

Annexe B : Analyse du coût du cycle de vie

L'analyse du coût du cycle de vie est un outil permettant de comparer l'incidence de plusieurs scénarios (options) sur une période de 40 ans. C'est un moyen de trouver le meilleur équilibre entre les coûts d'investissement, les émissions de gaz à effet de serre (GES) et les coûts d'exploitation. L'acquisition, l'exploitation et l'entretien d'un bâtiment ou d'un système de bâtiment entraînent de nombreux coûts. De façon générale, les coûts liés à des bâtiments appartiennent aux catégories suivantes :

- Coûts initiaux – coûts d'achat, d'acquisition, de construction
- Coûts énergétiques et autres coûts d'exploitation sur une période de 40 ans
- Coûts du remplacement d'équipement au cours du cycle de vie de 40 ans
- Valeurs résiduelles – valeurs de revente ou de récupération, ou coûts d'élimination
- Frais financiers – par exemple les coûts liés à des contrats de performance énergétique (CPE)
- Avantages ou coûts non financiers

L'analyse prévoit également un prix fictif du carbone de 300 \$ par tonne d'équivalent CO₂ sur 40 ans.

L'objectif consiste à établir quatre scénarios et à calculer leur valeur en effectuant l'analyse du coût du cycle de vie :

- Valeur de référence
- Réduction des GES à coût neutre
- Réduction maximale des GES
- Réduction optimisée des GES (également appelé scénario hybride)

Valeur de référence : Le calcul de ce scénario est fondé sur un réaménagement permettant d'obtenir une amélioration de 25 % par rapport aux exigences du Code national du bâtiment 2020. La valeur de référence ne peut pas être prise en considération pour la phase de construction.

Réduction des GES à coût neutre : Ce scénario devrait reposer sur un processus itératif entraînant une modification de la valeur de référence à l'aide d'un ensemble de mesures d'économie d'énergie concrètement applicables. Il devrait permettre de réduire les émissions de GES, mais sans variation de la valeur actualisée nette (VAN) par rapport à la valeur de référence :

$$\text{VAN} = \text{Coût du cycle de vie sur 40 ans (réduction des GES à coût neutre)} - \text{Coût du cycle de vie sur 40 ans (valeur de référence)} = 0 \$$$

Réduction maximale des GES : Ce scénario vise à réduire au maximum les émissions de GES par rapport à la valeur de référence. Il est fondé sur la valeur de référence et sur un ensemble des mesures d'économie d'énergie les plus efficaces en matière de réduction des GES qui peuvent être mises en œuvre de façon pratique pour le réaménagement. La VAN n'est pas une priorité pour ce scénario :

$$\text{VAN} = \text{Coût du cycle de vie sur 40 ans (réduction maximale des GES)} - \text{Coût du cycle de vie sur 40 ans (valeur de référence)}$$

Réduction optimisée des GES : Il s'agit d'un calcul itératif. Selon ce scénario, les mesures d'économie d'énergie offrant le meilleur coût-efficacité par rapport à la réduction des GES devraient être mises en œuvre. Il est basé sur la valeur de référence et sur un ensemble des mesures d'économie d'énergie les

plus efficaces sur le plan des coûts par rapport à la réduction des GES (\$/tonne réduite). La VAN devrait être optimisée.

$$\text{VAN} = \text{Coût du cycle de vie sur 40 ans (réduction optimisée des GES)} - \text{Coût du cycle de vie sur 40 ans (valeur de référence)}$$

Le calcul du coût du cycle de vie sur 40 ans comprend plusieurs facteurs à prendre en compte dans le calcul pour la période de 40 ans :

- Le prix fictif du carbone de 300 \$ restera constant pendant 40 ans.
- Le taux d'inflation variera sur 40 ans.
- Le taux d'indexation variera sur 40 ans.
- Le taux d'actualisation variera sur 40 ans.
- Les facteurs d'émissions de GES, à l'exception de l'électricité, resteront constants sur 40 ans.
- Le facteur d'émission de GES pour l'électricité variera sur 40 ans.

Les valeurs et les prévisions liées aux taux et aux facteurs seront fournies par le représentant de Parcs Canada. Si la portée de la prévision ne couvre pas la totalité des 40 années de calcul, il faut supposer que les facteurs et les taux manquants resteront constants, sur la base de la dernière valeur connue.

Tous les calculs de GES doivent être fondés sur le *Rapport d'inventaire national 1990-2019 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada* (ECCC, 2021).

Le rapport d'analyse du coût du cycle de vie doit inclure un tableau comparant les VAN avec des commentaires :

Scénario	1 : Calcul de la valeur de référence	2 : Réduction des GES à coût neutre (sur 40 ans, prix du carbone compris)	3 : Réduction maximale des GES	4 : Réduction optimisée des GES
<i>Option recommandée</i>	N	(O/N)	(O/N)	(O/N)
<i>Intensité de la demande en énergie thermique modélisée</i>				
<i>Émissions annuelles de GES</i>				
<i>Coût d'immobilisation</i>				
<i>Coûts énergétiques</i>				
<i>Coût du cycle de vie sur 40 ans</i>				
<i>VAN incrémentielle par rapport à la valeur de référence</i>	s. o.			

<i>Pourcentage d'augmentation du coût du cycle de vie</i>	s. o.			
<i>Avantages</i>				
<i>Inconvénients</i>				

1.1.1.1 Mesures d'économie d'énergie

Pour définir les différents scénarios, il convient de déterminer les mesures d'économie d'énergie.

Chaque mesure est définie selon :

- L'estimation des coûts de catégorie « D » ou « C » (y compris le coût de retrait d'assemblages existants)
- Son incidence sur la réduction des émissions de GES
- Son taux d'efficacité de réduction des émissions de GES par rapport au coût estimé

Il existe deux types de mesures :

- Amélioration de l'enveloppe du bâtiment (assemblages muraux)
- Mesure compensatoire (installation photovoltaïque, par exemple). Les mesures compensatoires ne peuvent pas être envisagées pour le deuxième scénario.

1.1.1.2 Modélisation

Pour effectuer les calculs du coût du cycle de vie, l'expert-conseil devra réaliser une modélisation énergétique de chaque bâtiment, en utilisant un logiciel conforme à la norme ASHRAE 140. L'objectif est de déterminer les coûts d'exploitation du bâtiment en effectuant une ventilation des coûts énergétiques.

Tout d'abord, l'expert-conseil doit effectuer une modélisation du coût de référence. En se fondant sur ce résultat, l'expert-conseil doit calculer les trois scénarios suivants en ajoutant un ensemble de mesures d'économie d'énergie.

Comme résultats et pour chaque scénario, l'expert-conseil doit indiquer :

Intensité de la demande en énergie thermique	kWh/m ² /an
Intensité d'utilisation de l'énergie mécanique	kWh/m ² /an
Intensité d'utilisation de l'énergie totale	kWh/m ² /an
Intensité en GES	Tonnes d'équivalent CO ₂ /an
Répartition de l'énergie	Voir le tableau suivant

Tableau de répartition de l'énergie :

Répartition des charges	Nom du scénario	
	Consommation (kWh)	Source énergétique
Chauffage		
Refroidissement		
Chauffe-eau domestique		
Éclairage intérieur		
Éclairage extérieur, si disponible		
Ventilateurs		
Pompes		
Charges de branchement		
Autres charges		
TOTAL (kWh)		

Pour calculer le coût d'exploitation lié à l'énergie, le représentant de Parcs Canada fournira le taux d'énergie moyen sur 40 ans.

1.1.2 Livrables

L'expert-conseil devra fournir un rapport comprenant :

- Une conception de référence des bâtiments, basée sur les exigences énergétiques du Code national du bâtiment ou du Code national de l'énergie pour les bâtiments (dans votre cas, il s'agit de la section 36 de la partie 9 du Code national du bâtiment).
- Une description des mesures d'économie d'énergie pour établir les trois autres scénarios, y compris la description, l'estimation des coûts de catégorie « D » ou « C » (sans tenir compte des coûts de retrait), la réduction des GES et le ratio d'efficacité (réduction des GES par dollar dépensé). Toutes les mesures d'économie d'énergie doivent être répertoriées dans un tableau comprenant la description précédente et être triées comme suit :
 - Amélioration du bâtiment
 - Assemblages muraux
 - Assemblages de dalles
 - Assemblages de toits
 - Autres assemblages d'éléments du bâtiment

- Ouvertures (vitrage, fenêtres, portes, etc., coefficient d'apport par rayonnement solaire, coefficient de transmission thermique [valeur U], etc.)
 - Étanchéité à l'air de l'enveloppe
 - Efficacité du système de refroidissement
 - Efficacité du système de chauffage
 - Chauffe-eau domestique
 - Efficacité et contrôle de l'éclairage
 - Système d'automatisation du bâtiment
- Mesures compensatoires
- Un tableau qui compare les VAN des différents scénarios.
- Un rapport d'estimation des coûts de catégorie « D » ou « C » (y compris le retrait d'assemblages existants) des mesures d'économie d'énergie avec hypothèse et méthodologie.
- Une estimation complète des coûts de catégorie « C » du scénario retenu, y compris les coûts de retraits d'assemblages.
- Justifications financières et/ou techniques si l'objectif de carboneutralité ne peut pas être atteint.

Lignes directrices et directives

- Stratégie pour un gouvernement vert
- Conseil du Trésor – Directive sur la gestion des biens immobiliers
- Conseil du Trésor – Directive sur l'analyse du coût du cycle de vie des GES pour des biens immobiliers
- Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC) – Méthode d'analyse des options de GES, 10 février 2022
- Rapport d'inventaire national 1990-2019 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada (ECCC, 2021)
- SPAC/ECCC – Projections des facteurs des émissions de GES de 2020 à 2040