



Stratégie d'approvisionnement des eaux

Projet : GÉOLAGON

Présenté à

Louis Massicotte

Par

Charles Boivin, Ing
Charles.boivin.1@ulaval.ca

Le 20 novembre 2022

1. Mise en contexte

Le projet GÉOLAGON, inspiré par le Blue Lagoon islandais, vise la construction d'un village vacancier composé de 300 unités locatives au style scandinave et d'un vaste bassin de baignade dont la température sera maintenue à 39°C tout au long de l'année. Le but ultime : un projet autosuffisant et carboneutre sur tous ses aspects. Cette attraction aquatique souhaite être autonome énergétiquement grâce à la combinaison de trois sources d'énergies renouvelables soient la géothermie, le solaire thermique et la biomasse qui seront interconnectés via un sous-bassin isolé, étanche et légèrement pressurisé. Le projet insiste notamment sur la récupération, la revalorisation et la recirculation de l'énergie et de l'eau de consommation.

Au total, quatre régions au Québec sont visées pour la construction de ces attractions aquatiques, soient Charlevoix, Estrie, Lanaudière et Laurentides. La présente évaluation touche le projet prévu dans la région de Charlevoix où la construction d'un bassin ayant une superficie de 11 150 m² (120 000 pi²) et une profondeur moyenne d'un (1) mètre est prévue.

Ce rapport a pour objectif de démontrer la potentielle autosuffisance en eau du projet des villages Géolagon. Le président de geoLAGON inc nous a mandaté pour analyser sa stratégie en ce sens.. Chaque village vise non seulement une autosuffisance en énergie autoproduite, mais aussi une autosuffisance maximale en termes d'eau.

La gestion des eaux pour chaque village se présente sous 3 volets ;

- L'approvisionnement en eau de pluie
- Les pertes en eau occasionnées par l'utilisation des toilettes et l'évaporation (eau noire)
- La réutilisation des eaux pour les douches, lavabo et autres utilisations (eau grise).

Le site Géolagon sera équipé d'une station de traitement des eaux qui permettra l'utilisation des eaux grises. Le calcul suivant ne tient pas compte du premier remplissage des installations.

Les calculs veulent démontrer aussi le bilan en eau global du système. Le système sera raccordé à l'eau souterrain qui sera utilisé en cas de besoins ponctuels ou d'urgence.

La section gestion global des eaux démontrent visuellement l'ensemble des installations prévus.

2. Rappel de l'énoncé et des spécifications

Propriété générale du projet

Propriété	Valeur
Superficie du bassin	120 000 pieds ²
Superficie du domaine	1.9 M pieds ²
Superficie plantation verte	150 000 pieds ²
Superficie bâtiment / toiture / trottoir	1.75 M pieds ²
Nombre de chalets	300
Dimension toit d'un chalet	1 700 pieds ²

Stratégie d'approvisionnement des eaux	Projet Géolagon	Nov. 2022	Page 2 de 9
--	-----------------	-----------	-------------

Nombre de résidents sur le site

Nous croyons que chaque chalet de 4 chambres pourra accueillir 8 personnes avec un taux d'occupation d'environ 60%, ce qui se traduit en un volume annuel de 525 000 visiteurs ou une moyenne quotidienne d'environ 1400 personnes.

Graphique de l'évolution des précipitations pour Baie-Saint-Paul.

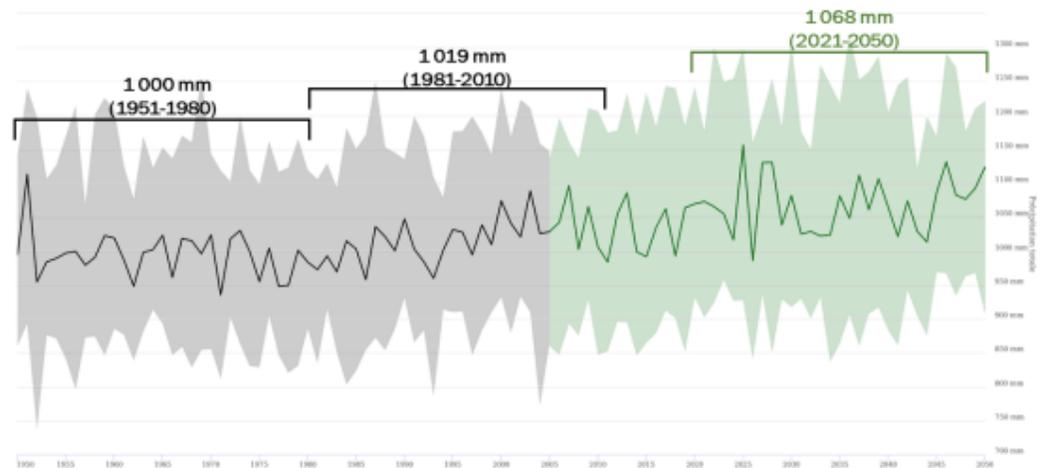


Figure 7. Précipitations totales annuelles historiques (1950-2005) et projetées (2006-2050) en fonction d'un scénario d'émissions de GES modérées (en vert) pour Baie-Saint-Paul (CCSC-ECCC version 1.8).

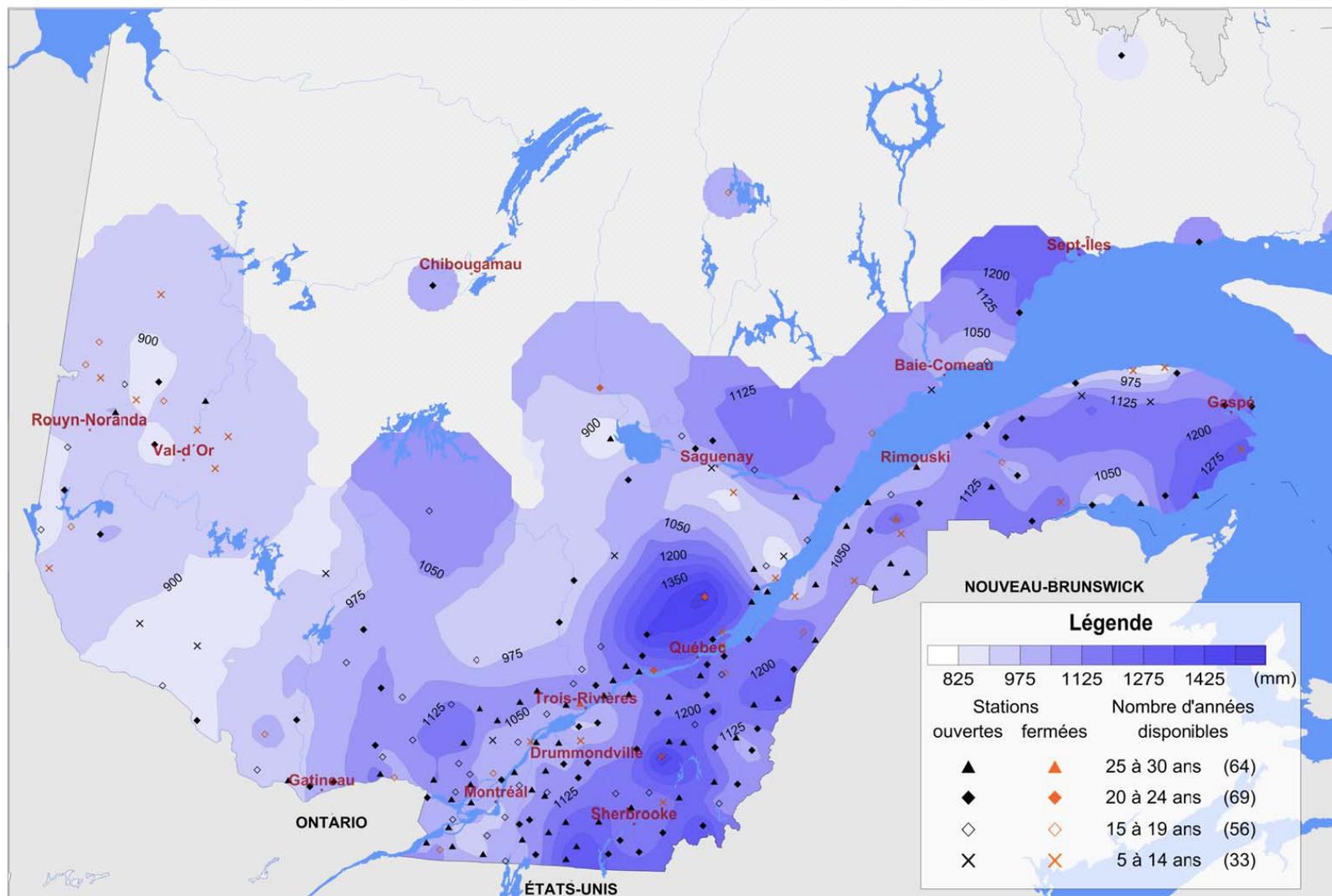
Données météorologiques sur Baie-Saint-Paul, l'un des 4 sites se retrouve sur : https://www.baiesaintpaul.com/public_upload/files/ville/developpement-durable/rapport-pacc-bsp-zipsc-20210315-final.pdf?v=9336

Données moyennes des précipitations du Québec selon les tables du ministère de l'Environnement :

« Climat du Québec

Le climat froid et humide du Québec est grandement déterminé par sa position nordique et maritime. En moyenne, annuellement, la température demeure près du point de congélation à près de -1 C, les précipitations totalisent généralement autour de 1 000 millimètres et la neige est omniprésente durant les mois d'hiver. En fonction des normales climatiques qu'on y observe, le Québec se caractérise par trois principaux types de climats. » Nous prendrons à titre d'exemple les précipitations de pluie moyenne d'une ville comme Baie Saint-Paul dans Charlevoix.

PRÉCIPITATION TOTALE - CUMUL
Annuel
Basée sur les normales 1981-2010



Important : une faible densité de stations de mesure pour certains secteurs peut influencer la représentativité de la carte dans ces régions.

3. Calculs de base

Calcul des superficies d'accumulation

*Surface d'accumulation des toits (S1) = Surface des toits * # chalets*

*Surface d'accumulation des toits (S1) = 1 440 pieds² * 300 chalets*

$$S1 = 432\,000 \text{ pieds}^2$$

Surface d'accumulation des trottoirs (S2)

*= (longueur de chaque trottoirs * (largeur trottoirs + pieds latéral))
* # chalets*

*Surface d'accumulation des trottoirs (S2) = (180 pieds * (20 pieds + 4 pieds)) * 300 chalets*

$$S2 = 1\,296\,000 \text{ pieds}^2$$

Surface d'accumulation du lagon (S3) = 120 000 pieds²

Surface d'accumulation totale = S1 + S2 + S3

Surface d'accumulation totale (S4) = 432K + 1 296K + 120K = 1 848 K pieds²

Hypothèse de base :

Nous retiendrons également l'hypothèse qu'une surface de 100 M2 se traduit en un volume potentiel de pluie de 106 800 litres annuel pour le cas de Baie-Saint-Paul.

Quantité d'accumulation d'eau total de pluie annuelle(QT)

$$\text{Volume d'eau total} = \text{superficie d'accumulation totale (S4)} * \frac{0,092903 \text{ m}^2}{1 \text{ pieds}^2} * \frac{106\,800 \text{ L}}{100 \text{ m}^2}$$

$$\text{Volume d'eau total} = 1\,848\text{K} \text{ pieds}^2 * \frac{0,092903 \text{ m}^2}{1 \text{ pieds}^2} * \frac{106\,800 \text{ L}}{100 \text{ m}^2}$$

$$\text{Volume d'eau total annuelle} = 183,36 \text{ M Litres} = 183\,360 \text{ m}^3$$

4. Stratégie d’approvisionnement et de gestion de l’eau

Le but de cette section est d’établir si la récupération de l’eau de pluie permettrait une autosuffisance en termes de consommation et d’utilisation d’eau pour contrer les pertes en évaporation du lagon. Pour les besoins de l’exercice, l’utilisation domestique de l’eau est divisée en quatre catégories (les pourcentages entre parenthèses représentent la répartition des utilisations) :

- Eau dédiée à la consommation et à la préparation des repas (13%);
- Eau dédiée pour les douches (47%);
- Eau dédiée pour les toilettes (40%);
- Eau dédiée pour le nettoyage (S.O.).

Ces pourcentages sont basés sur une utilisation normale. À noter que l’eau dédiée pour la lessive n’est pas prise en compte dans la présente évaluation, car les chalets ne seront pas munis de laveuse ou de sècheuse. De plus, il n’est pas prévu d’installer de bain dans ces chalets hôteliers.

Le potentiel annuel de récupération d’eau de pluie selon les données du portait des changements climatiques et identifications des impacts et risques pour la Ville de Baie Saint-Paul est de 1 068 mm.

5. Utilisation domestique de l’eau

La consommation journalière moyenne d’eau est évaluée à **350 m³**, ce qui représente un volume annuel de **127 750 m³** d’eau. Selon les catégories et pourcentages d’utilisation de l’eau présentés précédemment, le tableau suivant montre les volumes annuels équivalents.

Tableau 1 : Volumes d’eau annuels par type d’utilisation (m³)

Utilisation	Volume (m ³)
Consommation et préparation des repas	16 607,5 ⁶
Douches	60 042,5
Toilettes	51 100,0
Total	127 750,0

Une réutilisation de l’eau provenant des douches pour l’alimentation des toilettes permettrait d’économiser 51 100 m³ d’eau de pluie. Par conséquent, la consommation annuelle baisserait à **76 650 m³**.

6. Eau pour contrer les pertes par évaporation du lagon

En plus d'alimenter les chalets, la récupération de l'eau de pluie doit permettre de combler les pertes en eau du lagon causées par l'évaporation. La firme Akonovia a déterminé les différents volumes qui seront perdus par évaporation pour chaque mois de l'année. Les résultats des calculs sont présentés au tableau ci-dessous.

À noter que le volume d'eau associé aux précipitations dans le lagon n'est pas considéré dans les calculs et tableaux suivants.

Tableau 2 Pertes d'eau par évaporation au lagon (m³) – Akonovia, 2022

Mois	Volume (m ³)
Janvier	7 116,552
Février	6 127,019
Mars	10 586,032
Avril	7 023,072
Mai	5 258,385
Juin	3 970,062
Juillet	4 274,798
Août	4 263,835
Septembre	4 307,386
Octobre	5 788,213
Novembre	6 609,901
Décembre	6 628,114
Total	71 953,370

Tableau 3 Besoins en eau pour la consommation et l'évaporation

Besoins	Volume (m ³)
Lagon (évaporation)	71 953
Consommation domestique totale	127 750
Réutilisation de l'eau grise pour les toilettes	(51 100)
Total	148 603

Une réutilisation de l'eau grise pour le fonctionnement des toilettes permet une économie en eau de 51 100 m³. Cette économie permet que les besoins en eau des chalets et du lagon soient comblés par la récupération et l'emmagasinement de l'eau de pluie (183 360 m³).

7. Gestion globale de l'eau

Le schéma de gestion globale de l'eau présenté à la figure suivante propose un concept axé sur une utilisation majoritaire de l'eau de pluie et une recirculation de l'eau grise pour les besoins en eau des toilettes. À noter que les flèches pleines présentent un écoulement gravitaire, alors que les flèches pointillées présentent un écoulement sous-pression.

Deux réservoirs distincts permettront l'emmagasinement de l'eau brute et de l'eau grise.

Le réservoir d'eau brute sera majoritairement rempli par l'eau de pluie. Un pompage d'appoint d'eau souterraine sera toutefois disponible pour pallier les pointes horaires de consommation. Un volume d'eau de pluie plus restrictif a été considéré dans la présente évaluation afin qu'une portion de l'eau de pluie serve à la recharge de l'aquifère comme mentionné dans le rapport d'Akifer. Une fois dans le réservoir d'eau brute, l'eau aura trois usages :

- Consommation et préparation des repas. L'eau passera par le système de traitement d'eau potable;
- Utilisation des douches (aucun traitement d'eau potable nécessaire);
- Remplissage du lagon (aucun traitement d'eau potable nécessaire, uniquement un dosage de chlore).

L'eau des douches sera dirigée vers un réservoir d'eau grise. Ces eaux seront utilisées pour l'alimentation des toilettes et par la suite envoyées vers le système d'épuration. Un trop-plein au réservoir permettra d'envoyer les eaux grises en surplus vers le système d'épuration.

À noter que le principe de fonctionnement présenté est seulement applicable si l'élévation du lagon est supérieure au réservoir d'eau grise et à la station d'épuration. Dans un cas contraire, du pompage devra être prévu.

8. Conclusion

Pour conclure, le projet sera autosuffisant puisqu'en faisant le bilan de gestion d'eau globale annuel on remarque qu'un surplus de 34 757 m³ d'eau est dégagé annuellement.

Tableau 4 Sommatif des volumes en eau globale

Élément	Volume (m ³)
Eau disponible par captation	183 360
Besoins totaux	(148 603)
Total	34 757

En appliquant la stratégie innovatrice de récupération prônée par les villes geoLAGON, il nous permet de réduire de 51 100 m³ annuellement ou 26% du volume total. À titre d’hypothèse, nous ciblons que 5% du volume d’utilisation nécessaire sera destiné exclusivement pour la consommation d’eau humaine. Ce chiffre pourra monter jusqu’à 13% dépendant de la préparation du repas sur place par les usagers, bien que des restaurants sont prévus dans chaque village.

Il est possible d’affirmer que la consommation dans le sol par les chalets des villages geoLAGON se limitera à un volume de 5% à 13% du volume habituels d’eau puisée par des chalets traditionnels qui n’appliquent pas la stratégie de récupération et de captation des eaux proposées par geoLAGON inc.

En d’autres mots, de façon préliminaire, nous pouvons affirmer que la stratégie d’approvisionnement en eau du projet, basé sur la captation des eaux de pluie, pourrait puiser dans le sol aussi peu que 5% de l’eau habituelle qui est puisée par des maisons traditionnelles, ce qui rendrait le projet de 300 chalets comparable à un approvisionnement pour 15 à 39 chalets traditionnels, soit 5 à 13%.

Pour finir, le site aura un surplus d’eau qui sera emmagasiné continuellement dans des bassins comme démontré dans le schéma de principe.

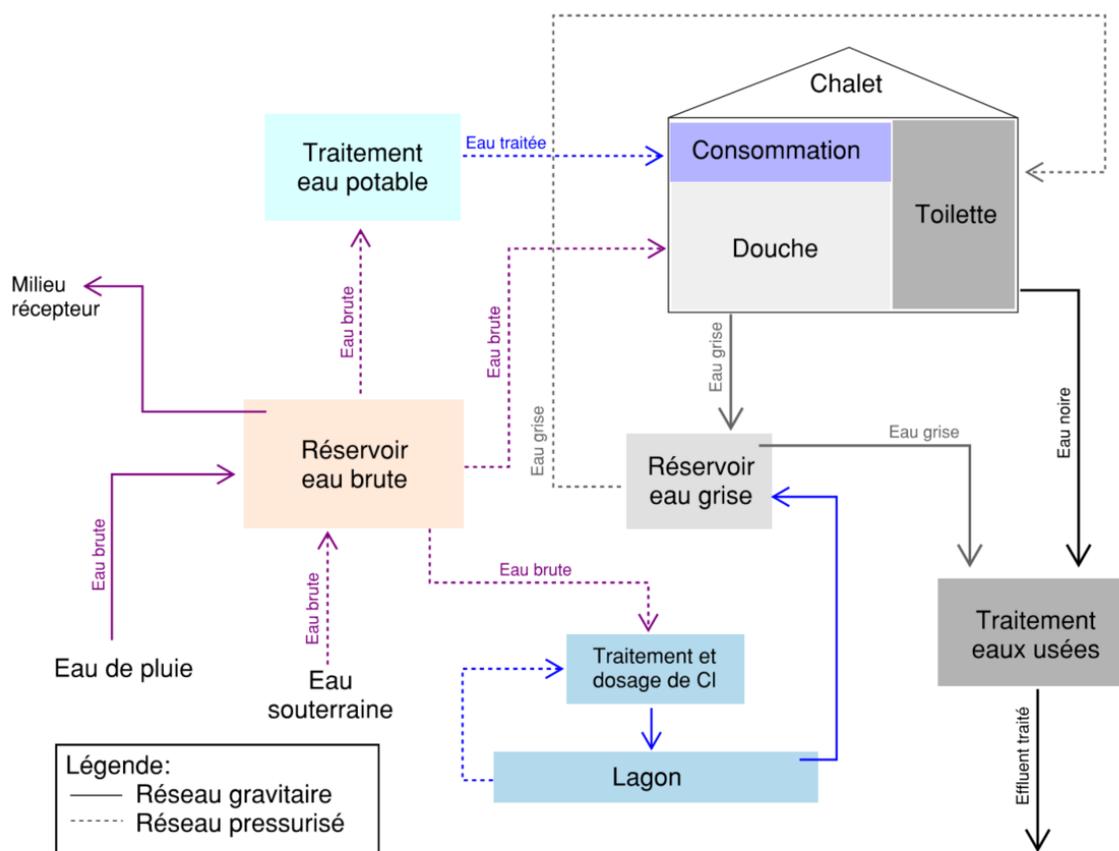


Figure 1 Diagramme d’écoulement – Gestion globale des eaux au site