



Génie, environnement &
développement durable



Inventaire de gaz à effet de serre préliminaire

Client :

Géolagon inc.

À l'attention de :

Monsieur Louis Massicotte : Président – *Géolagon inc.*

Site à l'étude :

Route 138, Petite-Rivière-St-François (Québec)
Et autres sites de développement du Géolagon

Numéro de projet :

DD-245

Préparé par :



Luc Baillargeon-Nadeau, M. Sc., géo.
Directeur, développement durable

GRANBY (SIÈGE SOCIAL) | 162, rue Cowie, Granby J2G 3V3
LONGUEUIL | Téléphone : 450 956 1066 | 1 888 956 1066 | Télécopieur : 450 956 1307

7 novembre 2022



TABLES DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	4
1.0 MÉTHODOLOGIE ET DÉROULEMENT DU PROJET	5
2.0 PÉRIMÈTRES DE L'INVENTAIRE	7
2.1 PÉRIMÈTRE ORGANISATIONNEL.....	7
2.1.1 Période d'observation.....	7
2.1.2 Définition du périmètre organisationnel.....	7
2.2 PÉRIMÈTRE OPÉRATIONNEL.....	7
2.2.1 Définition du périmètre opérationnel.....	7
3.0 MÉTHODES DE QUANTIFICATION.....	8
3.1 ÉMISSIONS FIXES : BIOMASSE (SCOPE 1).....	8
3.2 ÉMISSIONS FIXES : GAZ NATUREL (SCOPE 1).....	9
3.3 ÉMISSIONS LIÉES À L'ÉNERGIE : CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ (SCOPE 2).....	11
4.0 RÉSULTATS.....	12
4.1 RÉPARTITION DES ÉMISSIONS PROJETÉES	12
4.2 COMPARATIF AVEC UNE SOURCE D'ÉNERGIE CLASSIQUE	13
4.3 COMPENSATION DES ÉMISSIONS	16

INTRODUCTION

L'entreprise Géolagon inc. a mandaté LCL Génie, environnement & développement durable (ci-après « LCL ») pour la réalisation d'un inventaire de gaz à effet de serre (GES) pour la consommation énergétique projetée du projet. De plus, l'évaluation est applicable aux autres sites de développement du Géolagon, soit dans les régions des Laurentides, Lanaudière et Estrie, à condition que les mêmes études soient réalisées pour ces sites. L'entreprise, dans une volonté de connaître son impact environnemental et climatique, souhaite réaliser une évaluation préliminaire de l'émission de GES reliée à la consommation d'énergie pour chauffer le Géolagon à partir d'énergies renouvelables.

Géolagon inc. est une entreprise œuvrant dans le développement d'un nouveau concept touristique et résidentiel au Québec et à l'international, soit la construction d'un village vacancier autour d'un bassin d'eau chaude pour baignade à l'année, le « lagon ». Plusieurs projets sont en voie d'être réalisés au Québec, le projet de Petite-Rivière-St-François étant le projet visé par la présente évaluation. Les autres régions visées sont les Laurentides, Lanaudière et l'Estrie.

Suite à ces considérations, l'objectif principal de la présente étude est d'identifier les principales sources de GES et de quantifier les émissions liées à la consommation énergétique du projet pour une première année d'activité. Un comparatif sera réalisé avec des énergies non renouvelables comparables.

Finalement, les options de compensation des émissions de gaz à effet de serre sur le marché volontaire du carbone seront abordées. En effet, dans le but d'inscrire le projet dans la voie de la neutralité carbone, l'entreprise s'engagera à atteindre la neutralité carbone énergétique dès la première année d'activité, en obtenant la certification carboneutre de LCL Environnement.

1.0 MÉTHODOLOGIE ET DÉROULEMENT DU PROJET

Ce rapport comprend l'inventaire des gaz à effet de serre de la première année d'activité du projet en lien avec la consommation énergétique du lagon exclusivement, suivant les lignes directrices de la norme ISO 14064-1. Les principes de base de l'ISO-14064-1 comprennent les cinq points suivants : la pertinence des données, la complétude, la cohérence, l'exactitude et la transparence.

La méthode prévue dans le cadre de l'inventaire de gaz à effet de serre d'*Environnement LCL inc.* pour une organisation est la suivante.

1. Les périmètres organisationnels et opérationnels sont identifiés. Les principales sources de GES sont décrites et la provenance de données nécessaires est identifiée.
 - a. Les sources de GES sont très variables d'un organisme à l'autre. En effet, certains organismes présenteront des émissions principalement associées au transport, tandis que d'autres organismes présenteront des émissions associées aux procédés.
 - b. Dans le cadre de la présente évaluation des émissions de GES, l'étude se limitera à la consommation énergétique du lagon pour une année, tel que modélisé dans des études externes.
 - c. Les autres émissions liées aux activités de l'entreprise (transport, énergie, approvisionnement, etc.) pourront être quantifiées ultérieurement à un stade plus avancé du projet.
2. Le personnel d'*Environnement LCL inc.* rencontre le personnel responsable de l'organisation pour recueillir et compiler les données nécessaires à l'évaluation des émissions totales de GES.
3. Suite à la collecte des données, les informations consignées sont analysées afin de calculer les émissions de GES totales transposées en CO_{2eq} en fonction des facteurs d'émission et des potentiels de réchauffement globaux.
4. Les émissions de GES projetées sont ensuite comparées à d'autres formes d'approvisionnement, tel que le gaz naturel, le propane et le mazout.

5. Finalement, les options de compensations carbone sont décrites au client afin de planifier la compensation des émissions à court, moyen et long terme.
6. Un rapport décrit l'ensemble des informations récoltées et des calculs réalisés.

La méthodologie employée lors de l'inventaire de gaz à effet de serre fera référence aux normes et sources suivantes :

- ISO-14064-1 : Gaz à effet de serre
- Greenhouse gas protocol (<http://www.ghgprotocol.org/>)
- GIEC/IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (https://ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml)
- Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal, MDDEFP
- Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCC)

Limitations de l'étude

L'inventaire de gaz à effet de serre de l'entreprise est soumis à de nombreuses limitations, principalement liées à la collecte des données. Bien que la collecte de données soit réalisée de la manière la plus détaillée possible, l'absence de système de gestion de l'information complique la tâche. En effet, les données font référence à des activités et événements passés, et une certaine incertitude est présente.

Le présent inventaire de gaz à effet de serre est inspiré de la norme ISO-14064-1 et se limite à réaliser l'inventaire des GES de l'entreprise visée et à réaliser la compensation carbone nécessaire. **Aucune certification par un organisme tiers n'est prévue et incluse en vertu de l'ISO-14064-3.**

L'inventaire de gaz à effet de serre préliminaire permet à une entreprise de quantifier les émissions de GES projetées d'un projet avant son implantation, afin de vérifier la performance de ce dernier. L'étude est basée sur des hypothèses et études antérieures réalisées par d'autres firmes, qui ont permis de modéliser la consommation énergétique future du projet.

2.0 PÉRIMÈTRES DE L'INVENTAIRE

2.1 Périmètre organisationnel

2.1.1 Période d'observation

La période d'observation correspond à la première année d'activité du projet, lorsque ce dernier sera mis en œuvre.

2.1.2 Définition du périmètre organisationnel

Le périmètre organisationnel se limite au site de Petite-Rivière-Saint-François. Les autres sites et régions visées par le projet ne seront pas quantifiés, toutefois, plusieurs éléments de la présente étude seront transposables. Les évaluations énergétiques devront être remises à jour à ce moment.

2.2 Périmètre opérationnel

2.2.1 Définition du périmètre opérationnel

Le périmètre opérationnel du projet couvre, dans le cadre de la présente étude préliminaire, les émissions de GES associées à la consommation énergétique du lagon. Les autres sources d'émission, qui seront surtout attribuable aux activités courantes de l'entreprise, seront quantifiées lorsque le projet sera mis en œuvre.

Ainsi, seules les émissions attribuables à la consommation de biomasse seront quantifiées du scénario de projet. En effet, les autres sources d'énergie (solaire, géothermie et stockage thermique) ne constituent pas d'une source de gaz à effet de serre directe.

Pour le comparatif à d'autres sources d'énergie comparable, le scénario de référence prévoit des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la consommation de gaz naturel et d'électricité sur le réseau Hydro-Québec et ont été quantifiées.

3.0 MÉTHODES DE QUANTIFICATION

La norme ISO-14064-1 et les guides du GIEC, du GHG Protocol et du MELCC ont servi de base aux méthodes de calcul. La méthodologie est basée sur le calcul des données d'activités d'émissions ou suppressions de GES multipliées par des facteurs d'émission.

Il est à noter que la production d'énergie à partir de panneaux solaires photovoltaïques et la géothermie ne produisent aucune émission de gaz à effet de serre directe, ainsi, les calculs des émissions n'est pas présenté dans les prochaines sous-sections.

Les méthodologies spécifiques sont décrites dans les sections ci-dessous par sources d'émission.

3.1 Émissions fixes : biomasse (scope 1)

Les émissions directes de GES liées à l'utilisation de biomasse pour la consommation énergétique du lagon ont été quantifiées. Les données de consommation énergétiques sont tirées du rapport *Energy modeling report, Akonovia, 2022*.

Sélection et cueillette des données

Afin de calculer les émissions liées à la consommation énergétique, la consommation totale de biomasse (kWh) a été modélisée par *Akonovia*. Cette modélisation prend en considération les conditions météorologiques du site, les caractéristiques du bassin et l'approvisionnement énergétique prévu. Finalement, la consommation de biomasse peut être convertie en émission de GES à partir des facteurs d'émission et des PRG.

Sélection des facteurs d'émission et PRG

Les facteurs d'émission ont été tirés de Global Warming Potential Values, Mai 2015, GHG Protocol, Table 1-2-3 alors que les PRG ont été tirés Global Warming Potential Values, Mai 2015, GHG Protocol, 5e rapport de l'IPCC. Il est à noter que selon le GIEC, les émissions de CO₂ biogéniques (CO₂ bio) doivent être comptabilisées séparément des émissions globales de GES. En effet, vu l'origine renouvelable de la biomasse, les émissions de CO₂ ne sont pas

considérées dans les émissions totales d'un projet ou entreprise. Les facteurs d'émission et les PRG sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 1 - Facteurs d'émission pour la combustion de biomasse

Gaz	Facteur d'émission (g/kWh)	PRG
CO ₂ bio	403,200	1
CH ₄	1,08000	28
N ₂ O	0,014400	265
CO _{2eq}	437,3	-
CO_{2eq} , biogénique exclu	34,1	-

Méthode de calcul

La méthode de calcul des émissions liées à la combustion de biomasse est présentée ici. D'abord, le volume total de carburant consommé est noté. Puis, pour chaque gaz émis par la combustion de carburant, les émissions de GES en CO_{2eq} ont été calculées en utilisant l'équation suivante :

$$E_{GES} = C_{carburant} * (FE * FC * PRG)$$

Où :

E_{GES} = Émission de GES en kg CO_{2eq}

$C_{carburant}$ = Consommation de carburant (kWh/an)

FE = Facteur d'émission (g GES * kWh⁻¹)

FC = Facteur de conversion

PRG = Potentiel de réchauffement global

3.2 Émissions fixes : gaz naturel (scope 1)

À des fins de comparaison, les émissions directes de GES liées à la combustion de gaz naturel ont été calculées pour la période visée. La comparaison prend en considération un approvisionnement en gaz naturel en remplacement à la biomasse. Les données de consommation énergétiques sont tirées du rapport *Energy modeling report, Akonovia, 2022*.

Sélection et cueillette des données

Afin de calculer les émissions liées à la consommation énergétique, la consommation totale de biomasse (kWh) a été modélisée par *Akonovia*. Afin de réaliser un comparatif réaliste, la consommation énergétique (kWh) de gaz naturel a été tirée de la consommation énergétique (kWh) estimée pour la biomasse. Cette modélisation prend en considération les conditions météorologiques du site, les caractéristiques du bassin et l'approvisionnement énergétique prévu. Finalement, la consommation de gaz naturel peut être convertie en émission de GES à partir des facteurs d'émission et des PRG.

Sélection des facteurs d'émission et PRG

Les facteurs d'émission ont été tirés de Global Warming Potential Values, Mai 2015, GHG Protocol, Table 1-2-3 alors que les PRG ont été tirés Global Warming Potential Values, Mai 2015, GHG Protocol, 5e rapport de l'IPCC. Les facteurs d'émission et les PRG sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 2 - Facteurs d'émission pour la combustion de gaz naturel

Gaz	Facteur d'émission (g/kWh)	PRG
CO ₂ bio	201,960	1
CH ₄	0,01800	28
N ₂ O	0,000360	265
CO₂eq	202,6	-

Méthode de calcul

La méthode de calcul des émissions liées à la combustion de gaz naturel est présentée ici. D'abord, le volume total de carburant consommé est noté. Puis, pour chaque gaz émis par la combustion de carburant, les émissions de GES en CO₂eq ont été calculées en utilisant l'équation suivante :

$$E_{GES} = C_{carburant} * (FE * FC * PRG)$$

Où :

E_{GES} = Émission de GES en kg CO₂eq

$C_{carburant}$ = Consommation de carburant (kWh/an)

FE = Facteur d'émission (g GES * kWh⁻¹)

FC = Facteur de conversion

PRG = Potentiel de réchauffement global

3.3 Émissions liées à l'énergie : consommation d'électricité (scope 2)

À des fins de comparaison, les émissions directes de GES liées à la consommation d'électricité ont été calculées pour la période visée. La comparaison prend en considération un approvisionnement en électricité sur le réseau de Hydro-Québec en remplacement à la production d'électricité sur place à partir de panneaux solaires photovoltaïques. Les données de consommation énergétiques sont tirées du rapport *Energy modeling report, Akonovia, 2022*.

Sélection et cueillette de données

Afin de calculer les émissions liées à la consommation énergétique, la consommation totale d'électricité (kWh) a été modélisée par *Akonovia*. Afin de réaliser un comparatif réaliste, la consommation énergétique (kWh) d'électricité sur le réseau Hydro-Québec a été tirée de la consommation énergétique (kWh) estimée produite sur place par les panneaux solaires. Cette modélisation prend en considération les conditions météorologiques du site, les caractéristiques du bassin et l'approvisionnement énergétique prévu. Finalement, la consommation d'électricité peut être convertie en émission de GES à partir des facteurs d'émission et des PRG.

Sélection et mise au point des facteurs d'émission et PRG

Les émissions indirectes associées à la consommation d'électricité ont été évaluées en multipliant le total de kilowattheures consommés par un facteur d'émission. Le facteur d'émission de 0,6 g de CO₂ par kWh considéré selon les taux d'émissions publiés par Hydro-Québec dans *Taux de CO2 associés aux approvisionnements en électricité d'Hydro-Québec 1990-2021*.

Méthode de calcul

Les émissions de GES indirectes liées à la consommation d'électricité ont été calculées à l'aide de l'équation suivante.

$$E_{GES} = CE * (FE * FC)$$

Où :

E_{GES} = Émission de GES en kg CO_{2eq}

CE = Consommation d'électricité (kWh/an)

FE = Facteur d'émission (g CO_{2eq} / kWh)

FC = Facteur de conversion

4.0 RÉSULTATS

4.1 Répartition des émissions projetées

Selon les informations fournies et les modélisations énergétiques réalisées, l'approvisionnement énergétique projeté du projet Géolagon inc. de Petite-Rivière-St-François représente un total de 169,6 Tonnes CO_{2eq}, pour un (1) an d'activité normale. Les émissions de CO₂ biogéniques représentent un total de 2008,3 Tonnes CO_{2eq}. Selon le domaine attribué aux activités, les émissions sont les suivantes :

Tableau 3 - Sommaire des émissions de GES du projet, CO₂ biogénique exclu

Source	Consommation	Émission (T CO _{2eq})
Électricité produite sur place <i>Solaire photovoltaïque</i>	13 911 935 kWh	0,0 T CO _{2eq}
Géothermie produite sur place	15 825 500 kWh	0,0 T CO _{2eq}
Biomasse	4 980 924 kWh	169,6 T CO _{2eq}
TOTAL	34 718 359 kWh	169,6 T CO_{2eq}
Accumulateur thermique	10 228 322 kWh	0,0 T CO _{2eq}

En somme, le projet comportera des émissions de GES moyennes de 4,9 g CO₂ par kWh d'énergie produite et consommée. Ces émissions sont exclusivement liées à la combustion de

biomasse, qui sera issue de résidus de coupe de l'industrie forestière régionale. L'accumulateur thermique permettra également de stocker un total de 10 228 322 kWh (sans émission).

4.2 Comparatif avec une source d'énergie classique

Afin d'évaluer la performance environnementale du mix énergétique choisi par l'entreprise, un comparatif est réalisé avec un approvisionnement en énergie plus classique, soit l'électricité d'Hydro-Québec et le gaz naturel. En effet, l'utilisation de cet approvisionnement biénergie est fréquent pour des projets de forte consommation énergétique. Ce scénario représentera le « scénario de référence », tandis que l'approvisionnement prévu par le projet représentera le « scénario de projet ».

- Scénario de référence : Électricité du réseau Hydro-Québec, gaz naturel, géothermie et accumulateur thermique.
- Scénario de projet : Électricité produite sur place par panneaux photovoltaïques, biomasse, géothermie et accumulateur thermique.

Pour ce faire, les émissions de GES attribuable à ces sources d'énergie ont été quantifiées. Pour des fins de comparaison, la consommation électrique du réseau Hydro-Québec est tirée de la production d'électricité sur place par les panneaux solaires photovoltaïques et la consommation de gaz naturel est tirée de la production énergétique prévue par la biomasse. Par prudence, l'utilisation de la géothermie et de l'accumulateur thermique est considérée équivalente dans les deux scénarios énergétiques.

Tableau 4 - Sommaire des émissions de GES du scénario de référence

Source	Consommation	Émission (T CO _{2eq})
Consommation d'électricité <i>Hydro-Québec</i>	13 911 935 kWh	8,3 T CO _{2eq}
Géothermie produite sur place	15 825 500 kWh	0,0 T CO _{2eq}
Gaz naturel	4 980 924 kWh	1 008,9 T CO _{2eq}
TOTAL	34 718 359 kWh	1 017,3 T CO_{2eq}
Accumulateur thermique	10 228 322 kWh	0,0 T CO _{2eq}

En somme, le scénario de référence comporterait des émissions de GES moyennes de 29,3 g CO₂ par kWh d'énergie produite et consommée. Ces émissions sont principalement liées à la combustion de gaz naturel et de la consommation d'électricité du réseau dans une moindre mesure. L'accumulateur thermique permettra également de stocker un total de 10 228 322 kWh (sans émission).

Les scénarios de référence et de projet sont ensuite comparés afin de déterminer le gain en matière de réduction des émissions de GES. Les émissions de CO₂ biogéniques sont exclues du présent calcul (tel que prescrit dans les normes en vigueur).

Tableau 5 - Sommaire des émissions de GES du scénario de référence

Scénario	Émissions	Intensité émissions
Scénario de référence	1 017,3 T CO _{2eq}	29,3 g CO _{2eq} / kWh
Scénario de projet	169,6 T CO _{2eq}	4,9 g CO _{2eq} / kWh
Réduction	-847,7 T CO_{2eq} / an -83,3 %	-24,4 g CO_{2eq} / kWh -83,3 %

En somme, le scénario de projet propose des réductions d'émission de GES importantes par rapport au scénario de référence, de l'ordre de 83,3% de réduction. De cette manière, une réduction des émissions de 847,7 tonnes de CO_{2eq} par an est attendu par rapport à un approvisionnement énergétique classique.

Afin de mettre en perspective les résultats et de mieux visualiser les impacts environnementaux en lien avec les changements climatiques, le comparatif est également adapté à une autre échelle, soit l'équivalent en unité voiture. L'unité voiture utilise ici les paramètres suivants :

- Voiture à essence de taille intermédiaire (VUS)
- Consommation de 10 L/100km
- Utilisation de 15 000 km par an

Ainsi, selon ces paramètres, des émissions de 3,5 tonnes CO₂ par an sont calculés pour chaque unité voiture. Il est donc possible de tracer le portrait suivant entre les scénarios de référence et de projet.

Tableau 6 - Sommaire des émissions de GES du scénario de référence

Scénario	Émissions	Équivalent voiture
Scénario de référence	1 017,3 T CO _{2eq}	290,7 voitures
Scénario de projet	169,6 T CO _{2eq}	48,5 voitures
Réduction	-847,7 T CO_{2eq} / an	-242,2 voitures

Ainsi, les émissions de GES du scénario de projet par rapport au scénario de référence représentent une réduction équivalente à 242 voitures par an grâce à un approvisionnement énergétique exclusivement en énergie renouvelable. Cette unité équivalente permet d'avoir une idée de l'empreinte carbone du projet.

4.3 Compensation des émissions

Dans le cadre de la quantification des émissions de gaz à effet de serre du projet, il serait possible d'opter pour une compensation carbone équivalente afin de réduire l'empreinte environnementale et atteindre le seuil neutre en carbone. La compensation carbone sur le marché volontaire du carbone permet à une entreprise de participer à la réduction des GES globales en échange d'une contribution financière. Il existe plusieurs organismes et projets différents, notamment spécialisés dans la plantation d'arbres, la conservation d'aires naturelles, d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique.

Afin de compenser annuellement les 169,6 tonnes de CO_{2eq} estimées pour le projet, les options suivantes sont disponibles pour Géolagon inc.

Tableau 7 - Sommaire des émissions de GES du scénario de référence

Programme	Domaine d'activité	Prix à la tonne	Prix estimé total
Planetair	Énergie renouvelable, projets internationaux	25\$/T CO ₂	4 240,00\$ / an
Ostrom Climate	Énergie renouvelable, projets internationaux	29\$/T CO ₂	4 918,40\$ / an
Solifor	Conservation d'une zone naturelle en Abitibi	30\$/T CO ₂	5 088,00\$ / an
Solution Will	Énergie renouvelable, projets locaux	50\$/T CO ₂	8 480,00\$ / an
Carbone Boréal	Plantation d'arbres, Projets au Saguenay	35\$/T CO ₂	5 936,00\$ / an
Arbre-Évolution	Plantation d'arbres, Projets urbains	50\$/T CO ₂	8 480,00\$ / an

Ainsi, l'entreprise pourra compenser les émissions de gaz à effet de serre lié à la production et consommation énergétique de différentes manières. Au choix de l'entreprise, les projets locaux de compensation, idéalement dans la même municipalité ou région que le projet, seront favorisés. La méthode de compensation priorisée sera la plantation d'arbres. Les autres émissions, notamment en lien avec les activités courantes de l'entreprise, pourront être quantifiées et compensées suite à la première année d'activité du projet.

Selon les informations disponibles, l'entreprise s'engagera à viser la carboneutralité en souscrivant au programme Certification Carboneutre de LCL Environnement. Le programme prévoit la réalisation d'un inventaire GES chaque année, la surveillance des émissions et la réduction à la source, la signature d'un engagement environnemental et la compensation de l'ensemble des émissions directes et d'une partie des émissions indirectes liées aux activités de l'entreprise.