



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté de génie

Département de génie électrique et génie informatique

## **Ingénierie durable et évaluation des impacts environnementaux**

APP4, GEN272

Présenté à

Mourad Ben Amor, Mathieu Courchesne

Présenté par

Shawn Miller - mils2203

Alexis Juteau - juta1101

Sherbrooke - 23 Février 2022

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Objectif .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Champ d'étude .....</b>	<b>2</b>
3.1	Système de produits.....	2
3.1.1	Centre de stockage au Québec . . . . .	2
3.1.2	Centre de stockage en Alberta . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Inventaire.....</b>	<b>3</b>
4.1	Représentation graphique des GES.....	3
<b>5</b>	<b>Impacts.....</b>	<b>4</b>
5.1	Représentation graphique dommages pour 3 types énergies .....	5
<b>6</b>	<b>Interprétation et discussion .....</b>	<b>6</b>
6.1	Discussion graphique.....	6
6.2	Étapes pour dommages cycle de vie.....	6
6.3	Impacts les plus néfastes pour le centre de stockage de données au Québec avec mix provincial .....	7
6.4	Impacts les plus néfastes pour le centre de stockage de données en Alberta avec énergie éolienne .....	7
6.5	Comparaison QC et AB .....	7
<b>7</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>8</b>

## Table des figures

1	GES par étapes cycle de vie QC . . . . .	3
2	GES par étapes cycle de vie AB . . . . .	4
3	Dommages par type d'énergie pour QC . . . . .	5
4	Facteurs étapes cycle de vie par problèmes QC . . . . .	6
5	Facteurs étapes cycle de vie par problèmes AB . . . . .	6

# 1 Introduction

Tout d'abord, une entreprise veut prendre en considération les impacts environnementaux de son centre de stockage de données informatiques. C'est-à-dire, qu'elle veut envisager d'utiliser des sources d'énergie alternative, ainsi qu'un centre de stockage de données localisé dans un lieu spécifique avec des capacités à déterminer. Pour faire ce choix, la compagnie doit prendre en considération les impacts environnementaux pour réduire les effets néfastes sur l'environnement.

## 2 Objectif

L'objectif de cette problématique est de construire un centre de stockage de données, situé au Québec ou en Alberta, qui possède le moins d'impacts négatifs sur l'environnement. C'est-à-dire de choisir la meilleure structure énergétique pour un impact environnemental plus faible. En outre, six combinaisons sont possibles, soit deux positions géographiques et 3 sources de production énergétique. Pour faire ce choix, il faut faire un champ d'étude, un inventaire des principales composantes du cycle de vie pour les deux systèmes et une analyse de l'impact environnemental possible.

## 3 Champ d'étude

### 3.1 Système de produits

Tout d'abord, selon les normes ISO 14044, pour définir un champ d'étude, il faut décrire son système de produit. C'est-à-dire, en représentant ses caractéristiques clefs, soit sa fonction, son unité fonctionnelle, le flux de référence et ses paramètres.

#### 3.1.1 Centre de stockage au Québec    3.1.2 Centre de stockage en Alberta

— **La fonction :**

- Stocker des données

— **Unité fonctionnelle :**

- Stocker 2 Po sur une durée de 1 ans

— **Flux de référence :**

- 1 GWh/an d'énergie pour 2 Po
- 1/40 centre de stockage

— **Paramètre clef :**

- Nombre de données pour x kWh

— **La fonction :**

- Stocker des données

— **Unité fonctionnelle :**

- Stocker 2 Po sur une durée de 1 ans

— **Flux de référence :**

- 0.8 GWh/an d'énergie pour 2 Po
- 1/90 centre de stockage

— **Paramètre clef :**

- Nombre de données pour x kWh

## 4 Inventaire

En respectant les données du chiffrer excel fournie pour les deux centre de stockage, il fut possible de calculer un équivalent en kg de CO<sub>2</sub>. Pour ce faire, il faut calculer l'impact environnement total en prennant compte sa produciton, son utilisation et sa fin de vie. Comme les deux centres de stockages n'ont pas la même durée de vie, il faut les mettre sur la même échelle, donc son eq.CO<sub>2</sub> pour 1 an. Pour le centres de stockage au Québec, l'étape la plus polluante du cycle de vie, lorsqu'on additionne les GES, c'est l'utilisation qui représente  $1.70 \times 10^4$  kg de CO<sub>2</sub>. Pour la production, l'étape la plus polluante est la production de l'unité de refroidissement avec  $6.31 \times 10^2$  kg de CO<sub>2</sub>. Pour la fin de vie, l'étape la plus polluante est le transport avec  $1.14 \times 10^1$  kg de CO<sub>2</sub>. Pour le centre de stockage en Alberta, l'étape la plus polluante du cycle de vie est l'utilisation qui représente  $1.28 \times 10^6$  kg de CO<sub>2</sub>. Pour la production, l'étape la plus polluante est la production de l'unité de refroidissement avec  $9.03 \times 10^2$  kg de CO<sub>2</sub>. Pour la fin de vie, l'étape la plus polluante est le transport avec  $1.93 \times 10^1$  kg de CO<sub>2</sub>. Bref, généralement tout les éléments de production, d'utilisation et de fin de vie génère plus de kg de CO<sub>2</sub>.

### 4.1 Représentation graphique des GES

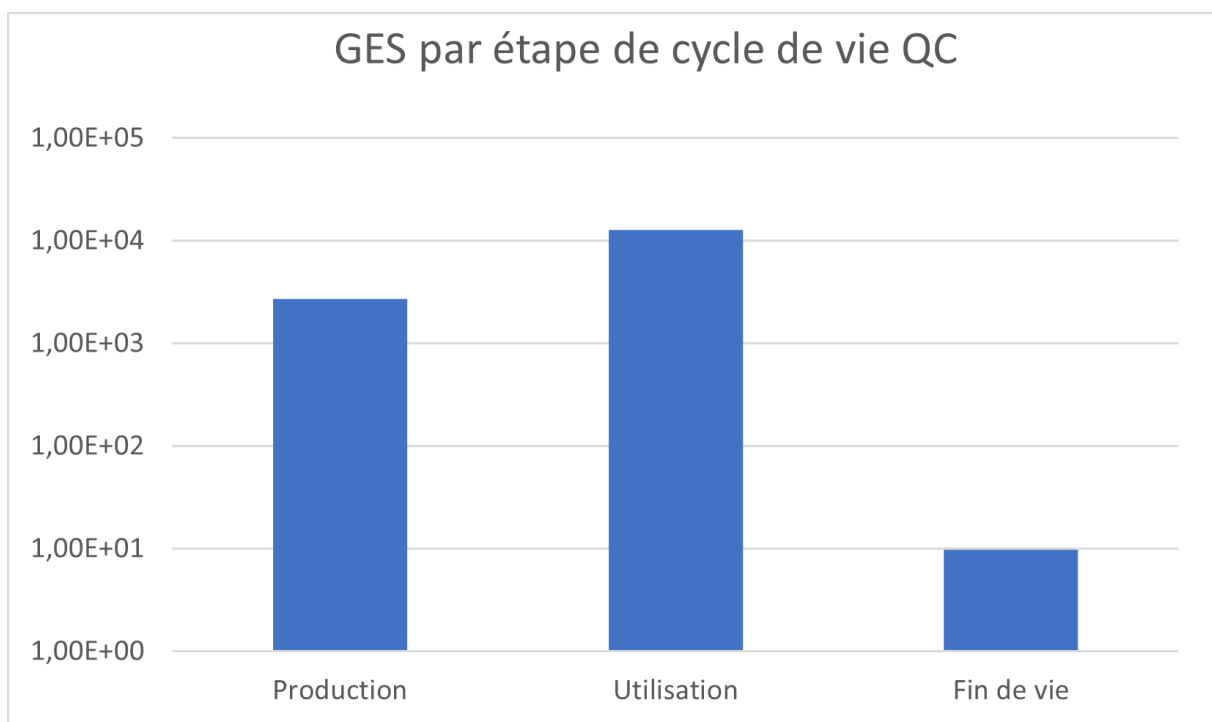


FIGURE 1 – GES par étapes cycle de vie QC

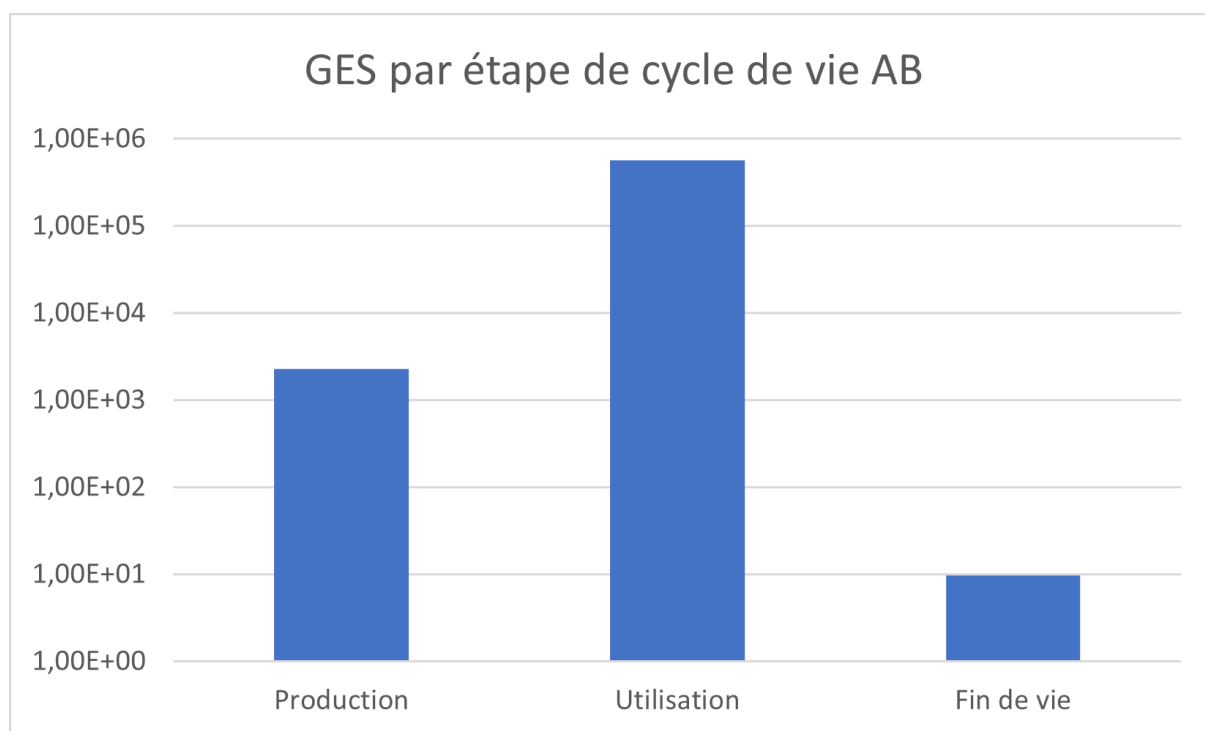


FIGURE 2 – GES par étapes cycle de vie AB

## 5 Impacts

Pour évaluer les impacts environnementaux, les données doivent être transformées sur la même échelle. Pour ce faire, l'échelle va être sur une période de 1 an pour une capacité de stockage de 2 Po. Une fois que l'échelle est équivalente pour tous les impacts de production, utilisation et fin de vie des différents lieux d'installation, il est possible d'évaluer leurs impacts environnementaux. Pour une analyse optimal, il faut caractériser les 15 impacts en 4 grandes catégories, soit l'impact sur la santé humaine, l'impact sur la qualité des écosystèmes, l'impact sur le réchauffement climatique et l'impact sur les ressources.

5.1 Représentation graphique dommages pour 3 types énergies

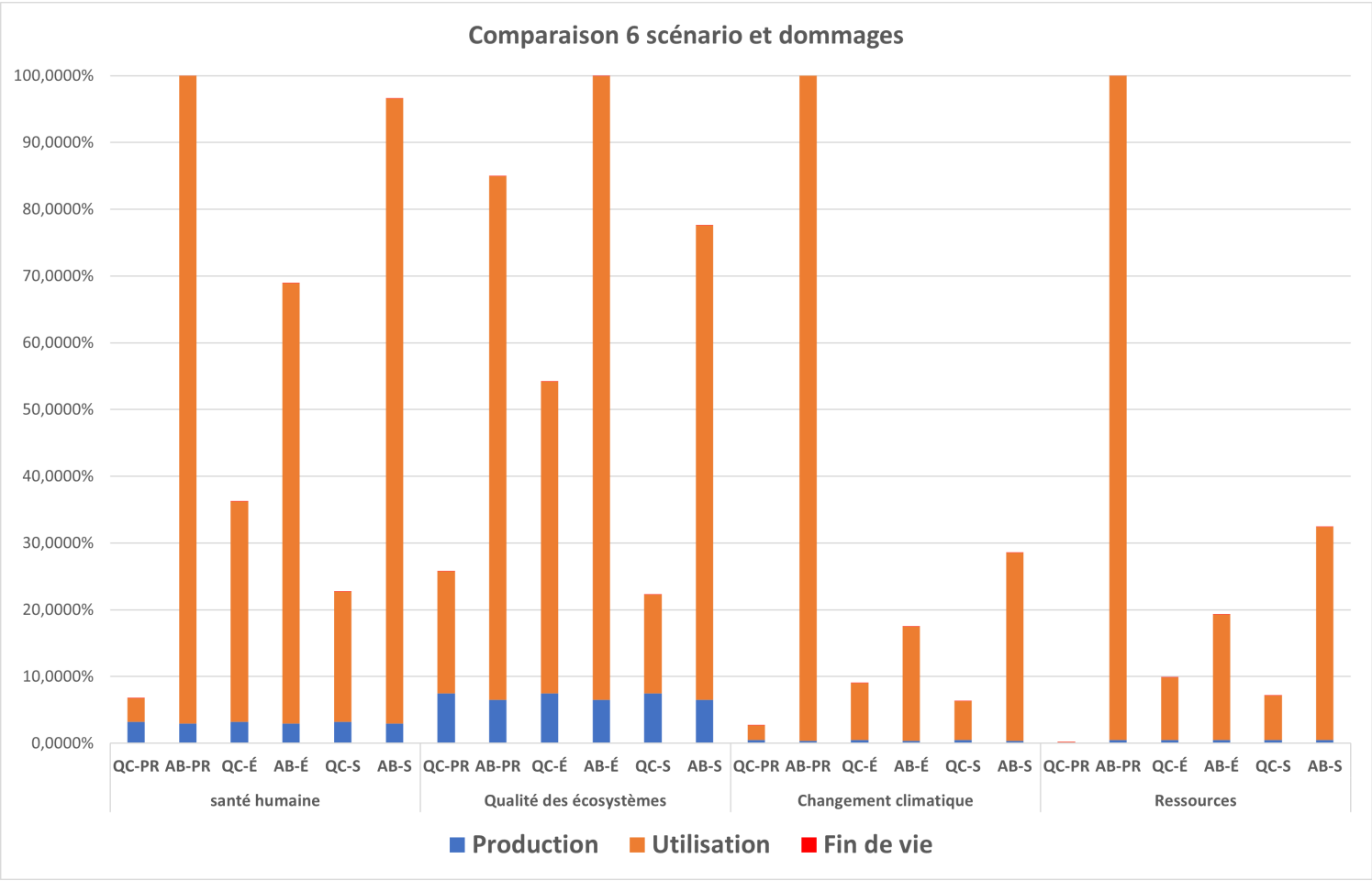


FIGURE 3 – Dommages par type d'énergie pour QC



## 6 Interprétation et discussion

### 6.1 Discussion graphique

Les deux graphiques précédents représente le ration des impacts selon leur type d'énergie. C'est-à-dire, tout les dommages d'un problème est représenté sur une colonne et son ratio est comparer face au mix provincial, à l'énergie éolienne et à l'énergie solaire. Pour obtenir ces graphiques, la méthode IMPACT-2002+ indique que chaque dommages peut être repésenté par un facteur multiplicatif, ce qui donne une somme face à un problème représentable sur une échelle de pourcentage. Sans considérer la quantité de stockage et la durée du centre, donc seulement d'un point de vue environnementale, il est possible de remarquer que le choix le moins polluant, en considérant tous les dommages, est le centre de stockage du Québec avec le mix provincial. De plus, les sources d'énergie alternative ont plus d'impacts sur l'environnement que le mix provincial seul. Pour l'Alberta, le choix le plus judicieux serait d'utiliser une énergie alternative, soit l'énergie éolienne, puisque l'énergie solaire est légèrement plus élevé au total et le mix provincial, lui, à beaucoup plus d'impact environnementale que les autres.

### 6.2 Étapes pour dommages cycle de vie

Québec énergie provincial	Santé Humaine	Qualité des écosystèmes	Changement climatique	Ressources
Production	8,22E-03	4,11E+03	2,73E+03	3,89E+04
Utilisation	8,95E-03	1,01E+04	1,28E+04	1,40E+05
Fin de vie	9,21E-06	1,95E+01	9,72E+00	1,60E+02
TOTAL	1,72E-02	1,42E+04	1,55E+04	1,79E+05

FIGURE 4 – Facteurs étapes cycle de vie par problèmes QC

Alberta énergie éolienne	Santé Humaine	Qualité des écosystèmes	Changement climatique	Ressources
Production	7,51E-03	3,60E+03	2,27E+03	4,09E+04
Utilisation	1,67E-01	5,15E+04	9,78E+04	1,47E+06
Fin de vie	8,33E-06	1,71E+01	9,72E+00	1,69E+02
TOTAL	1,75E-01	5,51E+04	1,00E+05	1,51E+06

FIGURE 5 – Facteurs étapes cycle de vie par problèmes AB

### **6.3 Impacts les plus néfastes pour le centre de stockage de données au Québec avec mix provincial**

Au Québec, lorsqu'on considère les étapes du cycle de vie, soit la production, l'utilisation et la fin de vie, il est possible de déterminer le plus dommageable pour chaque problèmes. Pour la santé humain, le plus dommageable est l'utilisation avec un facteur de  $8.95 \times 10^{-3}$ . Au niveau de la qualité des écosystèmes, c'est l'utilisation la plus élevée avec un facteur de  $1.01 \times 10^4$ . Pour l'intérêt du changement climatique, le facteur le plus élevée est l'utilisation avec  $1.28 \times 10^4$ . Quant aux ressources, c'est aussi l'utilisation avec  $1.40 \times 10^5$ . Bref, pour tous les dommages, l'étape du cycle de vie la plus néfaste est l'utilisation énergétique.

### **6.4 Impacts les plus néfastes pour le centre de stockage de données en Alberta avec énergie éolienne**

En Alberta, pour la santé humain, le plus dommageable est l'utilisation avec un facteur de  $1.67 \times 10^{-1}$ . Au niveau de la qualité des écosystèmes, c'est l'utilisation la plus élevée avec un facteur de  $5.15 \times 10^4$ . Pour l'intérêt du changement climatique, le facteur le plus élevée est l'utilisation avec  $9.78 \times 10^4$ . Quant aux ressources, c'est aussi l'utilisation avec  $1.47 \times 10^6$ . Bref, pour tous les dommages, l'étape du cycle de vie la plus néfaste est l'utilisation énergétique.

### **6.5 Comparaison QC et AB**

Dans la démarche pour obtenir les résultats de kg.eq de CO<sub>2</sub> et de données pour les impacts, il a fallait changer l'échelle et mettre toutes les valeurs sur la même unité fonctionnelle pour une référence équivalente, soit 2 Po sur 1 ans. Cette transformation des données permet une comparaison équivalente des résultats. Si on tente de comparer Québec et Alberta avec tout les deux le mix provincial, il serait illogique de le faire, puisqu'en comparaison, le mix provincial de l'alberta est beaucoup trop élevé. Donc, il est possible de comparer le mix provincial du Québec et l'énergie Éolienne pour l'alberta et obtenir une comparaison dans un ordre de grandeur plus similaire. En ce qui concerne la santé humaine, les changements climatique et les ressources, les données du Québec

sont environ dix fois plus faibles, donc moins néfastes. Pour la qualité des écosystèmes, le Québec est 5 fois moins néfastes. Une hypothèse face à cette différence moins élevée est peut-être dû au fait que les barrage hydro-électrique affectent les écosystèmes dans leur construction.

## 7 Conclusion

Pour en conclure, une recommandation au partenaire du domaine de production énergétique est d'installer le nouveau centre de stockage de données informatiques au Québec avec la source énergétique fourni par la province. Cette recommandation permet d'avoir un impact environnemental moins importante qu'avec les autres sources d'énergie et le second lieu d'installation, soit l'Alberta. Les résultats obtenus de l'ACV à permis d'affirmer le choix, ainsi que de comparer les 6 scénarios possibles d'un point de vue environnementale. Pour les retombées économiques, la centrale va stocker moins de données qu'en Alberta, mais pour avoir les dommages les plus faibles en Alberta, il faut installer environ 13 000 m<sup>2</sup> de panneau solaire au frais de l'entreprise. Il est alors plus favorable d'être fournie par la province où les installations sont déjà présente.

## Références

- [1] B.Roure et B.Amor, *GUIDE DE L'ÉTUDIANT*, 4<sup>e</sup> version, Université de Sherbrooke, 2021
- [2] B.Roure et B.Amor, *NOTES DE COURS*, 4<sup>e</sup> version, Université de Sherbrooke, 2021