



# Analyse des coûts du cycle de vie des GES des biens immobiliers

## Lignes directrices (ACCV-GES)

Centre pour un gouvernement vert

Juillet 2022



## Contrôle de versions

Approbation :	Date :	Commentaires / modification Résumé de révisions depuis la dernière version :
Nick Xenos, DE-CGV	2022-07-22	Introduction de la version initiale

## Table des matières

1	Objet .....	4
2	Contexte stratégique .....	4
3	Portée.....	5
4	Rôles et responsabilités .....	6
5	Effectuer une ACCV-GES .....	7
5.1	Scénarios de coût du cycle de vie (CCV) et calcul de la valeur actualisée nette (VAN) différentielle .....	8
5.2	Projets monodisciplinaires.....	10
5.3	Grands projets : Rénovations, CPE, acquisitions et nouveaux bâtiments .....	10
5.3.1	Exigences relatives à la modélisation et à la simulation énergétique de grands projets ...	10
5.3.2	Outils de simulation de la modélisation énergétique.....	11
5.3.3	Contrats de performance énergétique (CPE).....	11
5.4	Facteurs d'émission de GES .....	12
5.5	Outils de l'ACCV et paramètres d'établissement des coûts .....	13
6	Présentation des résultats aux fins d'approbation d'un projet.....	13
	<b>Annexe 1 : Exemples pratiques .....</b>	<b>15</b>
	<b>Annexe 2 : Références .....</b>	<b>25</b>

## 1 Objet

Évaluer les options pour les investissements immobiliers à l'aide d'une analyse des coûts du cycle de vie (ACCV) des gaz à effet de serre (GES) afin de déterminer l'option représentant la meilleure valeur et qui permet de réduire au minimum les émissions de GES provenant des opérations et l'utilisation de l'énergie. Ces lignes directrices soutiennent l'implémentation de la Politique sur la planification et la gestion des investissements et la Directive sur la gestion des biens immobiliers en présentant un cadre pour l'analyse différentielle à l'appui de la décarbonisation profonde des actifs fédéraux. Elles appuient la philosophie du SCT en matière de meilleur rapport qualité-prix en intégrant les coûts du cycle de vie, ainsi que les externalités liées au climat. La méthodologie intègre un coût théorique pour les émissions futures de gaz à effet de serre dans l'analyse des investissements immobiliers afin d'éviter les décisions qui pourraient créer des actifs délaissés face au climat.

## 2 Contexte stratégique

La Stratégie pour un gouvernement vert (SGV)<sup>1</sup> engage le gouvernement fédéral à l'égard des opérations immobilières de zéro émissions nettes d'ici 2050. Afin d'atteindre la cible de zéro émissions nettes dans les opérations immobilières et de parcs de véhicule, le gouvernement du Canada réduira les émissions absolues de GES de la portée 1 et de la portée 2 de 40 % d'ici 2025 et d'au moins 90 % sous les niveaux de 2005 d'ici 2050. Sur cette voie de réduction des émissions, le gouvernement s'efforcera de réduire les émissions de 10 % de plus tous les 5 ans à compter de 2025. Pour atteindre ces cibles, la SGV exige que les ministères et organismes s'engagent à respecter les exigences suivantes pour les investissements immobiliers :

- Tous les nouveaux immeubles fédéraux (y compris les immeubles construits à des fins de location et les partenariats public-privé) seront construits de façon à produire un bilan carbone net zéro<sup>2</sup>, à moins qu'une analyse des coûts-avantages du cycle de vie n'indique une construction prête pour le carbone net zéro<sup>3</sup>
- Toutes les rénovations majeures des bâtiments, y compris les contrats de performance énergétique (CPE), nécessitent une analyse des coûts du cycle de vie de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (ACCV-GES)<sup>4</sup> pour déterminer les économies optimales de GES (l'approche des coûts du cycle de vie utilisera une période de 40 ans et un prix fictif<sup>5</sup> de 300 \$ par tonne de carbone et sera maintenue à toutes les étapes du projet)

---

<sup>1</sup> [Stratégie pour un gouvernement vert : Une directive du gouvernement du Canada](#)

<sup>2</sup> Un bâtiment carbone zéro, résilient face au climat est un bâtiment situé, conçu, bâti et exploité de manière à réduire au minimum les répercussions des changements climatiques, très économe en énergie et entièrement alimenté à partir de sources d'énergie renouvelables sur place ou hors site. À compter de 2025, ces bâtiments auront au moins 30 % moins de carbone concrétisé dans leurs principaux matériaux de construction.

<sup>3</sup> Un bâtiment prêt pour le carbone zéro est un bâtiment qui pourrait être exploité en tant que bâtiment carbone zéro à l'avenir.

<sup>4</sup> L'analyse du coût du cycle de vie (ACVC) est une méthode permettant d'évaluer le coût total de la propriété d'une installation.

<sup>5</sup> La tarification fictive du carbone est une méthode d'investissement ou d'analyse décisionnelle qui ajoute une surtaxe pour le dioxyde de carbone qui serait libéré aux prix du marché pour les projets qui impliquent d'importantes émissions de carbone.

Une période de cycle de vie de 40 ans a été choisie en fonction de la période précédant la prise en compte d'une mise à niveau à demi-vie. Le prix fictif de 300 \$ la tonne est fondé sur des études réalisées par des experts-conseils qui ont examiné le coût différentiel de la décarbonisation des archétypes spécialisés dans les bâtiments du portefeuille d'actifs du gouvernement fédéral.

Le présent document doit être lu conjointement avec les politiques et les directives suivantes du SCT :

- [Politique sur la planification et la gestion des investissements – Canada.ca \(tbs-sct.gc.ca\)](#)
- [Directive sur la gestion des biens immobiliers – Canada.ca \(tbs-sct.gc.ca\)](#)
- [Directive sur la gestion des projets et programmes – Canada.ca \(tbs-sct.gc.ca\)](#)
- [Politique sur la gestion financière – Canada.ca \(tbs-sct.gc.ca\)](#)

Les décisions d'investissements immobiliers doivent être basées sur la stratégie du portefeuille immobilier d'un ministère gardien<sup>6</sup>. La stratégie du portefeuille immobilier est un document de planification stratégique dont l'horizon de planification est d'au moins dix ans et qui guide la prise de décisions pour le portefeuille d'un ministère gardien. Il ne se limite pas à des actifs particuliers et décrit comment le portefeuille d'un ministère gardien sera géré de façon intentionnelle et proactive pour soutenir : le mandat, les objectifs opérationnels stratégiques et les exigences de programme prospectives du ministère ou de l'organisme, les priorités du gouvernement du Canada à l'échelle organisationnelle en matière de biens immobiliers et de résultats socioéconomiques et environnementaux (par exemple, écologisation des opérations gouvernementales) et une saine intendance et le meilleur rapport qualité-prix pour l'État. Le Guide sur les stratégies de portefeuille de biens immobiliers est à la disposition des ministères gardien sur [GCpédia](#).

### 3 Portée

L'exigence d'effectuer une ACCV-GES s'applique à tous les ministères et organismes gardien<sup>7</sup>, ainsi qu'à tous les archétypes de bâtiments et à l'infrastructure connexe, y compris les systèmes de l'énergie de quartier.

Bien que l'utilisation de la méthodologie ACCV-GES soit requise pour les rénovations majeures des bâtiments existants, elle est également un outil utile pour concevoir de nouvelles constructions zéro émissions nettes afin de déterminer la conception représentant la meilleure valeur. Lorsqu'elle est appliquée à de nouvelles constructions, l'ACCV peut appuyer la décision de construire un bâtiment prêt pour le carbone net zéro, s'il n'est pas financièrement ou techniquement faisable de construire immédiatement un bâtiment zéro émissions nettes. L'ACCV-GES devrait être effectuée pour les phases de construction et d'exploitation du cycle de vie du bâtiment. La phase de désaffectation et les considérations relatives au carbone incorporé ne font pas actuellement partie de la portée. La méthodologie s'applique à tous les projets qu'ils soient approuvés dans les limites du pouvoir d'approbation ministérielle des projets ou présentés au Conseil du Trésor pour approbation. Elle s'applique aux types d'actifs suivants :

- Bâtiments appartenant à l'État et ouvrages techniques appartenant à l'État

<sup>6</sup> Politique sur la planification et la gestion des investissements, 4.1.18.1

<sup>7</sup> Les sociétés d'État sont encouragées à adopter la méthodologie de l'ACCV-GES.

- Bâtiments construits à des fins de location et les actifs obtenus par bail-achat
- Projets de partenariats public-privé (P3)
- Projets de contrats de performance énergétique (CPE)

Les présentes lignes directrices ne s'appliquent pas aux actifs obtenus par cession-bail.

Les catégories d'émissions de GES suivantes devraient être incluses dans l'analyse : les émissions de la portée 1 (provenant de la combustion) et de la portée 2 (provenant d'un système de l'énergie de quartier et électricité). L'achat des crédits compensatoires de carbone n'est pas une mesure admissible pour réduire les émissions de GES et atteindre le carbone net zéro au niveau d'investissement individuel.

La méthodologie peut également être utilisée dans des analyses plus sophistiquées où les coûts et les impacts de diverses décisions d'actifs biens immobiliers sur les GES, comme la démolition et le remplacement/la reconstruction ou la rénovation/l'agrandissement de bâtiments sont comparés.

## 4 Rôles et responsabilités

L'objectif de la réalisation d'une ACCV-GES dans les grands projets immobiliers est de s'assurer de ce qui suit :

1. Un capital suffisant est prévu pour la décarbonisation de l'actif pendant la planification des investissements (approbation préalable du projet)
  - ± 20 % à l'étape de l'estimation des coûts (estimations « indicatives » de la catégorie D)
2. Une analyse technique, financière et des GES rigoureuse est effectuée à l'étape de la définition du projet afin de présenter les solutions qui offrent la meilleure valeur pour la prise de décisions.
  - ± 15 % à l'étape de l'estimation des coûts

Toutes les demandes d'approbation de projet doivent être conformes aux présentes lignes directrices, y compris les demandes présentées au SCT et celles approuvées à l'interne au sein d'un ministère.

L'ACCV-GES devrait être effectuée pendant l'élaboration de la définition du projet ou l'équivalent. Les résultats doivent être intégrés à l'établissement des coûts du projet avant que l'autorisation du projet (AP) et l'autorisation de dépenser (AD) soient accordées. La définition du projet doit préciser clairement les coûts qui ont été inclus dans l'AP pour tenir compte de la réduction des émissions de GES et qui sont visés par l'AD aux fins d'approbation de la mise en œuvre. Les principaux rôles dans la méthodologie de l'ACCV-GES sont les suivants :

<b>Chef de projet du ministère</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiller à ce que les mesures de réduction des GES soient intégrées à la définition du projet</li> <li>• Veiller à ce que les mesures de décarbonisation soient maintenues tout au long du cycle de vie de la mise en œuvre du projet</li> </ul>
<b>Promoteur de projet au ministère, expert-conseil ou ESE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effectuer la modélisation et l'évaluation énergétiques</li> <li>• Effectuer l'ACCV-GES</li> </ul>

<b>Direction des services ministériels ou équivalent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiller à ce que l'ACCV-GES soit mise en œuvre au sein de l'organisation (<i>Mettre à jour les politiques et les lignes directrices internes du ministère</i>)</li> </ul>
<b>Gestion du portefeuille immobilier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiller à ce que les investissements soient conformes au stratégie du portefeuille de biens immobiliers ministérielle, au plan d'investissement et au plan de portefeuille zéro émissions nettes et résilient au climat</li> </ul>
<b>Analystes financiers et du Secteur des programmes du Conseil du Trésor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiller à ce que l'ACCV-GES ait été mise en œuvre dans les projets présentés aux directions des finances internes et au SCT dans le cas d'une demande l'approbation du projet</li> <li>• Veiller à la présentation normalisée des résultats</li> </ul>

## 5 Effectuer une ACCV-GES

L'analyse des coûts du cycle de vie (ACCV) est une méthode d'évaluation du coût total de la propriété d'une installation. Elle tient compte des coûts de construction, de rénovation, de propriété et d'entretien, de réparation ou de remplacement des systèmes de l'immeuble. L'ACCV est particulièrement utile pour comparer les solutions de rechange aux investissements qui satisfont aux mêmes exigences fonctionnelles, mais qui diffèrent en ce qui concerne les coûts initiaux et les coûts de fonctionnement et d'entretien. Une ACCV-GES intègre les externalités liées au climat en intégrant un coût du carbone pour les émissions de GES tout au long du cycle de vie. L'ACCV-GES sert à déterminer dans quelle mesure les investissements qui peuvent augmenter le coût initial, mais entraîner une réduction des émissions de GES, permettront d'économiser les coûts du cycle de vie (par exemple, l'installation d'un système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) ou de fenêtrage à haute performance).

La Stratégie pour un gouvernement vert exige que le coût des futures émissions de GES soit inclus dans cette analyse à l'aide d'un prix fictif sur le carbone fixé à 300 \$/tonne. Le prix fictif devrait être utilisé à la place des taxes provinciales ou territoriales sur les émissions de carbone ou d'autres régimes réglementaires semblables de tarification du carbone<sup>8</sup>.

Les ministères sont invités à faire appel à des experts-conseils professionnels pour effectuer une ACCV sur la réduction des GES. Des offres à commandes sont disponibles dans chaque région de Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC), ainsi qu'une liste des experts-conseils qualifiés qui peuvent réaliser ce travail.

<sup>8</sup> Par souci d'uniformité, un prix fictif national du carbone sera utilisé dans les projets fédéraux au cours du cycle de vie de 40 ans. Cette position pourra être modifiée en fonction de l'évolution des stratégies futures sur les systèmes de taxe sur le carbone et de plafonnement et d'échange en vigueur au Canada. Il est suggéré de ne pas tenter de supprimer les effets des taxes régionales sur le carbone des factures des services publics (qu'elles soient liées à la production d'électricité ou à l'utilisation de combustibles fossiles).

## 5.1 Scénarios de coût du cycle de vie (CCV) et calcul de la valeur actualisée nette (VAN) différentielle

Il y a de nombreux coûts associés à l'acquisition, à l'exploitation et à l'entretien d'un bâtiment ou d'un système de bâtiment. Les coûts liés aux bâtiments font habituellement partie des catégories suivantes :

- Coûts initiaux – Coûts de conception, de construction et de rénovation et coûts de l'infrastructure de service (par exemple, augmentation de la capacité de service électrique)
- Coûts de l'énergie et autres coûts de fonctionnement (par exemple les coûts d'entretien) sur 40 ans
- Coûts de réfection de l'équipement et des composants du tissu du bâtiment, entre autres, qui doivent être remplacés au cours du cycle de vie de 40 ans
- Valeurs réversibles ou résiduelles – Valeurs de revente ou de récupération
- Frais financiers – (par exemple, coûts contractuels pour les CPE)
- Avantages ou coûts non monétaires (par exemple, confort des occupants)

L'ACCV-GES devrait être effectuée en dollars courants en tenant compte du taux d'inflation, des taux d'actualisation et des taux d'indexation des prix (qui devraient provenir des directions des finances des ministères ou de la Direction générale des finances de SPAC). Le prix fictif du carbone devrait rester à 300 \$/tonne chaque année et ne devrait pas être augmenté à l'avenir. Toutefois, le taux d'actualisation devrait être appliqué au calcul de la valeur actualisée des coûts du carbone tout au long du cycle de vie.

Après avoir déterminé tous les coûts par année et le montant et les avoir réduits à la valeur actualisée, ils sont ajoutés pour déterminer les coûts totaux du cycle de vie pour chaque scénario :

*Coût du cycle de vie*<sup>9</sup> = *Coût en capital initial + Coûts de réfection – Coûts réversibles (valeur résiduelle) + Coûts de l'énergie + Autres coûts + Coût du carbone*

<b>Coûts du cycle de vie</b>	Coût total du cycle de vie en dollars de la valeur actualisée (VA) du scénario donné
<b>Coût en capital initial</b>	Coûts d'investissement actualisés (s'ils sont engagés à la date de base, il ne faut pas les actualiser)
<b>Coûts de réfection</b>	Coûts actualisés de remplacement des immobilisations (par exemple, CVC, revêtement extérieur des murs, fenêtres)
<b>Valeur réversible (résiduelle)</b>	Valeur résiduelle actualisée (valeur de revente, valeur de récupération) moins les coûts d'élimination
<b>Coûts de l'énergie</b>	VA des coûts énergétiques annuels <sup>8</sup> (tout au long du cycle de vie). Il convient de préciser que les frais liés au prix fictif du carbone devraient être inclus dans un poste distinct sous Coûts du carbone (voir ci-dessous).
<b>Coûts du carbone</b>	VA du coût fictif du carbone (émissions annuelles de GES multipliées par 300 \$/tonne de prix fictif). Veuillez noter que le prix fictif devrait être utilisé au

<sup>9</sup> Le coût du cycle de vie ne sera pas équivalent au montant d'approbation du projet, car il couvre un barème des coûts plus large.

	lieu d'un prix national projeté de la taxe sur le carbone <sup>8</sup> . Le prix fictif ne doit pas être surévalué.
<b>Autres coûts</b>	VA des autres coûts (par exemple, les coûts contractuels pour les CPE), les couts du fonctionnement et entretien au long du cycle de vie

**Au moins 4 scénarios de coûts de remplacement devraient être élaborés selon la méthodologie de l'ACCV, sur 40 ans, avec un prix fictif de 300 \$/tonne de carbone, de la manière suivante :**

**Scénario 1 : Établissement des coûts de référence**

- Représente les normes ministérielles minimales ou, si elles ne sont pas disponibles, les pratiques standard de conception du marché et les exigences des codes locaux.
  - Répond aux besoins fonctionnels du projet et aux règlements applicables
  - Fournit une base de référence aux fins de comparaison des coûts seulement
  - Dans la plupart des cas, cette option ne devrait pas être recommandée, mais est nécessaire à titre de base de référence aux fins de comparaison des coûts

**Scénario 2 : Réduction neutre des coûts de GES**

- Réaliser des réductions des émissions de GES avec des coûts neutres sur 40 ans au moyen d'un prix fictif de 300 \$/tonne de carbone, c'est-à-dire pour un coût global du cycle de vie équivalent au prix de référence
  - La modélisation et les simulations de l'énergie seront effectuées sur certaines mesures groupées jusqu'à ce que la meilleure option qui offre les plus grandes économies de GES avec une valeur actualisée nette (VAN) différentielle équivalente ou positive par rapport au scénario de référence soit déterminée
  - La priorité devrait être accordée à l'optimisation de l'efficacité énergétique et à la conservation des ressources avant que des solutions de remplacement du carburant ne soient envisagées pour réduire les émissions de GES
  - Dans la plupart des cas, il s'agit du concept minimal à construire

**Scénario 3 : Réduction maximale des GES**

- Atteindre le potentiel maximal de réduction des émissions de GES du projet
  - Le promoteur devrait évaluer les mesures requises pour le projet afin de réduire l'empreinte d'émissions de carbone au plus près de zéro net possible.
  - Met au premier plan les coûts associés à l'atteinte de ce résultat

**Scénario 4 : Réduction optimisée des GES**

- Conceptions possibles qui intègrent des éléments des scénarios 2 et 3 en fonction de la meilleure valeur
  - Déterminer une option responsable sur le plan financier qui optimise les réductions des émissions de GES par rapport aux coûts supplémentaires du cycle de vie
  - Cette conception hybride optimisée est censée comprendre toutes les mesures choisies pour le scénario 2 et les mesures de conservation individuelles déterminées dans le scénario 3 qui sont presque rentables et/ou entraînent des réductions importantes des émissions de GES.

**La VAN différentielle des scénarios 2, 3 et 4 devrait être calculée en soustrayant le coût du cycle de vie du scénario d'établissement des coûts de référence.**

Le scénario 1, le scénario d'établissement des coûts de référence, ne sert qu'à la comparaison des coûts et ne devrait habituellement pas être élaboré.

**Aux fins de la méthodologie de l'ACCV-GES, les projets sont classés dans 2 catégories, les projets monodisciplinaires tels que les remplacements d'équipement, et les grands projets tels que les rénovations majeures ou de nouvelles constructions.**

## 5.2 Projets monodisciplinaires

On entend par projets monodisciplinaires les projets qui ont une incidence sur un seul élément ou système de bâtiment et qui ont un effet sur les émissions de GES, et qui ne sont pas déclenchés par les principaux critères du projet dont il est question à section 5.3. Étant donné que les projets monodisciplinaires sont moins complexes de par leur nature, ils n'exigent pas nécessairement une modélisation et une simulation de l'énergie dans l'ensemble du bâtiment. Des exemples de projets monodisciplinaires sont le remplacement d'un refroidisseur, d'une chaudière, d'un appareil de traitement de l'air ou un projet de remplacement de fenêtres.

Les réductions des émissions de GES associées et la valeur actualisée nette (VAN) différentielle sur 40 ans pour chaque scénario analysé (par rapport au scénario d'établissement des coûts de référence) seront évaluées à l'aide de la méthode décrite à la section **Error! Reference source not found.** Le logiciel RETScreen<sup>10</sup> de RNCAN peut être utilisé pour déterminer, évaluer et optimiser rapidement la viabilité technique et financière des projets potentiels.

Une ACCV-GES comporte des avantages financiers et environnementaux pour les projets de valeur beaucoup plus faible, comme le montre l'exemple à l'annexe A.

## 5.3 Grands projets : Rénovations, CPE, acquisitions et nouveaux bâtiments

Un grand projet est défini comme un projet multidisciplinaire de par sa nature, c'est-à-dire que le projet a une incidence sur plusieurs éléments ou systèmes d'un bâtiment. Les rénovations majeures, les acquisitions et les immeubles nouvellement construits sont des projets majeurs. Par conséquent, ces projets exigent une modélisation et une simulation de l'énergie des bâtiments pour évaluer le rendement énergétique et en GES des scénarios de conception.

La méthodologie de l'ACCV-GES pour un grand projet repose sur la modélisation et la simulation de l'énergie du bâtiment pour estimer la consommation annuelle de l'énergie et les émissions de GES de chaque scénario de conception.

### 5.3.1 Exigences relatives à la modélisation et à la simulation énergétique de grands projets

La modélisation et la simulation de l'énergie sont une représentation virtuelle du bâtiment, en particulier des éléments qui composent un bâtiment. On considère l'énergie, l'air et l'humidité qui

<sup>10</sup> <https://www.rncan.gc.ca/cartes-outils-et-publications/outils/outils-modelisation/retscreen/7466>

s'échappent à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment pour prédire les besoins énergétiques annuels du bâtiment. La modélisation et la simulation de l'énergie sont couramment effectuées pour vérifier la conformité d'un bâtiment à un code de l'énergie et pour estimer la consommation d'énergie annuelle du bâtiment, les coûts annuels de l'énergie et les émissions annuelles de GES.

La modélisation et la simulation de l'énergie du bâtiment sont le seul outil accepté qui soit capable de tenir compte de l'interaction entre les différents éléments du bâtiment et d'analyser simultanément plusieurs mesures d'économie d'énergie. La modélisation et la simulation énergétiques appuient un processus de conception intégré parmi les professionnels du bâtiment : les architectes qui conçoivent l'enveloppe de bâtiments, les ingénieurs en mécanique et en électricité qui conçoivent les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) et d'éclairage, ainsi que d'autres membres des équipes de conception et de projet. Elle permet d'estimer les économies d'énergie, les réductions des coûts d'énergie et les réductions des émissions de GES des mesures de conservation de l'énergie, par rapport au scénario de référence, qui sont pris en compte pour chaque scénario de conception.

La modélisation énergétique devrait être effectuée à un niveau approprié de précision selon l'étape du projet. Nota : L'objectif de la réalisation d'une ACCV-GES dans les grands projets immobiliers est de s'assurer de ce qui suit :

1. Un capital suffisant est prévu pour la décarbonisation de l'actif pendant la planification des investissements (approbation préalable du projet)
  - $\pm 20\%$  à l'étape de l'estimation des coûts (estimations « indicatives » de la catégorie D)
2. Une analyse technique, financière et des GES rigoureuse est effectuée à l'étape de la définition du projet.
  - $\pm 15\%$  à l'étape de l'estimation des coûts

### 5.3.2 Outils de simulation de la modélisation énergétique

Un logiciel de simulation horaire de l'énergie du bâtiment complet qui est conforme aux ASHRAE Standard 140 - Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs devrait être utilisé au début du projet. Voici quelques exemples des outils logiciels couramment utilisés par l'industrie et conformes à la norme ASHRAE 140 : IESVE, eQUEST, CAN-QUEST, OpenStudio/EnergyPlus et Design Builder. Par ailleurs, le logiciel RETScreen de RNCAN peut être utilisé en fonction de la recommandation du ministère qui livre le projet et en fonction des exigences de modélisation énergétique de l'étape du projet. Le professionnel qui effectue la modélisation énergétique devrait bien connaître l'outil sélectionné et comprendre les hypothèses de l'outil, valider les intrants saisis dans l'outil et assurer la qualité des résultats de la simulation.

**Les données antérieures et les données projetées sur le climat devraient être prises en compte dans l'ACCV-GES.**

### 5.3.3 Contrats de performance énergétique (CPE)

Les entreprises de services énergétiques (ESE) mettent en œuvre des mesures d'économie d'énergie (MCE) dans les bâtiments fédéraux dans le cadre d'un contrat de performance énergétique. Les MCE

sont financées par les économies d'énergie réalisées pendant la durée du contact, l'ESE obtient le capital de mise en œuvre initial du secteur privé. La durée de la MCE est généralement de 15 ans, car les coûts de financement au-delà de cette période deviennent importants. Les rendements des investissements des ESE permettent de réaliser des économies d'énergie modérées au moyen d'un CPE. Des économies d'énergie plus profondes et des réductions importantes des GES peuvent être réalisées en injectant des capitaux supplémentaires de l'État. Cela permet de maintenir le délai de remboursement de la CBE à environ 15 ans, mais permet l'ajout de mesures de récupération plus longues justifiées par le prix fictif du carbone. En tenant compte de la durée habituelle d'un CPE de 15 ans, une ACCV-GES devrait toujours être effectuée sur une période de 40 ans afin de tirer le meilleur parti de la partie financée par l'État.

L'application de l'ACCV-GES dans un CPE peut être résumée de la manière suivante :

Étape 1 – Identifier l'ensemble des mesures qui donnent lieu à une récupération dans le délai du CPE (généralement environ 15 ans).

Étape 2 – Appliquer la méthodologie de l'ACCV-GES pour évaluer des mesures de réduction des GES plus profondes en tenant compte de la VAN de 40 ans avec application du prix fictif du carbone.

Noter que les mesures de l'étape 2 devraient être mises en œuvre, mais que la différence de coût entre 1 et 2 devrait être financée par la partie de l'injection de capitaux de l'État. Si un projet de construction d'un grand projet d'approvisionnement standard démontre une meilleure valeur et des économies de GES, et que le financement est disponible dans un délai raisonnable, il devrait être envisagé. De même, si la partie financée par l'État dépasse la valeur de base du CPE, d'autres options de mise en œuvre, comme un réaménagement majeur ou un remplacement, devraient être envisagées. Si la partie financée par l'État est importante, il serait préférable de l'intégrer aux résultats de rendement du CPE qui imposent à l'entrepreneur le fardeau de réaliser les réductions de GES prévues.

#### 5.4 Facteurs d'émission de GES

Les facteurs d'émission pour le carburant, l'électricité et le chauffage et le refroidissement de quartier fournis par les [Lignes directrices sur les déclarations du gouvernement fédéral en matière d'écologisation](#) des devraient être utilisées pour calculer les émissions de GES des scénarios de projet.

L'objectif de la méthodologie de l'ACCV-GES est de réduire au minimum les émissions du projet. Par conséquent :

- Le remplacement de l'électricité au combustible fossile ne devrait pas être pris en considération, car on prévoit que tous les réseaux électriques au Canada émettront peu de GES d'ici 2040. En outre :
  - Le gouvernement fédéral s'est engagé à acheter 100 % d'électricité propre d'ici 2025.
  - En décembre 2018, le Canada a annoncé un règlement visant à éliminer progressivement l'électricité traditionnelle au charbon d'ici 2030 ainsi qu'un règlement sur les gaz à effet de serre pour l'électricité au gaz naturel.
- Les concepteurs de projets devraient considérer efficacement que le facteur d'émissions sur le cycle de vie de 40 ans pour l'électricité est nul.

- Les ministères peuvent choisir d'utiliser la méthode de comptabilisation des GES fondée sur l'emplacement<sup>11</sup> pour les émissions liées à l'électricité au cours des premières années d'un projet jusqu'en 2025, ou peut-être plus longtemps dans les régions où le gouvernement n'achète pas d'électricité renouvelable localement (c.-à-d. dans les provinces où le programme national de certificat d'énergie renouvelable (CER) est utilisé pour déplacer la partie émettrice du réseau électrique provincial ou territorial)<sup>12</sup>.
  - Dans cette situation, les projets devraient utiliser les valeurs annuelles prévues d'ECCC pour les facteurs d'émission d'électricité d'un réseau provincial.

## 5.5 Outils de l'ACCV et paramètres d'établissement des coûts

Un ministère peut utiliser ses propres outils pour mener la méthodologie de l'ACCV-GES afin de produire les analyses requis pour l'approbation d'un projet. La méthodologie des options de réduction GES élaborée par SPAC<sup>13</sup> fournit également des modèles pour la présentation des résultats d'un ACCV-GES.

Les valeurs des taux d'actualisation et d'inflation devraient être obtenues auprès des directions générales des finances de l'organisation ou de la Direction générale des finances (DGF) de SPAC. Le taux d'actualisation est généralement établi à la hauteur du coût d'emprunt pour le gouvernement du Canada et dépend de l'espérance de vie de l'investissement. Les taux d'inflation individuels devraient être utilisés pour les coûts des services publics, de l'entretien et de la construction.

Le coût annuel du carbone ne devrait pas être augmenté pour tenir compte de l'inflation au cours de la période de 40 ans du cycle de vie. Une valeur constante de 300 \$/tonne devrait être appliquée. Toutefois, les coûts futurs devraient être actualisés au taux approprié pour calculer la valeur actuelle.

## 6 Présentation des résultats aux fins d'approbation d'un projet

Une analyse financière sommaire de l'ACCV-GES indiquant l'option recommandée (figure 1) devrait être présentée aux analystes financiers du ministère et aux analystes du secteur des programmes du SCT (dans les cas où les pouvoirs délégués au ministère sont dépassés et que l'approbation du Conseil du Trésor est requise). Lorsque les résultats sont présentés SCT, les analystes du secteur de programmes consulteront le Centre pour un gouvernement vert au sujet de l'approbation du projet.

<sup>11</sup> La méthode fondée sur l'emplacement se penche sur l'intensité moyenne des GES des réseaux d'électricité qui fournissent de l'électricité, peu importe les ententes contractuelles conclues par une organisation pour l'électricité propre. Pour quantifier les émissions indirectes à l'aide de la méthode fondée sur l'emplacement, les organismes déclarants utilisent des facteurs d'émission qui sont fondés sur l'emplacement géographique de chaque installation et qui correspondent au facteur d'émission moyen du réseau des installations de production d'électricité qui alimentent le réseau.

<sup>12</sup> Il convient de noter que ces émissions seront déplacées à l'avenir, car la Stratégie pour un gouvernement vert obligera le GC à acheter une électricité 100 % propre d'ici 2025.

<sup>13</sup> Guideline - Project GHG Options Analysis Methodology: SPAC, Direction générale des biens immobiliers, Services techniques, gouvernement vert, action climatique, GES et énergie. Mise à jour en 2020-11-26

<b>Scénario</b>	<b>1 : Établissement des coûts de référence</b>	<b>2 : Réduction neutre en coûts des GES (pendant 40 ans + le prix du carbone)</b>	<b>3 : Réduction maximale des GES</b>	<b>4 : Réduction optimisée des GES</b>
<i>Option recommandée</i>	N	(O/N)	(O/N)	(O/N)
<i>Émissions annuelles de GES</i>				
<i>Coût en capital</i>				
<i>Coûts de l'énergie</i>				
<i>Coût du cycle de vie de 40 ans</i>				
<i>VAN différentielle par rapport à la base de référence</i>	S.O.			
<i>Augmentation en pourcentage du coût du cycle de vie</i>	S.O.			
<i>Avantages</i>				
<i>Inconvénients</i>				

Figure 1 Présentation des résultats de l'ACCV-GES

## *Annexe 1 : Exemples pratiques*

Les exemples pratiques démontrent comment la méthodologie de l'ACCV-GES a été appliquée à des projets particuliers. La méthodologie de l'ACCV-GES était un élément de l'analyse des investissements du projet. Dans chaque cas, l'analyse a défini les différentes options disponibles et déterminé la meilleure valeur pour l'État, en tenant compte des coûts en capital, des coûts du cycle de vie et des émissions de GES. En s'appuyant sur l'analyse, l'équipe de projet a recommandé l'option dont les coûts différentiels en capital et du cycle de vie sont raisonnables comparativement à une base de référence de statu quo, ayant permis de réaliser d'importantes réductions des émissions de GES.

- Exemple pratique 1 : Un projet monodisciplinaire
- Exemple pratique 2 : Réaménagement d'un grand bâtiment existant
- Exemple pratique 3 : Grand projet – Nouvelle construction

## Exemple pratique 1 : Un projet monodisciplinaire

**Exemple un projet monodisciplinaire – Mise à niveau et recommissioning de l'appareil de traitement de l'air et de la roue thermique****Description**

Installer des capteurs d'occupation et mettre à niveau les contrôles de l'appareil de traitement de l'air pour surveiller la demande de ventilation dans les salles de réunion, remettre à neuf l'appareil de traitement de l'air avec de nouveaux moteurs d'alimentation et de ventilateur recycleur, entraînements à fréquence variable (EFV), un système d'entraînement synchrone et mettre à niveau la roue thermique, recommission le système de ventilation des salles de réunion.

<b>Options</b>	<b>1: Statu quo</b>	<b>2 : Capteurs d'occupation et SEVV</b>	<b>3: Option 2 plus roue thermique (recommandée)</b>
<b>Description</b>	<i>(Statu quo : État actuel des opérations des systèmes)</i>	<i>Capteurs d'occupation et EFV</i>	<i>Option 2 plus roue thermique</i>
Émissions de GES (tonnes de CO2 par année)	79	21	19
Coût fictif annuel du carbone (300 \$/tonne d'éq. CO2)	23 700 \$	6 300 \$	5 700 \$
Économies d'énergie (GJ par an)	0	892	921
Économies des coûts de l'énergie (dollars par année)	0 \$	23 905 \$	24 656 \$
Économies de coûts d'entretien (dollars par année)	0 \$	2 400 \$	2 400 \$
Autres coûts (coûts de remplacement de l'équipement ou coûts d'entretien spéciaux durant le cycle de vie)	77 150 \$	77 150 \$	42 094 \$
Coût différentiel en capital	0 \$	75 000 \$	90 000 \$
CCV (dollars pendant plus de 40 ans)	2 263 622 \$	957 017 \$	893 827 \$
VAN différentielle (en dollars sur 40 ans)	0 \$	1 306 605 \$	1 369 795 \$
Période de récupération simple (années)	Aucun investissement initial	1,7	2,0

Cet exemple montre les avantages d'une simple ACCV-GES pour un petit projet.

## Exemple pratique 1 : Un projet monodisciplinaire

Nota : Pour les projets monodisciplinaires, la nature du projet détermine le nombre d'options pertinentes et ce qui est possible

- Dans cet exemple, l'option 2 a déjà une VAN positive par rapport au statu quo.
- L'option 3 a également une VAN positive dans cet exemple et devient l'option recommandée.
- L'option 4 n'a pas été analysée, car la réduction maximale des GES (option 3) a une VAN positive.

## Exemple pratique 2 : Grand projet – réaménagement d'un bâtiment existant

### **Exemple d'un grand projet de réaménagement – Bâtiment existant à Ottawa, en Ontario.**

#### **Description**

Exemple d'un grand projet de réaménagement d'un bâtiment existant à Ottawa. Le bâtiment, construit en 1970, a une superficie totale brute de 67 740 m<sup>2</sup> et se compose d'une tour de 11 étages, d'une tour de 5 étages et d'un pavillon de 2 étages. Quatre options de conception ont été étudiées pour ce projet multidisciplinaire. Les mesures importantes de l'efficacité énergétique qui sont regroupées pour chaque option sont décrites et les différences importantes d'une option à l'autre sont indiquées en caractères gras (dans la ligne de description). Les avantages et les inconvénients de chaque option de conception sont également indiqués par l'équipe de projet.

L'option 1 définit la base de référence à laquelle toutes les autres options sont comparées. L'option 2, qui est neutre quant aux coûts, permet de réduire les émissions de GES de 846 tonnes d'éq. CO<sub>2</sub> à un coût du cycle de vie inférieur à celui de l'option de base et à un coût en capital différentiel de 14,1 millions de dollars (4,8 % du coût en capital de base). L'option 3 de réduction maximale des émissions de GES permet d'obtenir une conception carbone zéro, à un coût différentiel du cycle de vie de 52,6 M\$ (7,9 %) et un coût en capital différentiel de 76,0 M\$ (25,9 %). L'option 4, la conception optimisée de réduction des émissions de GES, permet d'obtenir une conception carbone zéro à un coût différentiel du cycle de vie de 3,2 M\$ (0,5 %) et un coût différentiel en capital de 28,5 M\$ (9,7 %). L'équipe de projet a recommandé l'option 4, car elle établit un équilibre entre la responsabilité financière et la conception carbone zéro.

<b>Options</b>	<b>1 : Établissement des coûts de référence</b>	<b>2 : Réduction des GES neutre en coûts (40 ans + prix du carbone)</b>	<b>3 : Réduction maximale des GES</b>	<b>4 : Réduction optimisée des GES (Recommandée)</b>
<b>Description</b>	Conformité avec la Référence technique pour la conception des immeubles de bureaux de 2017 Toit mis à niveau selon R30 Double vitrage à faible émissivité	Conformité avec la Référence technique pour la conception des immeubles de bureaux de 2017 <b>Murs isolés selon R50</b> Toit mis à niveau selon R30 Double vitrage à faible émissivité Éclairage LED avec capteurs de mouvement et de lumière du jour Économiseurs sur les amortisseurs	Conformité avec la Référence technique pour la conception des immeubles de bureaux de 2017 <b>Murs isolés selon R50</b> Toit mis à niveau selon R30 <b>Matériau de changement de phase pour augmenter la masse thermique</b> Double vitrage à faible émissivité, mur de rideaux Éclairage LED avec capteurs de mouvement et de lumière du jour	Conformité avec la Référence technique pour la conception des immeubles de bureaux de 2017 <b>Murs isolés selon R50</b> Toit mis à niveau selon R30 <b>Matériau de changement de phase pour augmenter la masse thermique</b> Double vitrage à faible émissivité, mur de rideaux Éclairage LED avec capteurs de mouvement et

## Exemple pratique 2 : Grand projet – réaménagement d'un bâtiment existant

	<p>Éclairage LED avec capteurs de mouvement et de lumière du jour</p> <p>Économiseurs sur les amortisseurs à air frais (refroidissement naturel)</p> <p>Volume d'air variable pour les zones centrales avec système d'induction</p> <p>Système d'air extérieur dédié</p> <p><b>Récupération de l'énergie à l'aide de banques thermiques (efficacité de 85 %)</b></p> <p>Pompes et ventilateurs à vitesse variable</p> <p><b>Ventilo-convecteurs pour récupérer la chaleur des salles d'équipement</b></p> <p><b>Système de ventilation à faible vitesse</b></p> <p><b>Centrale thermique de récupération de chaleur composée de refroidisseurs de récupération de chaleur, de refroidisseurs secs, de pompes à chaleur, de réservoirs à gradient chaud et froid et de puits géothermiques</b></p> <p><b>La performance énergétique est de 27 % supérieure à celle du CNÉB en 2011</b></p>	<p>à air frais (refroidissement naturel)</p> <p>Volume d'air variable pour les zones centrales avec système d'induction</p> <p>Système d'air extérieur dédié</p> <p><b>Récupération de l'énergie à l'aide de banques thermiques (efficacité de 85 %)</b></p> <p>Pompes à vitesse variable et ventilateurs</p> <p><b>Ventilo-convecteurs pour récupérer la chaleur des salles d'équipement</b></p> <p><b>Système de ventilation à faible vitesse</b></p> <p><b>Centrale thermique de récupération de chaleur composée de refroidisseurs de récupération de chaleur, de refroidisseurs secs, de pompes à chaleur, de réservoirs à gradient chaud et froid et de puits géothermiques</b></p> <p><b>La performance énergétique est de 62 % supérieure à celle du CNÉB en 2011</b></p>	<p>Économiseurs sur les amortisseurs à air frais (refroidissement naturel)</p> <p>Volume d'air variable pour les zones centrales avec système d'induction</p> <p>Système d'air extérieur dédié</p> <p><b>Récupération de l'énergie à l'aide de banques thermiques (efficacité de 85 %)</b></p> <p>Pompes à vitesse variable et ventilateurs</p> <p><b>Ventilo-convecteurs pour récupérer la chaleur des salles d'équipement</b></p> <p><b>Système de ventilation à faible vitesse</b></p> <p><b>Centrale thermique de récupération de chaleur composée de refroidisseurs de récupération de chaleur, de refroidisseurs secs, de pompes à chaleur, de réservoirs à gradient chaud et froid et de puits géothermiques</b></p> <p><b>Système géothermique d'échange de chaleur.</b></p> <p><b>La performance énergétique est de 74 % supérieure à celle du CNÉB en 2011</b></p> <p><b>Batteries de cellules solaires sur place à l'est du site et sur le toit d'une nouvelle structure de stationnement (24 851 m<sup>2</sup> de PV avec une capacité de 1 799 kW)</b></p> <p><b>Moteurs d'ascenseur régénérateurs</b></p>	<p>de lumière du jour</p> <p>Économiseurs sur les amortisseurs à air frais (refroidissement naturel)</p> <p>Volume d'air variable pour les zones centrales avec système d'induction</p> <p>Système d'air extérieur dédié</p> <p><b>Récupération de l'énergie à l'aide de banques thermiques (efficacité de 85 %)</b></p> <p>Pompes à vitesse variable et ventilateurs</p> <p><b>Ventilo-convecteurs pour récupérer la chaleur des salles d'équipement</b></p> <p><b>Système de ventilation à faible vitesse</b></p> <p><b>Centrale thermique de récupération de chaleur composée de refroidisseurs de récupération de chaleur, de refroidisseurs secs, de pompes à chaleur, de réservoirs à gradient chaud et froid et de puits géothermiques</b></p> <p><b>Système géothermique d'échange de chaleur.</b></p> <p><b>La performance énergétique est de 74 % supérieure à celle du CNÉB en 2011</b></p> <p><b>Baies photovoltaïques sur place au sud du bâtiment existant et à l'est du site (25 432 m<sup>2</sup> de PV avec une capacité de 1 841 kW)</b></p>
Émissions annuelles de GES (tonnes d'éq. CO <sub>2</sub> )	1 139	293	-	-
Coût en capital initial (comprend les coûts fixes et accessoires et le risque)	293 516 017 \$	307 572 137 \$	369 543 370 \$	322 049 113 \$

## Exemple pratique 2 : Grand projet – réaménagement d'un bâtiment existant

<b>coût en capital différentiel (par rapport à la base de référence)</b>	-	14 056 120 \$	76 027 353 \$	28 533 096 \$
<b>Coûts énergétiques annuels estimatifs</b>	2 051 315 \$	1 211 818 \$	756 486,00 \$	775 720 \$
<b>Coût fictif annuel du carbone (300 \$/tonne d'éq. CO2)</b>	341 700 \$	87 900 \$	-	-
<b>Coût du cycle de vie sur 40 ans</b>	667 779 461 \$	658 077 242 \$	720 393 259 \$	670 976 941 \$
<b>VAN différentielle par rapport à la base de référence (comprend l'indexation et la valeur résiduelle)</b>	-	9 702 219 \$	(52 613 798 \$)	(3 197 480 \$)
<b>Augmentation du coût du cycle de vie</b>	S.O.	-1,45 %	7,88 %	0,48 %
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Engagement ministériel minimal respecté</li> <li>– Conception conforme à LEED Silver ou 3 Green Globes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Meilleure valeur en ce qui concerne le coût du cycle de vie avec réductions importantes des émissions de GES (74 % par rapport au niveau de référence)</li> <li>– Conception conforme à LEED Gold ou 4 Green Globes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conception carbone zéro</li> <li>– Coût énergétique annuel le plus faible</li> <li>– Conception conforme à LEED Platinum ou 5 Green Globes</li> <li>– Stationnement minimal requis dans une nouvelle structure de trois niveaux, avec des batteries de cellules solaires installées sur le toit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conception carbone zéro avec une légère augmentation du coût du cycle de vie</li> <li>– Très bon rendement énergétique (semblable à l'option 3)</li> <li>– Conception conforme à LEED Platinum ou 5 Green Globes</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ne respecte pas les normes d'une construction carbone zéro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Augmentation importante du coût en capital et du coût du cycle de vie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Coût en capital plus élevé</li> </ul>

Taux d'actualisation	2 750 %
Taux d'inflation des services publics	2 000 %
Taux d'inflation de la construction	2 600 %

Description : Rénovation majeure d'un bâtiment appartenant à l'État, construit en 1970

Lieu : Ottawa, Ontario

Nombre d'étages : Tour de 11 étages et tour de 5 étages, avec pavillon de 2 étages

Superficie brute globale : 67 740 m<sup>2</sup>

**Grand projet – Exemple d'un nouveau projet de construction – Nouveau bâtiment à bureaux à Shawinigan, Québec.****Description**

Exemple de la construction d'un nouveau bâtiment à bureaux à Shawinigan, au Québec. Le bâtiment proposé aurait une tour de 3 étages reliée à une tour de 4 étages par un atrium de 3 étages et aurait une superficie totale brute de 27 500 m<sup>2</sup>. L'option 1 définit la base de référence à laquelle toutes les autres options sont comparées. L'option 2, qui est neutre sur le plan des coûts, se traduit par un coût du cycle de vie inférieur à l'option de la base de référence, à un coût en capital supplémentaire minimal de 288 000 \$. Toutefois, l'équipe de projet a estimé que, puisque le bâtiment est au Québec et qu'il a une électricité non émettrice à moindre coût, un bâtiment carbone zéro est réalisable sans augmentation importante des coûts. En fait, l'option 3a montre qu'un bâtiment carbone zéro est réalisable avec une augmentation minimale du coût en capital (296 000 \$) et une diminution du coût du cycle de vie (228 000 \$). La seule différence entre l'option 2 et l'option 3a est que la chaudière à gaz naturel est remplacée par une chaudière électrique. L'équipe du projet a examiné deux autres options (3 b et 3 c) pour construire un bâtiment carbone zéro, dans le but d'améliorer le rendement énergétique du bâtiment et de réduire ses coûts annuels des services publics. Plus précisément, la fenestration du bâtiment a été changée du double vitrage au triple vitrage, en tenant compte du fait que les fenêtres à triple vitrage permettent à la conception de respecter l'exigence du Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDC) concernant l'intensité de la demande en énergie thermique (IDET). Une IDET basse réduit les charges de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment et augmente le confort des occupants. L'option de conception optimisée 4a réduit les émissions de GES annuelles au-delà de l'option de conception 2 neutre sur le plan des coûts, mais ne mène pas à un bâtiment carbone zéro. L'analyse démontre que l'option 4a optimisée n'est pas la meilleure valeur pour ce projet, puisque le carbone zéro peut être obtenu à un coût en capital moindre. Enfin, l'option 4 b a été étudiée afin de démontrer l'incidence de la réduction du rapport entre la fenestration et les murs par rapport à l'exigence prescriptive dans le Code national de l'énergie pour les bâtiments (CNÉB) pour l'emplacement du bâtiment. Bien que l'option 4 b mène à un coût en capital supplémentaire inférieur et à un coût du cycle de vie légèrement inférieur à l'option 3 b, l'équipe de projet indique que la réduction de la zone de fenestration et de l'accès à la lumière naturelle du jour risque de réduire le bien-être des occupants. En s'appuyant sur l'analyse, l'équipe du projet recommande l'option 3 b, puisque les coûts supplémentaires en capital et le coût du cycle de vie sont raisonnables pour construire un bâtiment carbone zéro qui respecte les pratiques exemplaires du CBDC et qui répond aux besoins des occupants en matière de confort.

Options	1: Établissement des coûts de référence	2: Réduction neutre en coûts des GES (40 ans + le prix du carbone)	3: Réduction maximale des GES			4 : Réduction optimisée des GES	
			a	b <i>Recommandée</i>	c	a	b
<b>Description</b>	Chaudière à gaz naturel de condensation Récupération de chaleur avec roue thermique Fenestration à vitrage double Fenestration de 40 % /rapport aux murs L'enveloppe isolante satisfait aux exigences normatives du CNÉB 29 % de mieux que le CNEB	Chaudière à gaz naturel de condensation Chaudière électrique hors pointe Récupération thermique bicœur Fenestration à vitrage double Fenestration de 40 % /rapport aux murs L'isolation de l'enveloppe dépasse les exigences normatives du CNEB selon R4 Refroidissement naturel	Chaudière électrique Récupération thermique bicœur Fenestration à vitrage double fenestration de 40 % /rapport aux murs L'isolation de l'enveloppe dépasse les exigences normatives du CNEB selon R4 Refroidissement naturel	Chaudière électrique Récupération thermique bicœur Fenestration triple vitrage Fenestration de 40 % /rapport aux murs L'isolation de l'enveloppe dépasse les exigences normatives du CNEB selon R4 Refroidissement naturel	Chaudière électrique Pompe à chaleur géothermique Récupération thermique bicœur Fenestration triple vitrage Fenestration de 40 % /rapport aux murs L'isolation de l'enveloppe dépasse les exigences normatives du CNEB selon R4 Refroidissement naturel	Option 2 avec pompe à chaleur géothermique et fenestration triple vitrage	Option 3 b mais avec un ratio de fenestration par rapport aux murs de 33 % (exigence prescriptive dans la CNEB pour l'emplacement du bâtiment)
<b>Émissions annuelles de GES (tonnes d'éq.CO2)</b>	130	60	-	-	-	32	-
<b>Coût en capital initial</b>	110 000 000 \$	110 288 000 \$	110 296 000 \$	111 021 000 \$	111 724 000 \$	111 735 000 \$	110 738 000 \$
<b>coût en capital différentiel (par</b>	-	288 000 \$	296 000 \$	1 021 000 \$	1 724 000 \$	1 735 000 \$	738 000 \$

<b>rapport à la base de référence)</b>							
<b>Coût énergétique annuel</b>	292 000 \$	277 000 \$	306 000 \$	297 000 \$	288 000 \$	274 000 \$	290 600 \$
<b>Coût fictif annuel du carbone</b>	39 000 \$	18 000 \$	-	-	-	9 600 \$	-
<b>Coût du cycle de vie sur 40 ans</b>	123 316 231 \$	122 380 083 \$	123 088 702 \$	123 437 446 \$	123 764 190 \$	123 462 842 \$	122 886 886 \$
<b>VAN différentielle par rapport à l'option 1 (comprend l'indexation et la valeur résiduelle)</b>	-	936 148 \$	227 529 \$	(121 215 \$)	(447 959 \$)	(146 611 \$)	429 345 \$
<b>Augmentation du coût du cycle de vie</b>	-	-0,76 %	-0,18 %	0,10 %	0,36 %	0,12 %	-0,35 %
<b>Avantages</b>	– Engagement ministériel minimal respecté	– Meilleure valeur en ce qui concerne les réductions d'énergie et de coûts énergétiques	– Carbone zéro à un coût acceptable	– L'IDET est conforme aux pratiques exemplaires de CBDC – Meilleur confort pour les occupants – Carbone zéro à un coût raisonnable	– L'IDET est conforme aux pratiques exemplaires de CBDC – Meilleur confort pour les occupants – Rendement énergétique exemplaire	– Avantage opérationnel d'avoir 2 sources d'énergie – Rendement énergétique exemplaire	– L'IDET est conforme aux pratiques exemplaires de CBDC – Meilleur confort pour les occupants – Coût en capital réduit

<b>Inconvénients</b>	– Ne respecte pas les engagements concernant la réduction des émissions de GES	– Ne respecte pas l’engagement de SPAC d’atteindre un portefeuille carbone zéro la Stratégie pour un gouvernement vert du GC	IDET n’est pas conforme aux pratiques exemplaires du CBDC pour atteindre le carbone net zéro et aux lignes directrices de la Stratégie pour un gouvernement vert	– Augmentation mineure des coûts	– Coût plus élevé	– Coût élevé de l’augmentation du rendement énergétique afin d’atteindre une réduction maximale des émissions de GES	– Réduction négligeable des coûts énergétiques sur 40 ans – Réduction du bien-être des occupants en raison d’une zone de fenestration réduite.
Taux d’actualisation :	1,782 %	Description : Nouveau bâtiment à bureaux : Tour de 3 étages reliée à une tour de 4 étages par un atrium de 3 étages  Lieu : Shawingan (Québec)  Superficie brute globale : 27 500 m <sup>2</sup>					
Taux d’inflation des services publics	2,000 %						
Taux d’inflation de la construction :	2,400 %						

## Annexe 2 : Références

1. Guideline - Project GHG Options Analysis Methodology: SPAC, Direction générale des biens immobiliers, Services techniques, gouvernement vert, action climatique, GES et énergie; Mise à jour en 2020-11-26
2. Whole Building Design Guide (WBDG) Life-Cycle Cost Analysis (LCCA) National Institute of Standards and Technology (NIST), Mise à jour : 2016-09-19 <https://www.wbdg.org/resources/life-cycle-cost-analysis-lcca#:~:text=%20Description%20%201%20A.%20Life-Cycle%20Cost%20Analysis,evaluation%20are%20Net%20Savings%20%28NS%29%2C%20Savings-to-Investment...%20More%20>