil du bâtiment durable du Canada est <a href="#">accessible ici</a></p> <p>Le classeur Excel résume les facteurs d'émission actuels pour les réseaux provinciaux (y compris les facteurs moyens et marginaux) ainsi pour les combustibles fossiles courants.</p>
Valeur temps du carbone	<p><a href="#"><i>La valeur temps du carbone : Stratégies judicieuses pour accélérer les réductions des émissions</i></a></p> <p>Rédigée par CPA (Comptables professionnels agréés) Canada, cette publication explique comment accélérer les réductions des émissions de GES en s'attaquant aux facteurs de forçage du climat à court terme (FFCCT), soit les émissions qui ont une courte durée et qui contribuent fortement au réchauffement climatique.</p>

Tableau 5 : Prix des services publics et du carbone

Prix des services publics et du carbone	Sources possibles/lignes directrices
Consommation d'électricité	Fournisseur de services publics ou autorité énergétique
Demande d'électricité	Si elle est fournie sous forme de barème séparé
Gaz naturel	Fournisseur de services publics ou autorité énergétique
Eau	Fournisseur de services publics ou autorité énergétique
Propane	Fournisseur de services publics ou autorité énergétique
Diesel	Fournisseur de services publics ou autorité énergétique
Prix fictif du carbone	Il est recommandé que les études s'alignent sur le prix fictif du carbone établi par le document Stratégie pour un gouvernement vert du Canada, <a href="#">accessible ici</a>
Prix du carbone (jusqu'en 2030)	Les études doivent tenir compte de l'augmentation prévue par le gouvernement fédéral du prix du carbone de 15 dollars par tonne à partir de 2023, pour atteindre 170 dollars par tonne en 2030. Vous trouverez <a href="#">tous les détails ici</a> .

Prix des services publics et du carbone	Sources possibles/lignes directrices
Prix du carbone (après 2030)	<p>À l'heure actuelle, le gouvernement fédéral n'a pas donné d'indications sur une éventuelle augmentation de la taxe sur le carbone après 2030. Le promoteur du projet doit faire des hypothèses raisonnables quant au prix du carbone après 2030 et documenter clairement ses hypothèses. Il est nécessaire de réaliser une analyse de sensibilité au prix du carbone, de sorte que différents scénarios de prix du carbone après 2030 soient envisagés. Exemples de différentes structures de prix du carbone qui pourraient être envisagées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prix fixe du carbone après 2030 (c.-à-d. aucune augmentation)</li> <li>• Augmentation continue de 15 \$/tonne chaque année jusqu'à la fin de la période d'étude</li> </ul>

Tableau 6 : Coût du cycle de vie et ressources

Coût du cycle de vie	Sources possibles/lignes directrices
Méthodologie de l'ACCV	<p>2019 ASHRAE Handbook-HVAC Applications, chapitre 38, <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)</p> <p>National Institute of Standards and Technology, NIST Handbook 135, <i>Life Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program</i>, édition 2020, <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)</p> <p>Whole Building Design Guide. « Life-Cycle Cost Analysis (LCCA) », <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)</p>
Indice d'actualisation - Immobilisations	Compatible avec les taux du portefeuille du promoteur du projet pour les projets d'immobilisations ou les analyses du coût du cycle de vie du gouvernement fédéral (BGIS Scope of Work for Carbon Neutral Study Services-Life Cycle Costing Analysis)
Indice d'actualisation - Services publics	Compatible avec les taux du portefeuille du promoteur du projet pour les projets d'immobilisations ou les analyses du coût du cycle de vie du gouvernement fédéral (BGIS Scope of Work for Carbon Neutral Study Services-Life Cycle Costing Analysis)
Inflation/hausse des prix	Conformément aux taux du portefeuille du promoteur du projet pour les projets d'immobilisations ou à l'indice canadien des prix à la consommation, <a href="#">accessible ici</a>

Coût du cycle de vie	Sources possibles/lignes directrices
Taux d'actualisation	<p>Conforme aux taux du portefeuille du promoteur du projet pour les projets d'immobilisations ou aux analyses du coût du cycle de vie du gouvernement fédéral.</p> <p>On s'attend à ce que les mesures de réduction des émissions de GES à long terme figurant dans les demandes pour des projets d'immobilisations présentées dans le cadre de l'initiative RBL utilisent un taux d'actualisation préférentiel inférieur à 5 % (ce seuil correspond au taux d'actualisation décrit dans la stratégie du gouvernement fédéral décrit dans le document <i>Stratégie pour un gouvernement vert : Lignes directrices sur les biens immobiliers</i>). Les promoteurs qui souhaitent utiliser un taux d'actualisation supérieur à 5 % doivent communiquer avec la FCM.</p> <p>Le <i>Guide de l'analyse coûts-avantages pour le Canada</i> du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada fournit également un taux d'actualisation pour le coût d'option du capital pour le gouvernement fédéral. De plus amples renseignements sur le <i>Guide d'analyse coûts-avantages pour le Canada</i> sont <a href="#">disponibles ici</a>.</p>

Tableau 7 : Estimation des coûts et ressources

Estimation des coûts	Sources possibles/lignes directrices
Estimation des immobilisations	<p><i>Elemental Cost Analysis, Format, Method of Measurement, Pricing: Measurement of Buildings by Area and Volume</i>, <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)</p>
Entretien	<p>Fourni par l'exploitant</p> <p>« Maintenance Costs », 2019. <i>ASHRAE Handbook-HVAC Applications</i>, chapitre 38, <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)</p> <p>« Building Owners and Managers Association International », <i>Preventative Maintenance Guidebook : Best Practices to Maintain Efficient and Sustainable Buildings</i>, <a href="#">accessible ici</a> (en anglais seulement)</p>
Résiduel	<p>Amortissement linéaire</p> <p>Agence du revenu du Canada, Biens amortissables et leurs taux correspondants, <a href="#">accessible ici</a></p>

## Exemple de plan du rapport

Vous trouverez ci-dessous un exemple de plan du rapport (adapté de la norme ASHRAE 211-2018) :

### Résumé

- a) Évaluation globale des données de référence et du rendement énergétique
- b) Économies et coûts totaux des mesures recommandées
- c) Tableau des mesures et des options recommandées, y compris les économies et les coûts
- d) Analyse du coût du cycle de vie (ACCV)

### Introduction

- a) Portée de l'étude

### Description du bâtiment

- a) Renseignements sur le bâtiment
- b) Enveloppe du bâtiment
- c) Système CVC
- d) Eau chaude domestique/chauffage de l'eau domestique
- e) Éclairage
- f) Charges de traitement et de branchement

### Données historiques des services publics

- a) Résumé des données
- b) Structures tarifaires des services publics
- c) Données de référence
- d) Objectif et estimation des économies
- e) Répartition par utilisation finale

### Analyse des mesures et des options

- a) Stratégie de modélisation énergétique
- b) Interaction des mesures
- c) Mesure et analyse
- d) ACCV
- e) Schémas de principe (le cas échéant)
- f) Résumé de l'atelier
- g) Mesures envisagées, mais non recommandées

### Plan d'immobilisations visant à réduire les émissions de GES à long terme

- a) Résumé des mesures visant à réduire les émissions de GES à long terme et plan(s) d'immobilisations
- b) Grille comparative

### Annexes

# Annexe A : EXEMPLE DE SCÉNARIO DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES À LONG TERME

La **figure 2** montre les caractéristiques quantitatives essentielles des scénarios de « rendement minimal », de « décarbonisation agressive » et d'un « projet similaire » de réduction des émissions de GES à long terme pour un bâtiment communautaire en Ontario.

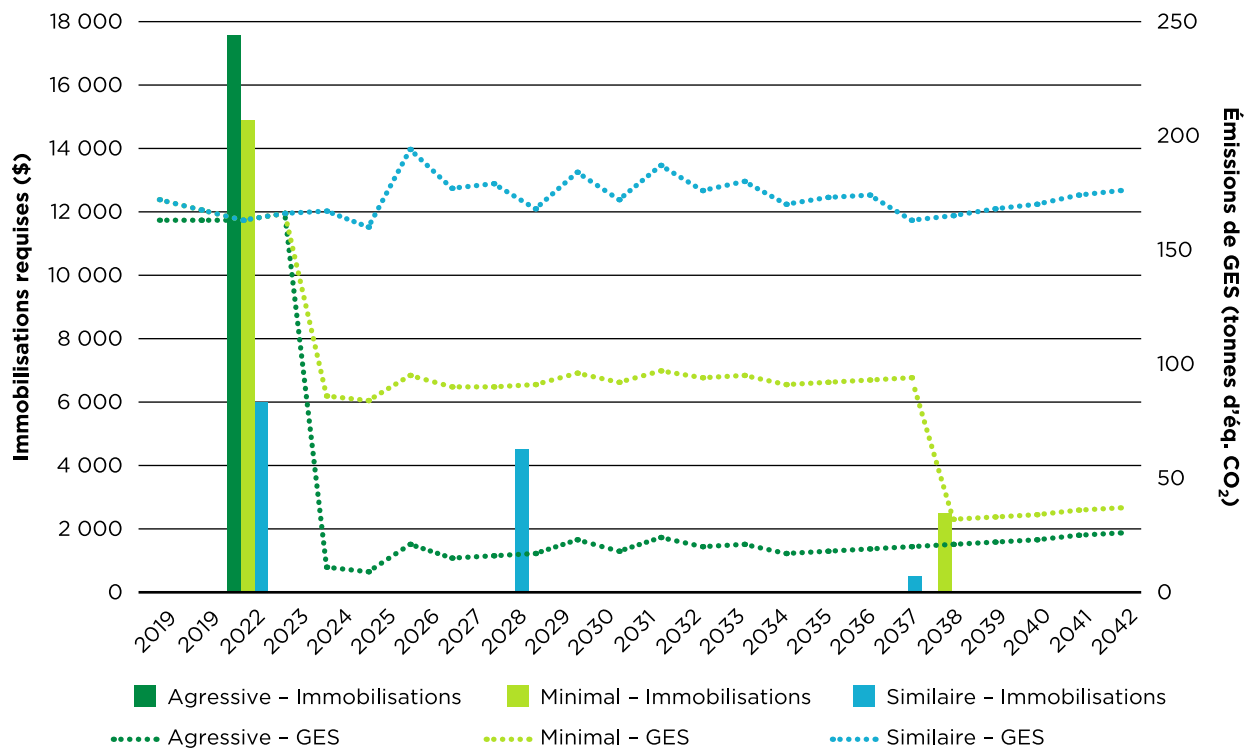


Figure 2 : Exemple d'investissement en immobilisations et d'émissions annuelles de GES - Rendement minimal comparé à celui d'un projet similaire au cours d'une période de vingt ans

Dans cet exemple, les émissions de GES pour l'année de référence sont calculées comme une moyenne des émissions de GES du bâtiment en 2018 et 2019. Le scénario d'un « projet similaire » est fondé sur trois projets d'immobilisations en planification préliminaire pour effectuer un entretien essentiel et remplacer le système CVC en fin de vie. Les émissions de GES du scénario d'un « projet similaire » ne devraient pas diminuer en raison des projections actuelles selon lesquelles le facteur d'émission du réseau en Ontario augmentera. La sensibilité des réductions de GES au facteur de projection d'émissions du réseau est étudiée dans le cadre de l'étude (mais n'est pas présentée ici).

Dans le scénario de « rendement minimal », le premier grand projet comprend des travaux initialement prévus pour 2028 dans le scénario d'un « projet

similaire » afin de minimiser les perturbations et les temps d'arrêt dans l'utilisation du bâtiment tout en veillant à ce que les efforts de réduction de la charge ne soient pas réalisés après les mises à niveau du système CVC (ce qui permet de maintenir les coûts d'immobilisations globaux à un niveau bas). La situation aurait également pu être inversée : la mise en œuvre optimale et la moins perturbatrice du scénario de « rendement minimal » auraient consisté à répartir les travaux entre 2022 et 2028 de façon semblable au scénario d'un « projet similaire ». Le reste des travaux du « plan de rendement minimal » sera achevé en 2038 (lorsque les appareils sur le toit seront remplacés par des thermopompes à air).

Dans le scénario de « décarbonisation agressive », tous les travaux sont réalisés dans un seul projet.