PROJET N^{O} : 161-00666-00

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

ANNEXES
VOLUME 2

JANVIER 2019



PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

GNL QUÉBEC INC.

ANNEXES
VOLUME 2

PROJET N^{O} : 161-00666-00
DATE : JANVIER 2019

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA
TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

GROUPE CONSEIL NUTSHIMIT-NIPPOUR INC.
110, RUE RACINE EST, BUREAU 310
CHICOUTIMI (QUÉBEC) G7H 1R1
WWW.GCNN.CA

TABLE DES MATIÈRES – ANNEXES

1 INTRODUCTION

1-1 LIGNES DIRECTRICES POUR LA PRÉPARATION D'UNE ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

1-2 DIRECTIVE POUR LE PROJET ÉNERGIE SAGUENAY DE CONSTRUCTION D'UN COMPLEXE DE LIQUÉFACTION DE GAZ NATUREL SUR LE TERRITOIRE DE LA VILLE DE SAGUENAY PAR GNL QUÉBEC INC.

1-3 POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE GNL QUÉBEC

2 ANALYSE DU CYCLE DE VIE DU TERMINAL DE LIQUÉFACTION DE GAZ NATUREL DU SAGUENAY

4 ÉTUDE SUR LE SAVOIR AUTOCHTONE ET L'UTILISATION DES RESSOURCES ET DU TERRITOIRE

6 INTERACTIONS POTENTIELLES ENTRE LES PRINCIPALES ACTIVITÉS DU PROJET ET LES COMPOSANTES DES MILIEUX BIOPHYSIQUE ET HUMAIN

7 MILIEU PHYSIQUE

7-1 HYDROLOGIE

7-2 GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE

7-3 CLIMAT

7-4 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE SITE – PHASE I

7-5 CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'ÉTAT INITIAL DES SOLS

7-6 QUALITÉ DE L'EAU DOUCE ET DES SÉDIMENTS D'EAU DOUCE

7-7 HYDROGÉOLOGIE

7-8 HYDROSÉDIMENTOLOGIE GLACE ET OCÉANOGRAPHIE

7-9 MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

7-10 NOTE TECHNIQUE – ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GES

7-11 CLIMAT ET MODÉLISATION SONORE

7-12 AMBIANCE SONORE ET MODÉLISATION SUBAQUATIQUE

7-13 AMBIANCE LUMINEUSE

7-14 CONCEPT D'ÉCLAIRAGE

8 MILIEU BIOLOGIQUE

8-1 VÉGÉTATION TERRESTRE, RIVERAINE ET AQUATIQUE D'EAU DOUCE

8-2 VALEUR ÉCOLOGIQUE DES MILIEUX HUMIDES EMPIÉTÉS

8-3 HABITAT DU POISSON – EAU DOUCE

8-4 HABITAT DU POISSON – MARIN

8-5 MAMMIFÈRES MARINS

TABLE DES MATIÈRES – ANNEXES (suite)

8-6 TABLEAU – LISTE DES OISEAUX

8-7 OISEAUX

8-8 FAUNE TERRESTRE

8-9 RECHERCHE D'HIBERNACLES ET DE MATERNITÉS DE CHIROPTÈRES

9 ÉTUDE DE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE

10 COMMUNAUTÉS LOCALES ET RÉGIONALES

10-1 CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE

10-2 PAYSAGE

10-3 ÉTUDE DE RETOMBÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES

12 CADRE LÉGISLATIF ET RÈGLEMENTAIRE LIÉ À LA NAVIGATION

13 ACCIDENTS ET DÉFAILLANCES

13-1 FICHES SIGNALÉTIQUES

13-2 ÉVALUATION QUALITATIVE DE RISQUE

13-3 ÉVALUATION QUANTITATIVE DE RISQUES TERRESTRES

13-4 ÉVALUATION QUANTITATIVE DE RISQUES MARINS

13-5 PLAN DE MESURES D'URGENCE

15 TABLEAU DES MESURES D'ATTÉNUATION

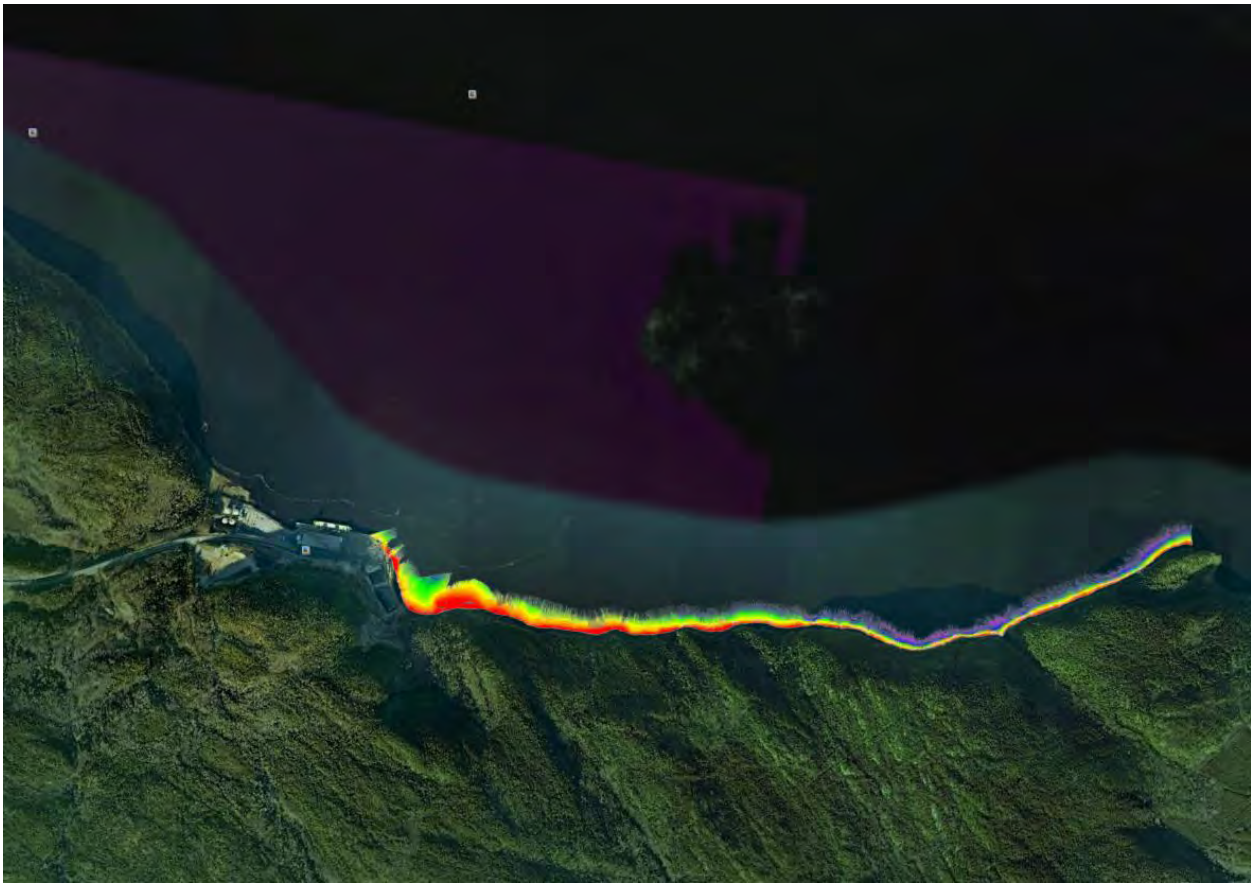
7-8 HYDROSÉDIMENTOLOGIE GLACE ET OCÉANOGRAPHIE

PROJET N^{O} : 161-00666-00

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | HYDROSÉDIMENTOLOGIE - GLACE ET OCÉANOGRAPHIE

MAI 2018



wsp

GROUPE CONSEIL
Nutshimit-Nippour

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | HYDROSÉDIMENTOLOGIE - GLACE ET OCÉANOGRAPHIE

GNL QUÉBEC INC.

PROJET N^{O} : 161-00666-00
DATE : MAI 2018

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

GROUPE CONSEIL NUTSHIMIT-NIPPOUR INC.
110, RUE RACINE EST, BUREAU 310
CHICOUTIMI (QUÉBEC) G7H 1R1
WWW.GCNN.CA

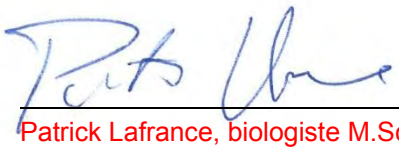
SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Mélanie Lévesque, océanographe M. Sc. — 14 mai 2018 Date

RÉVISÉ PAR



Patrick Lafrance, biologiste M.Sc. — 14 mai 2018 Date

Le présent rapport a été préparé par WSP Canada Inc. pour le compte de GNL QUÉBEC INC. conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP Canada Inc. à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP Canada Inc. n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Martin Larose, biologiste, B. Sc.
Chargée de projet	Nathalie Fortin, ing.,M.Env.
Réviseur	Patrick Lafrance, biologiste M. Sc.
Chargée d'exécution	Mélanie Lévesque, océanographe M. Sc.
Rédacteurs	Benoit Ruest, ing. Christine Martineau, biologiste M.Sc. Simon Nolin, ing.
Édition	Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2018. *PROJET ÉNERGIE SAGUENAY. RAPPORT SECTORIEL | HYDROSÉDIMENTOLOGIE - GLACE ET OCÉANOGRAPHIE.* RAPPORT PRODUIT POUR GNL QUÉBEC INC. 25 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

1.1 MISE EN CONTEXTE 1

1.2 ZONE D'ÉTUDE 1

1.3 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE 2

2 MÉTHODOLOGIE 7

2.1 SOMMAIRE DES DONNÉES 7

3 DESCRIPTIONS DU MILIEU 9

3.1 GÉOMORPHOLOGIE 9

3.1.1 PHYSIOGRAPHIE ET RELIEF 9

3.1.2 DÉPÔTS MEUBLES EN MILIEU TERRESTRE 9

3.1.3 ÉVOLUTION SPATIOTEMPORELLE DU LITTORAL 10

3.1.4 DÉPÔTS MEUBLES CÔTIERS ET MARINS 10

3.2 CLIMAT 11

3.2.1 NORMALES CLIMATIQUES 11

3.2.2 RÉGIMES DES VENTS 11

3.2.3 RÉGIME DES GLACES 13

3.3 OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE 16

3.3.1 BATHYMÉTRIE 16

3.3.2 MARÉES ET DÉBITS D'EAU DOUCE 18

3.3.3 VAGUES 19

3.3.4 CIRCULATION ET COURANTOMÉTRIE 19

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 25

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 1 CARACTÉRISTIQUES DE LA MARÉE À LA STATION MARÉGRAPHIQUE DE GRANDE-ANSE (#3466). NIVEAUX DE MARÉE PRÉSENTÉS PAR RAPPORT AU ZÉRO DES CARTES MARINES (ZC).....19

TABLEAU 2 PROBABILITÉ DE DÉPASSEMENT DES VITESSES DE COURANTS DE SURFACE AU SITE ÉNERGIE SAGUENAY (ES) POUR LES 4 SCÉNARIOS SIMULÉS PAR LE CNRC (2016).....22

CARTES

CARTE 1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE (RÉGIONALE).....3

CARTE 2 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE (LOCALE) 5

ANNEXE

A ÉTUDE DU CRNC

TABLE DES MATIÈRES

FIGURES

FIGURE 1 CARTE DES DÉPÔTS DE SURFACE AVEC ZONE D'ÉTUDE (DAIGNEAULT ET AL., 2011).....10

FIGURE 2 NORMALES CLIMATIQUES MENSUELLES (1981 À 2010) ENREGISTRÉES À LA STATION DE BAGOTVILLE A 12

FIGURE 3 ROSE DES VENTS– STATION DE BAGOTVILLE 2009-2016 (TIRÉ DE CNRC, 2016) 12

FIGURE 4 EXTRAIT D'IMAGES SATELLITAIRES SENTINEL2 POUR L'HIVER 2017 14

FIGURE 5 EXTRAIT D'IMAGES SATELLITAIRES SENTINEL2 POUR L'HIVER 2018 15

FIGURE 6 BATHYMÉTRIE MULTIFAISCEAUX DU SAGUENAY SUPÉRIEUR COMPRENANT LE BRAS-NORD ET LA BAIE DES HA! HA! TIRÉ DE LOCAT ET LÉVESQUE (2009). LA ZONE À L'ÉTUDE DE GRANDE-ANSE EST ILLUSTRÉE PAR LE RECTANGLE ROUGE.....16

FIGURE 7 BATHYMÉTRIE MULTIFAISCEAUX AU VOISINAGE DU SITE À L'ÉTUDE (FLÈCHES= ACCUMULATION SUITE AUX GLISSEMENTS).....17

FIGURE 8 BATHYMÉTRIE MULTI-FAISCEAUX AU VOISINAGE DU SITE À L'ÉTUDE 18

FIGURE 9 DISTRIBUTION DES MASSES D'EAU DANS LE FJORD DU SAGUENAY. FIGURE TIRÉE DE GAGNON (1995). 20

FIGURE 10 PROFILS DE SALINITÉ RELEVÉS DANS LE SECTEUR DE GRANDE-ANSE LE 15 OCTOBRE 2015 PAR LE CNRC (2016) (THERMOCLINE IDENTIFIÉE EN ROUGE).....21

FIGURE 11 VITESSES DE COURANT EN SURFACE MESURÉES À GRANDE-ANSE DU 27 AU 29 OCTOBRE 2015 PAR LE CNRC (2016). 21

FIGURE 12 COURANT DE SURFACE (VITESSE DE COURANT MAXIMALE ET ROSE DES VENTS) AU SITE D'ÉNERGIE SAGUENAY POUR LES 4 SCÉNARIOS DE DÉBIT SIMULÉS PAR LE CNRC (2016).....23

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Le projet Énergie Saguenay de GNL Québec inc. (GNL Québec) a pour principal objectif de liquéfier le gaz naturel pour permettre son transport de façon économique et sécuritaire vers les marchés mondiaux dans des navires-citernes conçus pour rencontrer ou dépasser les normes de sécurité internationales reconnues et strictes. Une fois livré, le GNL sera réchauffé et transformé en gaz naturel pour être distribué à des fins d'utilisation résidentielle, commerciale ou industrielle. Le projet permettra de liquéfier environ 1,56 bcf/j ou 44 millions de mètres cubes par jour (Mm^3/j) de gaz naturel. Il aura une capacité de production de 11 Mtpa.

La section IV.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) (L.R.Q., c. Q-2) oblige toute personne ou groupe à suivre la Procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement avant d'entreprendre la réalisation d'un projet visé au Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (R.R.Q., c. Q-2, r.9). Conformément au Règlement désignant les activités concrètes découlant de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012) (LCÉE, 2012), le projet est aussi assujetti à une évaluation environnementale fédérale.

Le projet sera soumis aux exigences réglementaires de ces procédures qui requièrent la production d'une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE). Ce rapport sectoriel s'inscrit en tant qu'étude complémentaire à l'ÉIE.

1.2 ZONE D'ÉTUDE

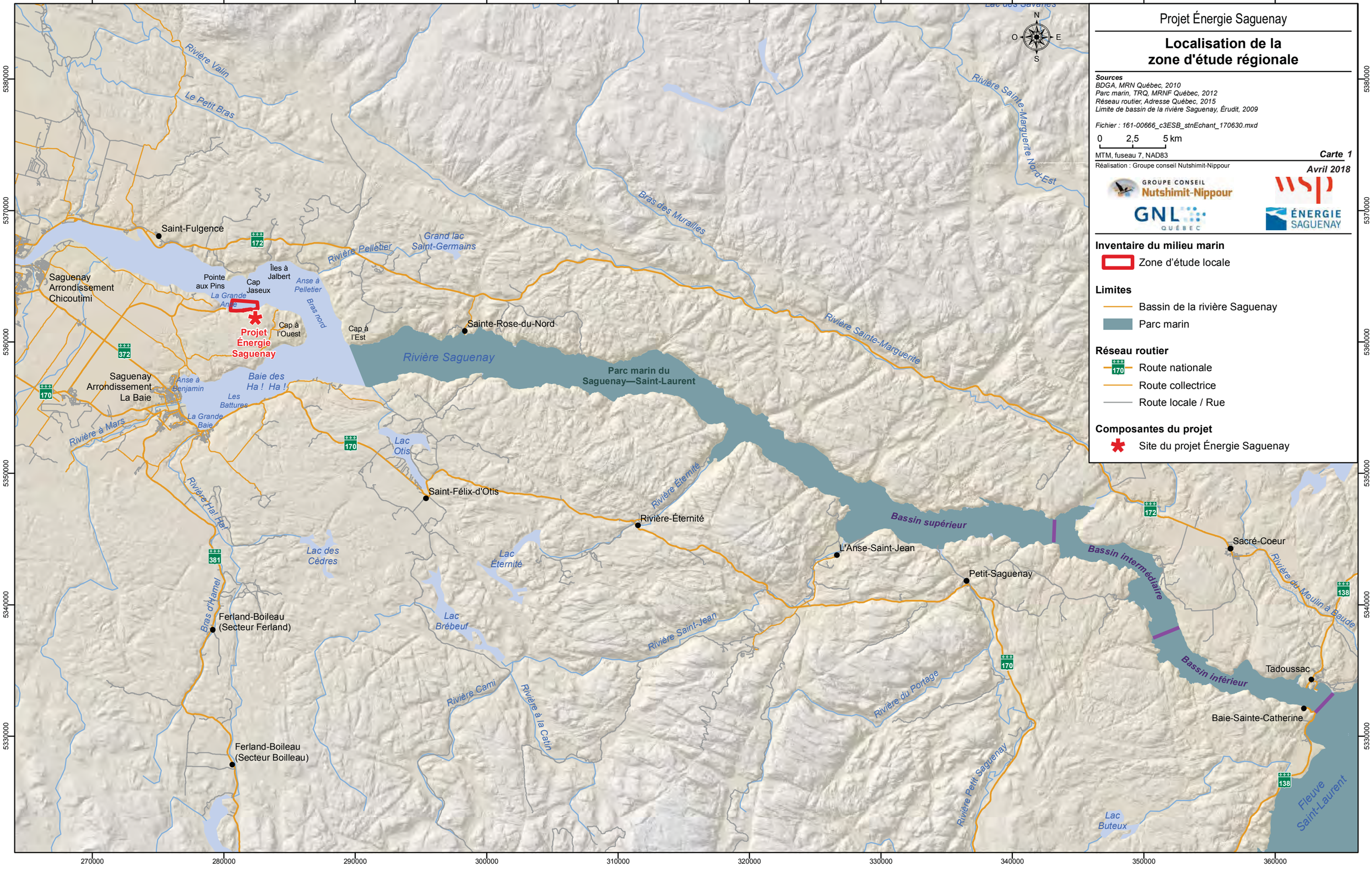
Une zone d'étude régionale a été délimitée afin de bien caractériser le milieu physique dans lequel le secteur d'implantation du projet s'insère. Cette zone, utilisée pour la description des différentes composantes physiques, se situe dans la portion amont du fjord, soit le Saguenay supérieur, directement au nord-est de la municipalité de La Baie et à une dizaine de kilomètres à l'est de Chicoutimi. Elle inclut la rivière Saguenay ainsi qu'une portion des rives nord et sud. Sur la rive sud, elle comprend presque toute la pointe qui forme le Cap à l'Ouest et qui sépare la Baie des Ha! Ha! du Bras Nord de la rivière Saguenay. Sur la rive nord, elle englobe une bande terrestre de 1 km de largeur qui s'étend depuis la limite entre les municipalités de Saint-Fulgence et de St-Rose-du-Nord, à l'est, jusqu'au Refuge Faunique des battures de Saint-Fulgence à l'ouest. La zone d'étude régionale occupe une superficie totale d'environ 100 km^2 (carte 1).

La zone d'étude locale vise quant à elle à fournir un niveau de détail plus fin des caractéristiques propres au site projeté pour le prolongement du terminal d'exportation et l'implantation des infrastructures industrielles. La zone a été délimitée de façon à inclure les éléments d'océanographie physique qui sont susceptibles d'être directement affectés par ou encore d'affecter le projet. Plus restreinte, elle couvre une superficie de 5,9 km^2. Cette zone est située en rive sud de la rivière du Saguenay directement à l'est de l'actuel terminal maritime de Grande-Anse (Port de Saguenay). Elle s'étend au sud jusqu'au du lac du Castor et à l'ouest jusqu'aux environs de l'Anse à la Puce. Elle englobe le site projeté pour l'emplacement des infrastructures (usine de liquéfaction, citernes d'entreposage, port de transbordement, etc.) (carte 1).

1.3 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de l'ÉIE, la description de l'état de référence de l'hydrosédimentologie, de l'océanographie ainsi que des glaces est requise en vertu des lignes directrices de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACÉE). L'objectif de cette étude sectorielle est donc d'établir l'état de ces composantes du milieu avant l'implantation du projet. La connaissance de l'état de référence permet d'identifier les éléments potentiellement sensibles.

Les prochaines sections exposent ainsi la provenance des données utilisées pour ensuite aborder une description des composantes relatives à l'hydrosédimentologie, à l'océanographie ainsi qu'aux glaces du secteur.



Projet Énergie Saguenay
Localisation de la zone d'étude régionale
Sources
BDGA, MRN Québec, 2010
Parc marin, TRQ, MRNF Québec, 2012
Réseau routier, Adresse Québec, 2015
Limite de bassin de la rivière Saguenay, Érudit, 2009
Fichier : 161-00666_c3ESB_stnEchant_170630.mxd
0 2,5 5 km
MTM, fuseau 7, NAD83
Carte 1
Réalisation : Groupe conseil Nutshimit-Nippour
Avril 2018
GROUPE CONSEIL Nutshimit-Nippour
GNL QUÉBEC
WSP
ÉNERGIE SAGUENAY
Inventaire du milieu marin
Zone d'étude locale
Limites
Bassin de la rivière Saguenay
Parc marin
Réseau routier
Route nationale
Route collectrice
Route locale / Rue
Composantes du projet
Site du projet Énergie Saguenay
Saint-Fulgence
Saguenay Arrondissement Chicoutimi
Saguenay Arrondissement La Baie
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Îles à Jalbert
Anse à Pelletier
Bras nord
La Grande Anse
Projet Énergie Saguenay
Cap à l'Ouest
Cap à l'Est
Sainte-Rose-du-Nord
Rivière Saguenay
Parc marin du Saguenay—Saint-Laurent
Baie des Ha ! Ha !
Anse à Benjamin
Les Battures
La Grande Baie
Rivière à Mars
Rivière Valin
Le Petit Bras
Rivière Pelletier
Grand lac Saint-Germains
Bras des Murailles
Rivière Sainte-Marguerite
Rivière Sainte-Marguerite Nord-Est
Lac Otis
Saint-Félix-d'Otis
Rivière Éternité
Rivière-Éternité
Bassin supérieur
Bassin intermédiaire
Bassin inférieur
L'Anse-Saint-Jean
Petit-Saguenay
Sacré-Coeur
Rivière du Moulin à Baude
Tadoussac
Baie-Sainte-Catherine
Fleuve Saint-Laurent
Lac Buteux
Rivière Petit Saguenay
Rivière du Portage
Rivière Saint-Jean
Lac Brébeuf
Lac Éternité
Lac des Cèdres
Rivière Hal Hal
Bras d'Hamel
Ferland-Boileau (Secteur Ferland)
Ferland-Boileau (Secteur Boilleau)
Rivière Cami
Rivière à la Catin
270000
280000
290000
300000
310000
320000
330000
340000
350000
360000
5380000
5370000
5360000
5350000
5340000
5330000



Projet Énergie Saguenay

Localisation de la zone d'étude locale

Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Orthophoto, Ville de Saguenay, 2016-05-26
Réseau routier, Adresse Québec, 2015
Composantes du projet, GNL Québec

Fichier : 161-00666_c3ESB_stnEchant_170630.mxd

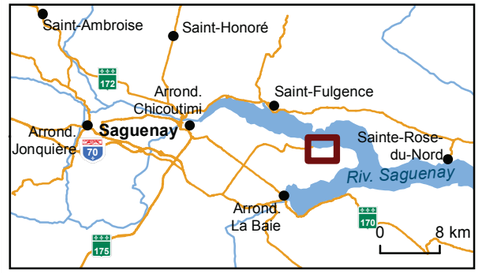
0 120 240 m

MTM, fuseau 7, NAD83
Équidistance des courbes : 5 mètres

Carte 2

Réalisation : Groupe conseil Nutshimit-Nippour

Avril 2018



Hydrographie
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Plan d'eau

Inventaire du milieu marin
- Zone d'étude locale

Infrastructure
- Installations portuaires existantes

Réseau routier
- Route nationale
- Route collectrice

Composantes du projet
- Site du projet Énergie Saguenay
- Quai projeté (préliminaire)

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 SOMMAIRE DES DONNÉES

Deux campagnes de relevés distinctes ont été réalisées pour l'évaluation environnementale des composantes spécifiques à ce rapport sectoriel (volet océanographie) pour le projet Énergie Saguenay de GNL Québec. Un relevé géophysique a d'abord été effectué en 2014 au large de la zone d'étude locale afin de principalement valider la bathymétrie du secteur (Seaforth geosurvey, 2015). Une campagne de relevés hydrométriques a également été menée en octobre 2015 par WSP Canada Inc. (WSP, 2016). Cette dernière campagne a permis de recueillir des données sur les vitesses de courants ainsi que des indications sur la dynamique des masses d'eau du secteur (profils CTD).

En plus des données en provenance des relevés de terrain, la disponibilité d'informations sur les composantes physiques de la zone d'étude a été vérifiée par le biais d'une recherche sommaire de la littérature. Les études scientifiques menées dans le fjord ainsi que la rivière Saguenay, les rapports gouvernementaux, les bases de données diverses (climatiques, bathymétriques), les cartes topographiques, géologiques et des dépôts de surface ainsi que les banques d'images satellitaires, ont été consultés afin de rassembler l'information utile à la description des composantes traitées dans ce document.

Également, plusieurs conclusions d'une étude en provenance du Conseil national de recherche Canada (CNRC) (CNRC, 2016), menée entre autres pour l'Administration portuaire du Saguenay (APS), sont exposées dans le présent document afin de décrire la dynamique des glaces, des courants ainsi que des vents du secteur. Cette étude comprend plusieurs résultats de modélisations permettant d'entrevoir l'hydrodynamisme du secteur sous différentes conditions environnementales. À titre indicatif, le rapport complet du CNRC est présenté en annexe du présent document (annexe A).

Finalement, aux fins de compréhension, certaines informations en provenance d'autres rapports sectoriels de WSP, réalisés précisément pour le projet Énergie Saguenay de GNL Québec, sont reprises et résumées dans le présent rapport. Ces sectoriels concernent essentiellement la géologie et la géomorphologie (WSP, 2018a), ainsi que le climat (WSP, 2018b).

3 DESCRIPTIONS DU MILIEU

3.1 GÉOMORPHOLOGIE

3.1.1 PHYSIOGRAPHIE ET RELIEF

À l'ouest de la zone à l'étude, le relief est relativement plat avec des altitudes variant généralement entre 80 m et 110 m et les dénivelés y sont très faibles (moins de 10 m). En se déplaçant vers l'est de la zone d'étude, le relief s'élève graduellement sur des collines rocheuses aux sommets arrondis. Les altitudes ne dépassent pas les 200 m et les dénivelés locaux sont relativement plus grands (10-30 m) (WSP, 2018a).

Au lieu d'insertion du projet, on trouve un relief ondulé formé de collines au sommet arrondi dont l'altitude varie entre 170 et 190 m, entrecoupées de petites vallées perpendiculaires à la rivière Saguenay dans lesquelles s'écoulent des ruisseaux intermittents qui se déversent dans le fjord. Les dénivelés locaux ne dépassent généralement pas 20 à 30 m. En bordure de la rivière Saguenay se trouvent des escarpements rocheux dont les dénivelés sont d'une centaine de mètres avec une pente pouvant atteindre plus de 40 % (WSP, 2018a).

3.1.2 DÉPÔTS MEUBLES EN MILIEU TERRESTRE

Deux ensembles de dépôts distincts sont trouvés dans le secteur avec, d'une part, les hautes terres du Bouclier canadien où dominent les dépôts d'origine glaciaire et, d'autre part, les basses terres du Saguenay où les sédiments marins dominent à la surface, bien qu'ils puissent recouvrir les dépôts glaciaires à maints endroits. Le roc affleurant ou subaffleurant occupe la majeure partie du territoire à l'étude (WSP, 2018a). Les zones rocheuses sont surtout présentes sur le sommet des collines ainsi que sur les versants en pente forte dans le secteur de la pointe qui sépare la Baie des Ha! Ha! du Bras-Nord du Saguenay.

Dans la portion ouest du territoire régional, de petites buttes rocheuses percent aussi localement à travers la couverture marine argileuse qui tapisse les basses terres (Sigéom, 2016) (figure 1). Dans la partie est du territoire, une couverture de till généralement discontinue forme de petits placages qui occupent les petites dépressions du socle rocheux. Sur la portion inférieure des versants rocheux, le roc porte fréquemment une couverture de till mince et continue. De façon générale, ces dépôts n'occupent qu'une faible proportion de l'aire d'étude et leur distribution demeure très localisée (Sigéom, 2016). La couverture meuble est essentiellement composée de sédiments glaciomarins fins d'eau profonde (argiles et silts) et, par endroits, de sédiments glaciomarins littoraux et prélittoraux (sables et graviers). Les dépôts argileux tapissent les basses terres en bordure de la rivière Saguenay. Ils sont surtout présents dans la moitié ouest de la zone d'étude et occupent également une dépression du socle rocheux au nord-est dans le secteur de l'Anse aux Sables (Sigéom, 2016). Les argiles marines peuvent atteindre plus de 40 m d'épaisseur par endroits (Daigneault *et al*., 2011).

Autour de la zone d'insertion du projet, les dépôts meubles sont minces et peu diversifiés. Environ 35 % de la zone d'étude est dénudé de sédiment et expose un roc accidenté et fracturé. Le dépôt dominant correspond au till mince (< 1 m), lequel couvre 53 % du secteur à proximité de l'aire d'insertion du projet.

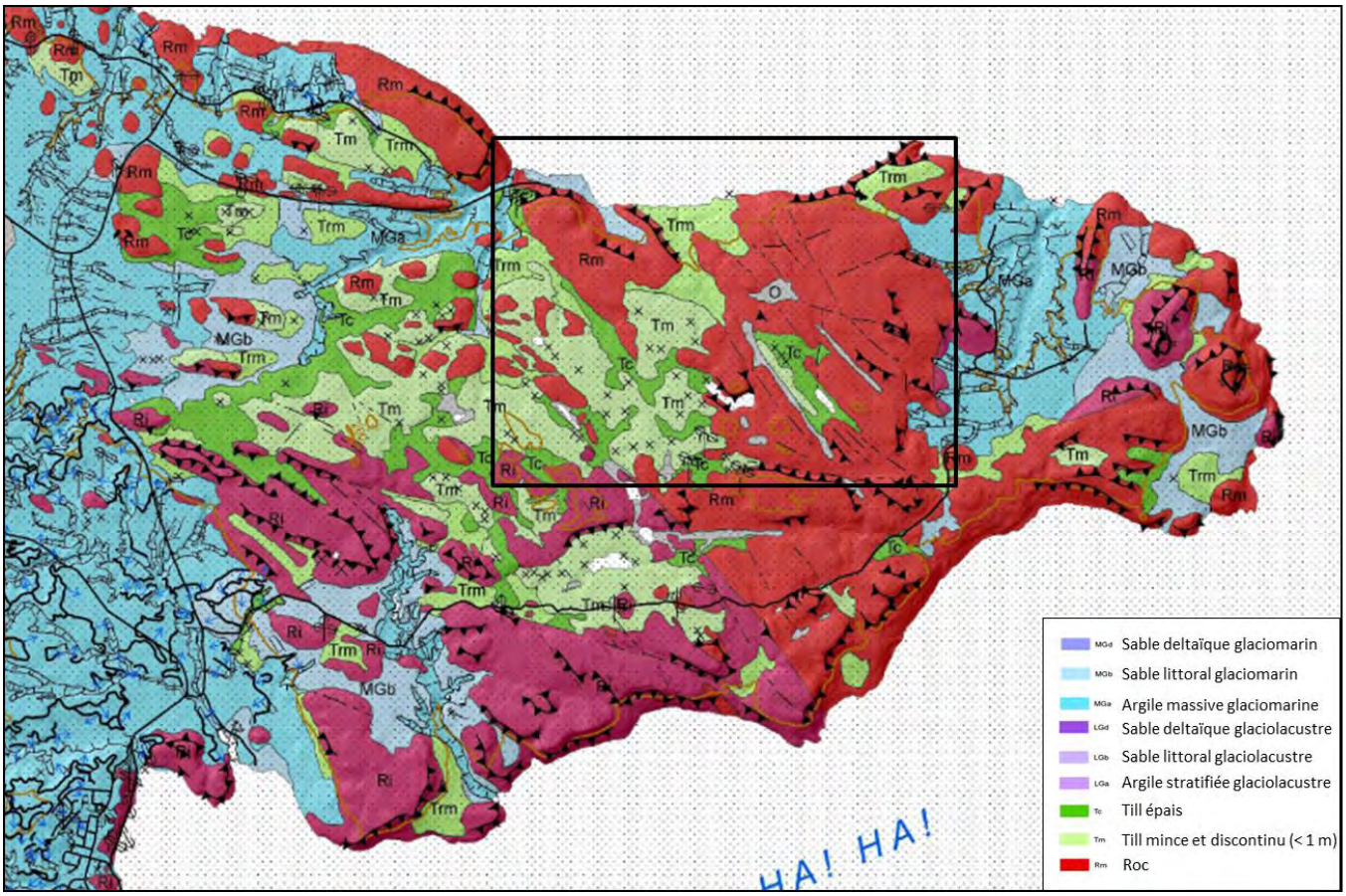


Figure 1 **Carte des dépôts de surface avec zone d'étude (Daigneault et al., 2011)**

3.1.3 ÉVOLUTION SPATIOTEMPORELLE DU LITTORAL

Près du site d'insertion du projet, la rive est essentiellement composée de roc hautement fracturé et de petites baies, où des accumulations de sables et gravier forment des plages étroites (WSP, 2018a). La rive est plutôt pauvre en sédiments meubles, suggérant que la majeure partie du transport sédimentaire régulier (non catastrophique) doit transiter par les zones plus profondes du Saguenay, ce qui porte à croire que l'impact de la dérive littorale sur la dynamique sédimentaire soit faible dans le secteur visé pour les installations portuaires.

3.1.4 DÉPÔTS MEUBLES CÔTIERS ET MARINS

Le fjord du Saguenay est constitué d'une succession de fosses profondes partiellement comblées par des dépôts quaternaires. Plus précisément, dans la zone d'étude, plus de 500 m d'épaisseur de sédiments recouvrent l'assise rocheuse du fjord entre Grande-Anse et la rive opposée (Praeg et Syvitski, 1991). L'unité sismostratigraphique en place témoigne d'événements associés aux épisodes sédimentaires catastrophiques reliés aux glissements de terrain en milieux terrestre et subaquatique, ainsi qu'à des épisodes de crues (WSP, 2018a).

Le roc observé sur le plateau côtier présente une surface très irrégulière qui s'incline grossièrement vers le nord-nord-est. En raison du contexte géologique structural, on estime que le substratum rocheux en milieu subaquatique soit de même nature lithologique que ce qui a été observé le long des rives de part et d'autre de la zone d'étude, soit des roches cristallines hautement fracturées d'âge précambrien (c.-à-d. anorthosite, granite et gneiss granitique [Seaforth Geosurveys, 2014]).

D'après les levés hydroacoustiques menés par Seaforth Geosurveys (2014), les sédiments qui occupent le plateau côtier sont essentiellement du till recouvert d'une couche plus récente d'alluvions fins (c.-à-d. silt-sableux avec un peu de gravier). Le till est plutôt uniforme, non trié et composé d'un mélange de sédiments ayant une forte teneur en argile avec une abondance de débris grossiers (c.-à-d. sables et graviers).

Dans la portion ouest de la zone d'étude, le talus est incisé par des ravins et des cicatrices de glissements causés par le décrochement de sédiments accumulés sur la pente supérieure (Seaforth Geosurveys, 2014). Vers l'est, la couverture de sédiments accumulés sur les pentes supérieures et médianes s'amincit et la pente devient plus abrupte. Les sédiments deviennent plus fins vers la base de la pente, passant d'un silt sableux à une argile silteuse. (Seaforth Geosurveys, 2014).

3.2 CLIMAT

3.2.1 NORMALES CLIMATIQUES

Situé dans l'unité de paysage Chicoutimi et Jonquière, le climat général de la zone d'étude est de type subpolaire, subhumide et continental (unité 59; Robitaille et Saucier, 1998). Le climat subpolaire se caractérise par une température moyenne annuelle variant de -6,0 °C à +4,15 °C, il est subhumide lorsque les précipitations varient de 800 à 1 360 mm et continental lorsque l'indice de continentalité (indice considérant les précipitations et l'altitude) varie de 50 à 62 % (Gauthier et Aubry, 1995). Le courant marin du Labrador est principalement responsable de la longueur de la saison froide et de la fraîcheur de l'été du secteur. En contrepartie, l'inertie thermique de l'estuaire maritime du Saint-Laurent maintient plus longtemps la chaleur des eaux de la côte à l'automne. (Environnement Canada, 1996)

Les normales climatiques de la zone d'étude se basent essentiellement sur les données météorologiques enregistrées entre 1981 et 2010, à la station de Bagotville A (Environnement Canada, 2018). Cette station est située à l'aéroport de Bagotville dans l'arrondissement La Baie de la Ville de Saguenay, soit à environ 15 km au sud-ouest du site du projet.

La température moyenne annuelle enregistrée à cette station est de 2,8º C. Le mois de janvier est le mois le plus froid, avec une température quotidienne moyenne de -15,7º C, tandis que le mois de juillet est le plus chaud, avec une température quotidienne moyenne de 18,4º C (WSP, 2018b).

Annuellement, la station de Bagotville a enregistré un total des précipitations moyen sous forme de pluie de 663,8 mm et de 321,7 cm sous forme de neige. Ceci équivaut à des précipitations totales annuelles de 930,6 mm. Les précipitations les plus importantes sont généralement enregistrées en juillet, alors que la période la plus sèche s'étend de janvier à mars (figure 2).

3.2.2 RÉGIMES DES VENTS

REVUE DES DONNÉES EXISTANTES

Les données éoliennes, enregistrées entre 1981 et 2010 à la station météorologique de Bagotville, indiquent que les vents dominants proviennent de l'ouest pour tous les mois de l'année, à l'exception du mois de mai où les vents soufflent de l'est (figure 3). La vitesse moyenne mensuelle du vent varie de 11,3 km/h en août à 16,8 km/h en avril (Environnement Canada, 2012). Les rafales extrêmes de vents proviennent de l'ouest et ont été enregistrées en décembre et en février, pour des vitesses de pointe instantanées atteignant 80 km/h.



Figure 2 **Normales climatiques mensuelles (1981 à 2010) enregistrées à la station de Bagotville A**

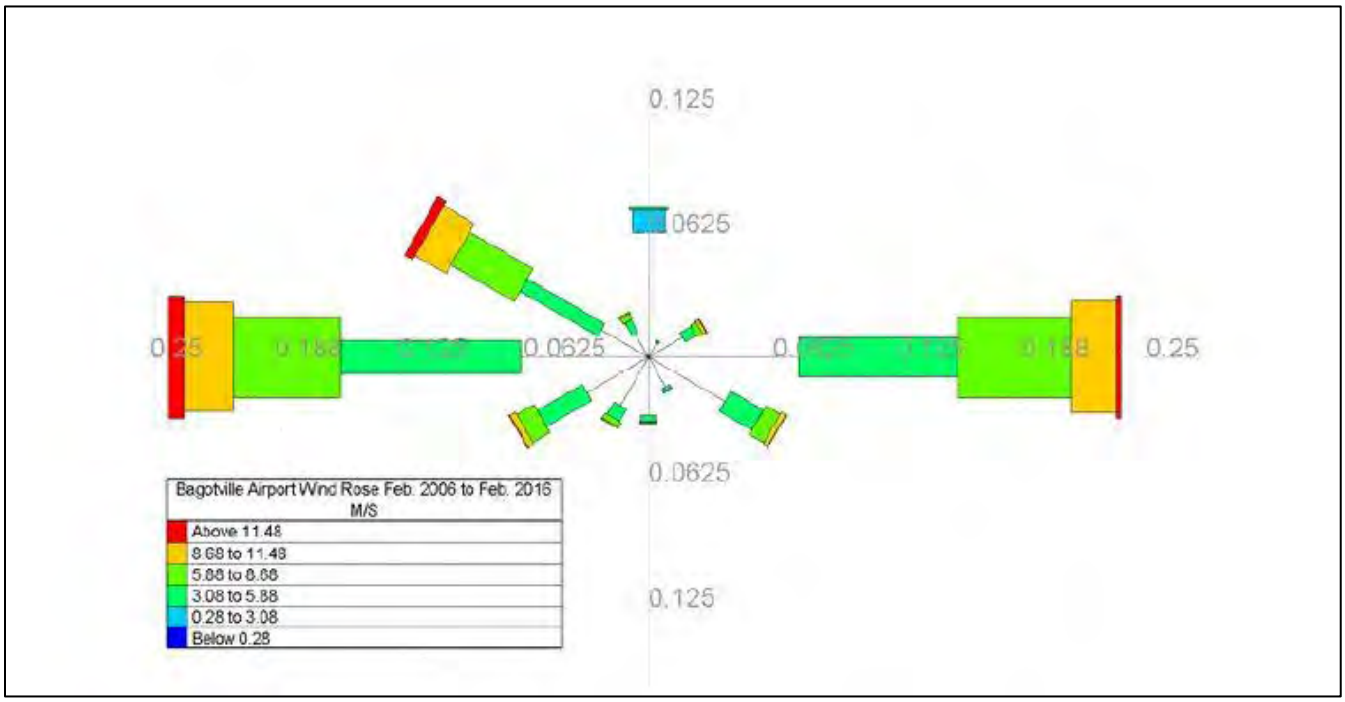


Figure 3 **Rose des vents– Station de Bagotville 2009-2016 (tiré de CNRC, 2016)**

À titre indicatif, une comparaison temporelle des données de vents de la station de Bagotville a également été effectuée (CNRC, 2016). Cet exercice, qui comparait les vents pour la période de 1971-2000 avec ceux d'une période plus récente, soit 2006-2016, a permis de conclure que les vitesses et les directions des vents dominants sont similaires au fil du temps. Les trois directions dominantes proviennent de l'ouest majoritairement, suivi de l'est et du nord-ouest (figure 3).

MODÈLE NUMÉRIQUE

Les données historiques des stations de mesures à proximité de la zone d'étude ont été utilisées afin d'effectuer une modélisation numérique des vents extrêmes dans le secteur d'intérêt. Cette modélisation effectuée par le CNRC intégrait, en plus des paramètres associés au vent, les données topographiques et les type d'utilisation du sol. Au total, 16 scénarios atmosphériques distincts ont été testés. Les résultats en provenance de ces modélisations ont permis de confirmer les vitesses de vents maximales observées à la station atmosphérique de Bagotville. Le modèle suggère en effet que les pics de vitesses de vents observés actuellement à cette station météorologique de l'aéroport de Bagotville seraient représentatifs de ce qui est retrouvé dans la zone d'étude (CNRC, 2016).

3.2.3 RÉGIME DES GLACES

REVUE DES DONNÉES EXISTANTES

L'évolution de l'étendue, de l'épaisseur et les déplacements du couvert de glace peuvent varier d'une année à l'autre, influencés par les vents dominants, la sévérité des températures hivernales et les chutes de neige. De façon générale, la rivière Saguenay est sous l'emprise des glaces entre décembre et mars et se trouve libérée de celles-ci entre avril et novembre (Boutin et al, 1979 dans OBVS, 2015). La couverture de glace s'épaissit à des taux variables selon les conditions climatiques (CRNC, 2016). Durant l'hiver, les navires commerciaux sillonnant ce secteur doivent donc être escortés par les brise-glace de la Garde côtière canadienne pour accéder aux ports du secteur.

Les images satellitaires (satellites : Sentinel2) ont été consultées afin d'illustrer la variabilité interannuelle de la couverture de glace dans le secteur à l'étude. L'analyse de ces images pour les deux derniers hivers (2017 et 2018) (figures 4 et 5) montre que la prise du couvert de glace a été plus tardive en 2017 que l'année suivante. De même, le départ des glaces a été plus tardif en 2017 qu'en 2018. Au droit du site à l'étude, le couvert de glace croit vers l'amont par accumulation et consolidation des radeaux de glace (figure 4b).

La revue des cartes de glace de la Garde côtière canadienne, effectuée par le CNRC (2016), indique la présence d'une forte concentration de glace en décembre (8 à 9+ sur une échelle de 10). Dans le secteur à l'étude, cette glace se retrouve sous forme de nilas (couche de glace mince et élastique, ondulant facilement sous les vagues et la houle), de glace grise (jeune glace de 10 à 15 cm d'épaisseur, moins souple que le nilas) et de nouvelle glace. Les conditions évoluent généralement sous forme de glace grise-blanche en janvier à de la glace de première année en février. C'est d'ailleurs en février que les plus grandes concentrations de glace ont été observées. En mars, les conditions sont très variables d'une année à l'autre. Pour ce mois, la zone d'étude peut être libre de glace ou en condition de glace intermédiaire selon les années. Les cartes documentent également la présence en mars de large radeau de glace à la dérive (1 à 4 km de large) pouvant constituer un risque pour les navires utilisant la voie navigable (CNRC, 2016). De plus, bien que les concentrations de glace soient habituellement faibles en avril, des probabilités demeurent que de la banquise côtière ainsi que des radeaux de glace à la dérive soient encore présents dans le secteur à l'étude à ce moment de l'année (CNRC, 2016).

En considérant toutes les données de mesures d'épaisseur du couvert de glace, enregistrées entre les années 1984 à 2002, les valeurs maximales et moyennes enregistrées dans la zone d'étude varient respectivement de 43 cm à 70 cm et de 26 cm à 43 cm. C'est à la station de mesure la plus près de l'emplacement du port projeté (station P29) que les valeurs maximales et moyennes les plus basses, concernant l'épaisseur du couvert de glace, sont observées (CNRC, 2016). Ceci peut s'expliquer par le fait que la station est située au centre de la rivière, soit à 1,6 km de la rive sud, dans une zone où le courant est plus important qu'en rive. Selon cette même étude, l'épaisseur maximale estimée pour la période de 1950 à 2015 (65 ans) serait de 75 cm pour la zone d'étude concernée par le présent rapport.

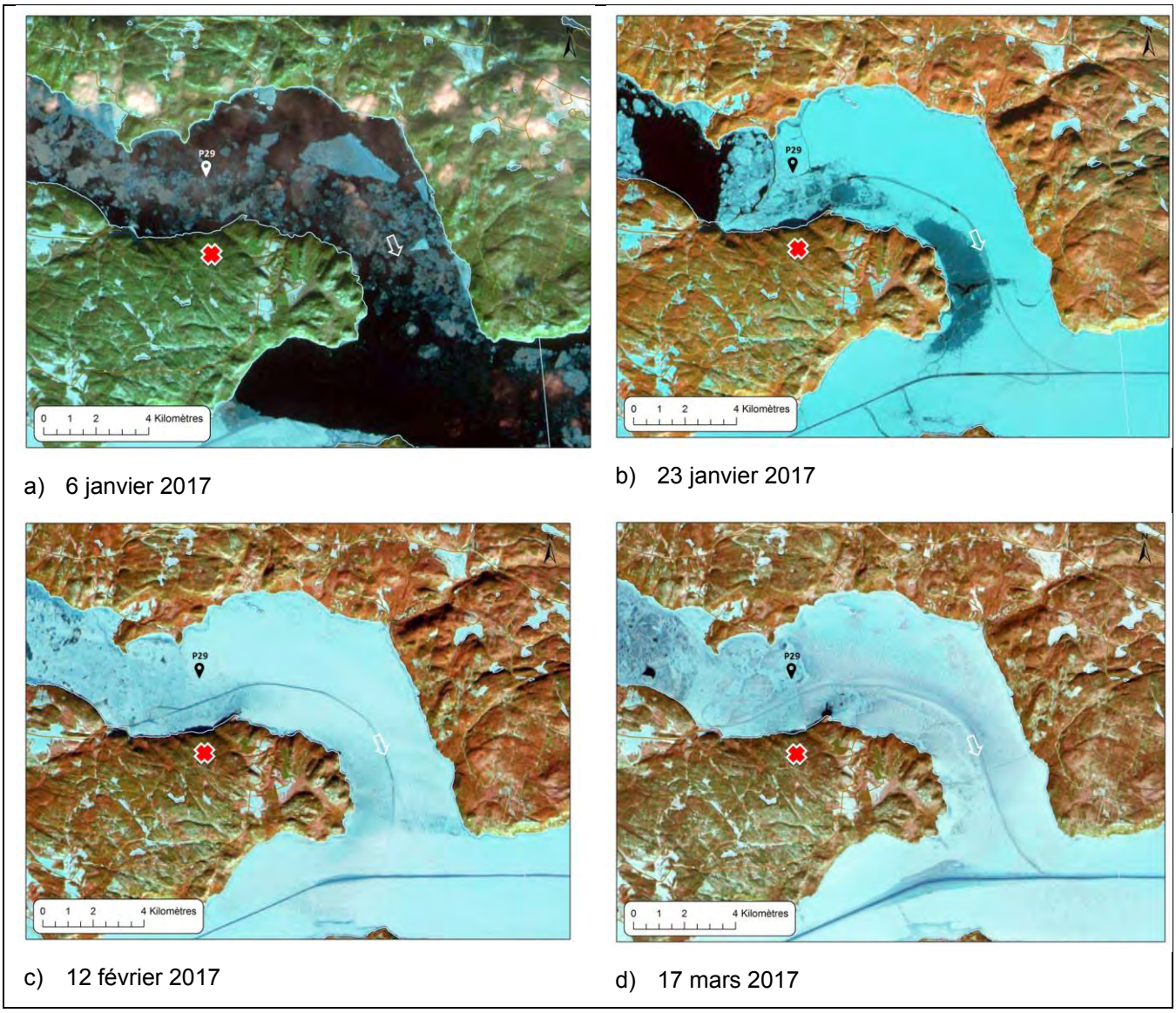


Figure 4 Extrait d'images satellitaires Sentinel2 pour l'hiver 2017

MODÈLE NUMÉRIQUE

Un modèle a été élaboré par le CNRC (2016) afin de prédire l'évolution de la pression exercée par la glace, ainsi que de sa concentration et de son épaisseur aux sites potentiels pour la construction du port dans le secteur à l'étude. Dans l'un des 11 scénarios modélisés, le modèle prédit une pression de la glace sévère exercée sur le site prévu par Énergie Saguenay pour la construction du port. Cette situation surviendrait, selon le modèle, lorsque la glace aurait une épaisseur de 0,43 m et une concentration de 95 %, avec un courant représentatif des conditions de crue survenant en mars. La simulation a été effectuée considérant des vents en provenance du nord-nord-est à une vitesse constante de 25 km/h. La simulation a roulé pendant 9,5 heures, où les glaces ont atteint un stade stable.

À ce stade de la simulation, la glace se trouve compactée contre la rive sud, le site prévu pour la construction du port d'Énergie Saguenay rencontrant des conditions de glace sévères, soit une concentration de près de 100 % avec une épaisseur variant de 0,9 à 1 m. La pression exercée serait alors considérée de forte (24 to 40 kN/m) à très forte (>40 kN/m).

Toutes les simulations effectuées suggèrent que les conditions de vents est le principal facteur entraînant des conditions de glace sévères au site prévu pour la construction du port. Des vents modérés ou forts, soufflant de manière soutenue et contre la rive, augmentent la sévérité des conditions de glace rencontrées. À l'inverse de l'action des vents, les courants ne semblent pas jouer un rôle prépondérant dans la création de conditions de glace sévères au site étudié. Lorsque le scénario étudié considérait seulement l'action des courants (scénario nº 1 dans CRNC, 2016), le couvert de glace demeurait stable, le chenal de navigation restait libre de glace et la pression des glaces demeurait faible tout au long de la région à l'étude.

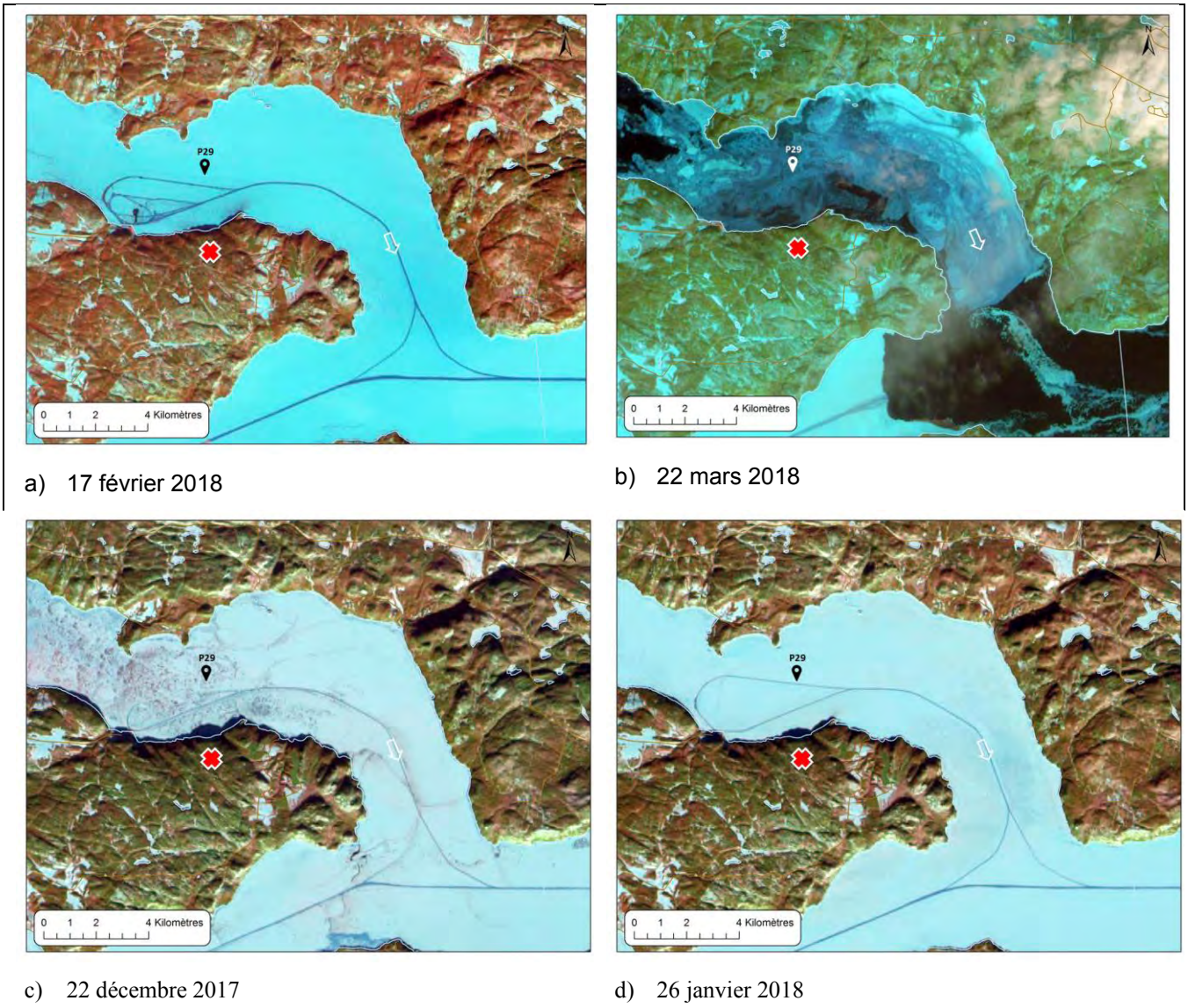


Figure 5 Extrait d'images satellitaires Sentinel2 pour l'hiver 2018

3.3 OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

3.3.1 BATHYMÉTRIE

Basée sur des relevés multifaisceaux de Locat et Lévesques (2009), la figure 6 montre les relevés du Saguenay supérieur incluant le Bras-Nord sur lequel est localisé le site à l'étude (secteur de Grande-Anse). Le Bras-Nord du Saguenay supérieur est caractérisé par des profondeurs d'eau significativement moins grandes (entre 100 à 150 m) relativement à celles du Saguenay moyen (environ 250 m). Le Bras-Nord représenterait l'une des principales zones d'accumulation de sédiments du Saguenay (Locat et Lévesque, 2009). Comme mentionné précédemment dans la section 3, le chenal principal est discontinu et plusieurs cicatrices de glissements sous-marins sont visibles, particulièrement sur la rive nord.

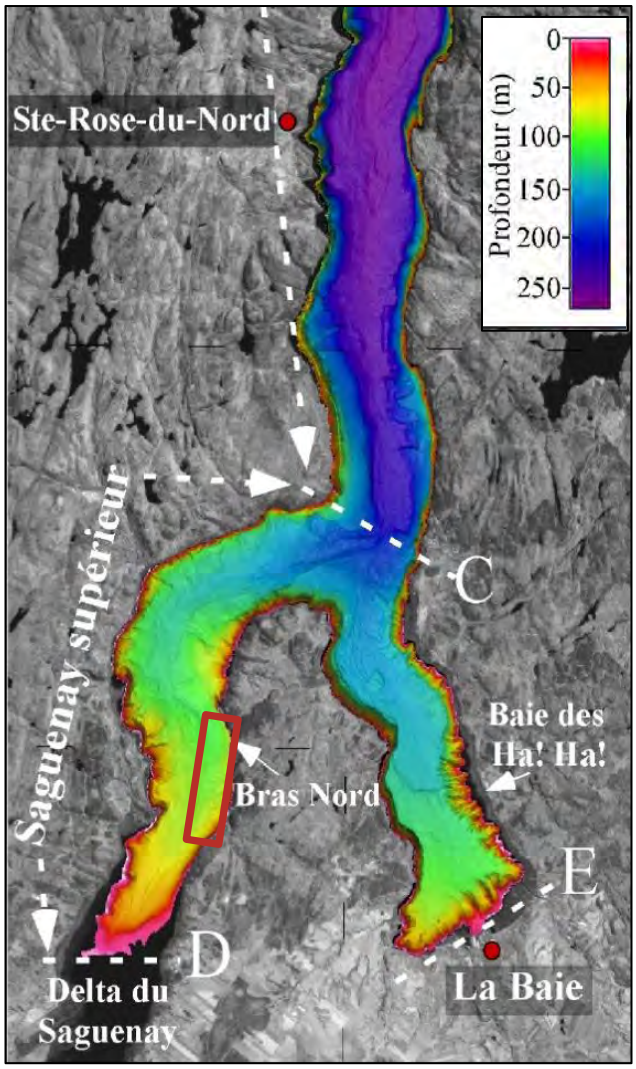


Figure 6 **Bathymétrie multifaisceaux du Saguenay supérieur comprenant le Bras-Nord et la baie des Ha! Ha! tiré de Locat et Lévesque (2009). La zone à l'étude de Grande-Anse est illustrée par le rectangle rouge.**

Des relevés bathymétriques multifaisceaux à plus haute résolution (lignes de levés aux 10-20 m) complétés par Seaforth Geosurveys sur le secteur à l'étude (figure 7 pour le secteur ouest et figure 8 pour le secteur est) révèlent la présence d'un plateau côtier relativement étroit le long du site à l'étude, s'étendant jusqu'à 10 m de profondeur (sous le zéro des cartes marines), où une brisure de pente nette dans la bathymétrie est notée. Entre 10 m et 70-80 m (sous le zéro des cartes marines), la pente de la bathymétrie est plus forte et se caractérise par la présence de cicatrices de glissements sous-marins et de ravins (moins dans le secteur est). À partir de la profondeur de 70-80 m (sous le zéro des cartes marines), la pente de la bathymétrie est fortement réduite et plus uniforme (figures 7 et 8). Il y a par endroits des zones d'accumulation de débris et de sédiments provenant de glissements sous-marins côtiers (figures 7 et 8).

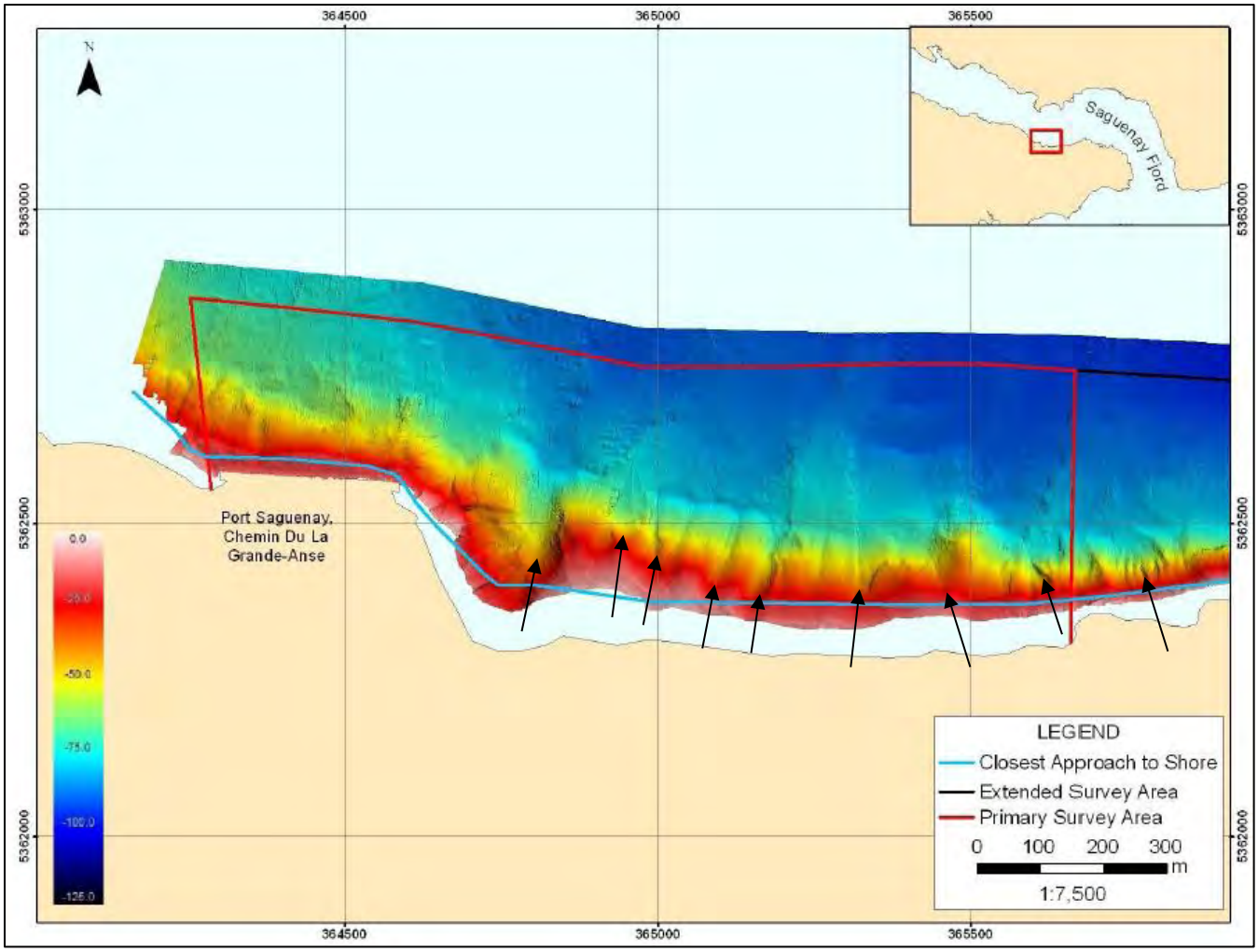


Figure 7 Bathymétrie multifaisceaux au voisinage du site à l'étude (flèches= accumulation suite aux glissements)

(Grande-Anse, secteur ouest) relevée en novembre 2014. Profondeurs entre 10 et 90 m sous le zéro des cartes marines (ZC). Figure tirée de Seaforth Geosurveys (2014).

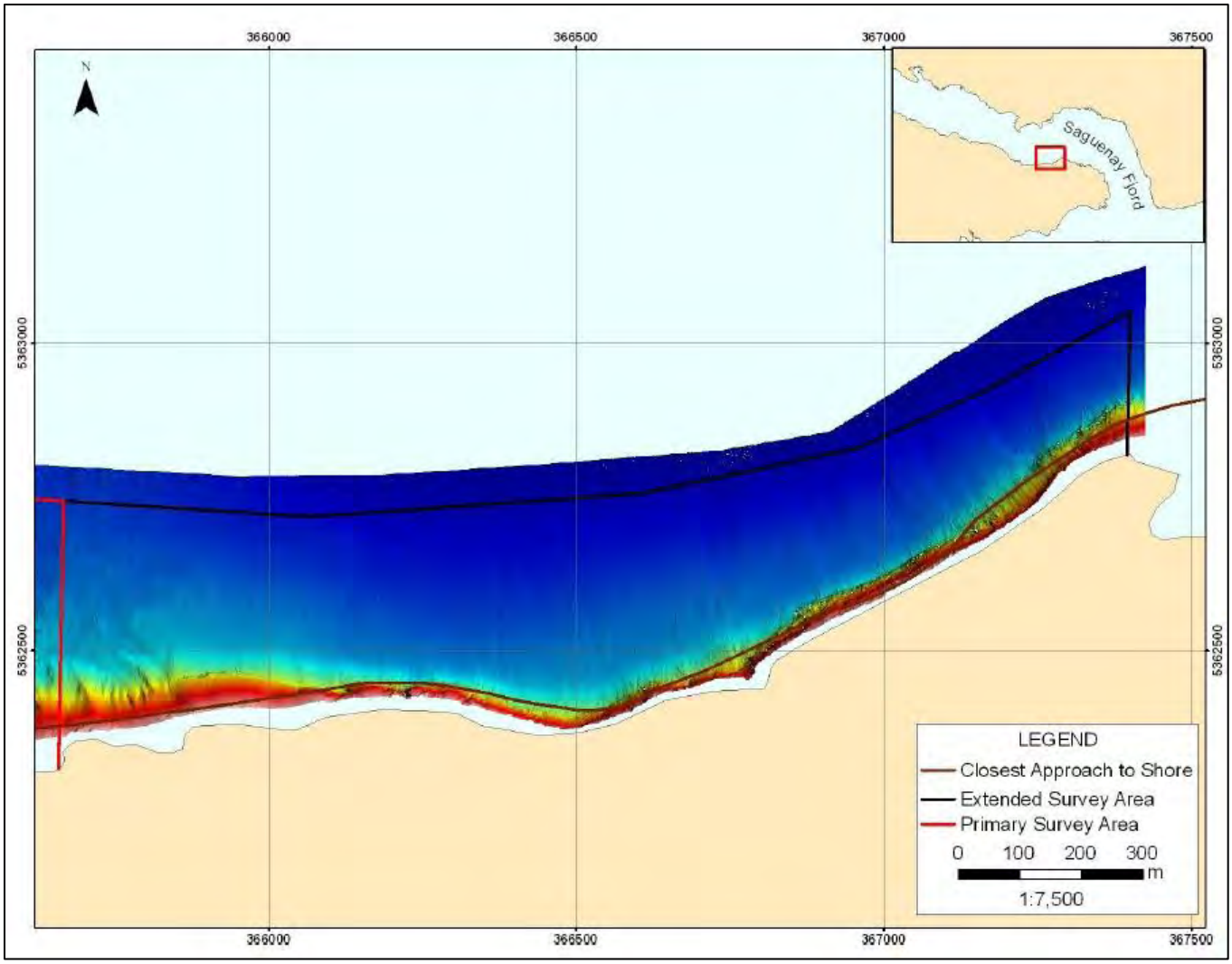


Figure 8 **Bathymétrie multi-faisceaux au voisinage du site à l'étude**

(Grande-Anse, secteur est) relevée en novembre 2014. Profondeurs entre 10 et 105 m sous le zéro des cartes marines (ZC). Figure tirée de Seaforth Geosurveys (2014).

3.3.2 MARÉES ET DÉBITS D'EAU DOUCE

Les niveaux d'eau du fjord du Saguenay sont influencés par une marée de type semi-diurne (deux cycles de marée par jour) entre son embouchure à Tadoussac et le barrage Shipshaw localisé en amont de la Ville de Saguenay (Gagnon, 1995). Les caractéristiques de la marée à la station marégraphique de Grande-Anse sont présentées au tableau 1. Le marnage est relativement important dans le fjord, soit d'environ 4 m de marée moyenne. En conditions de vives-eaux, ce marnage est de l'ordre de 6 m dans le secteur à l'étude (CNRC, 2016).

Les conditions hydrodynamiques du fjord du Saguenay sont également influencées par les apports hydrologiques de la rivière Saguenay. Le CNRC (2016) a compilé et analysé les débits d'eau douce des principaux tributaires de la rivière Saguenay en amont du site à l'étude (Chute-à-Caron, Rivière au Sable et Shipshaw) pour la période de 1972 à 2001. Le débit moyen combiné de ces tributaires pour cette période est de 1 310 m³/s. Les débits de crue extrêmes dépassent 6 000 m³/s (probabilité de dépassement de 1 % pour le débit de 6 493 m³/s).

Tableau 1 Caractéristiques de la marée à la station marégraphique de Grande-Anse (#3466). Niveaux de marée présentés par rapport au zéro des cartes marines (ZC).

Caractéristique de la marée	Valeur
Marnage – Grande marée [m]	6,5
Marnage – Marée moyenne [m]	4,1
Pleine mer supérieure de grande marée (PMSGM) [m, ZC]	6,4
Pleine mer inférieure de grande marée (BMIGM) [m, ZC]	-0,1
Pleine mer supérieure de marée moyenne (PMSMM) [m, ZC]	5,1
Pleine mer inférieure de marée moyenne (BMIMM) [m, ZC]	1,0
Niveau moyen de l'eau [m, ZC]	2,9

Source : Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans Canada.

3.3.3 VAGUES

Dans l'ensemble, le climat de vagues du fjord du Saguenay n'est pas très bien documenté. Aucune source de données de vagues n'a été trouvée pour le secteur de Grande-Anse. Néanmoins, considérant que les fetchs (distance la plus grande pouvant être parcourus par le vent, sans rencontrer d'obstacle sur un plan d'eau) sont relativement courts autour du site à l'étude (de l'ordre de 8 km au maximum dans les directions nord-ouest et est-nord-est), les conditions de vagues lors des périodes de forte agitation sont probablement limitées par ces fetchs. D'après le CNRC, comme mentionné précédemment dans la section 3.2.2, la provenance des vents dominants diffère selon la station météorologique analysée : vent d'ouest pour la station de Bagotville et vent nord-ouest pour la station Cap-Rouge. La position de la station Cap-Rouge près de l'Anse-Rouge fait en sorte que les vents qui y sont mesurés sont possiblement plus représentatifs des vents soufflants sur le Saguenay et susceptibles de générer des vagues. Dans ce contexte, il est possible de supposer que la provenance dominante des vagues dans le secteur à l'étude serait du nord-ouest.

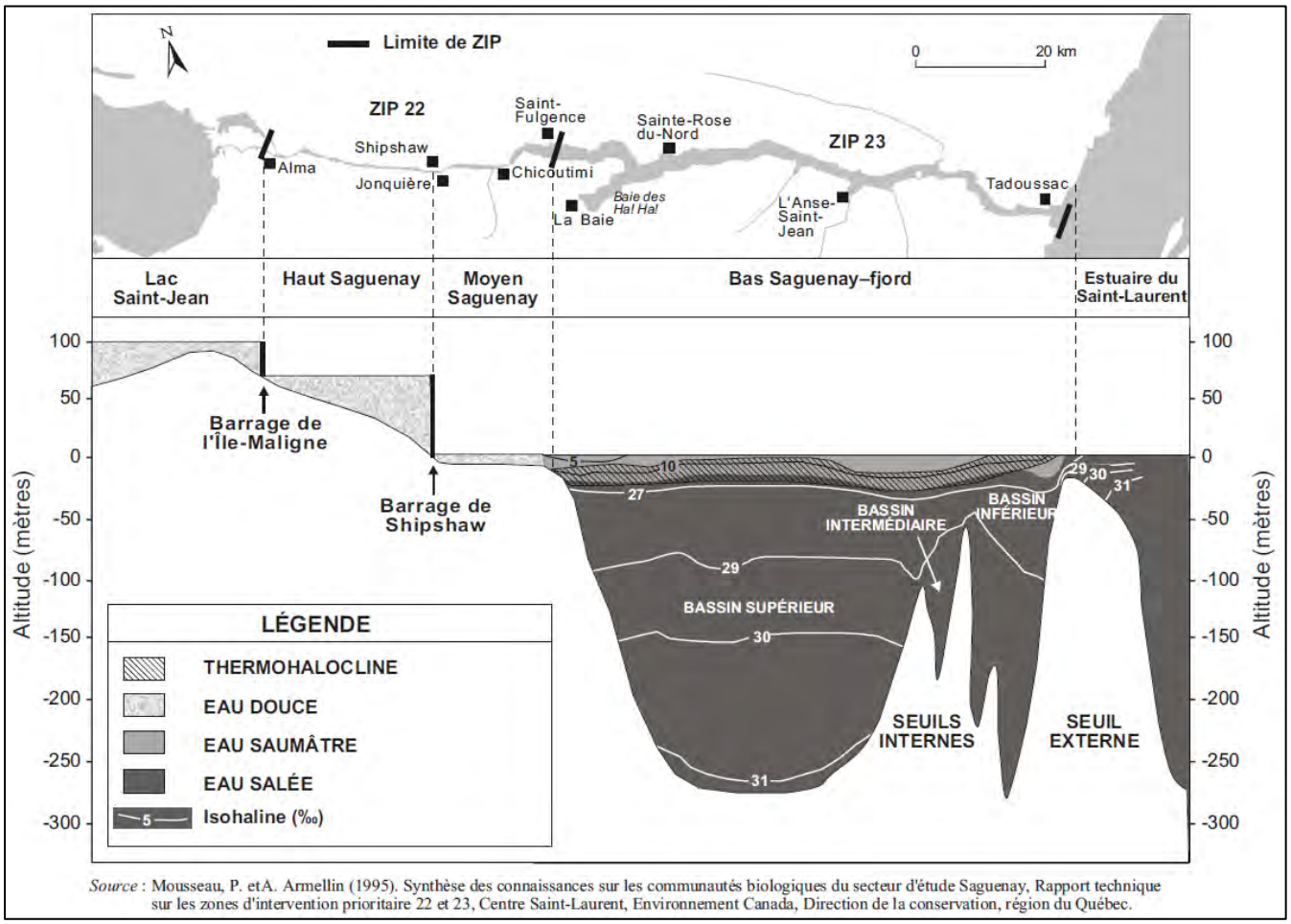
3.3.4 CIRCULATION ET COURANTOMÉTRIE

REVUE DES DONNÉES EXISTANTES

De Saint-Fulgence à Tadoussac, le Saguenay présente les caractéristiques intrinsèques des fjords. Cela influence directement la circulation des masses d'eau à l'intérieur de celui-ci. Le seuil peu profond situé à l'entrée du fjord du Saguenay (Tadoussac) agit comme une barrière qui retient les eaux estuariennes plus denses dans le bassin profond qui atteint près de 280 m de profondeur (Belzile et al. 2016).

À marée montante, les eaux denses de l'estuaire du Saint-Laurent qui remontent à la tête du chenal laurentien peuvent franchir le seuil et pénétrer à l'intérieur du fjord. La rencontre de ces eaux estuariennes (salées) avec les apports d'eau douce de la rivière Saguenay et de ces tributaires explique la stratification de la colonne d'eau observée à l'intérieur du fjord (figure 9).

À partir de Saint-Fulgence, la turbulence occasionnée par la propagation des ondes de marée combinée à la réduction de la profondeur du fjord contribue au mélange du débit fluvial d'eau douce du Saguenay avec les eaux salées en provenance de l'estuaire du Saint-Laurent pour former une couche d'eau saumâtre en surface d'environ 10-15 m d'épaisseur (Gagnon, 1995). Cette couche de surface se maintient au-dessus de l'épaisse couche d'eau salée estuarienne plus dense qui occupe plus de 90 % du volume du fjord.



Source : Mousseau, P. etA. Armellin (1995). Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du secteur d'étude Saguenay, Rapport technique sur les zones d'intervention prioritaire 22 et 23, Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, Direction de la conservation, région du Québec.

Figure 9 Distribution des masses d'eau dans le fjord du Saguenay. Figure tirée de Gagnon (1995).

La couche d'eau saumâtre s'écoule vers l'embouchure du fjord dans l'estuaire du Saint-Laurent. Même à marée montante, cette couche supérieure tend à maintenir son sens d'écoulement dans la direction aval du Saguenay, alors qu'un courant dirigé vers l'amont est induit dans la couche profonde d'eau salée (CNRC, 2016). L'importante stratification de la colonne d'eau dans le secteur de Grande-Anse est perceptible sur les profils de salinité effectués par le CNRC (2016) en octobre 2015, comme présentés à la figure 10. En effet, en surface, la salinité de l'eau est de l'ordre de 5 PPT (voir au-dessus de la thermocline, figure 10) alors qu'elle dépasse 25 PPT (sous la thermocline, figure 10) à partir de 15 m de profondeur.

Dans le cadre de l'étude du CNRC, des vitesses de courant ont été récoltées au voisinage du site à l'étude à l'aide d'un courantomètre ADPC par WSP. La figure 11 présente la série temporelle des courants de surface mesurés à Grande-Anse du 27 au 29 octobre 2015. Les vitesses de courant mesurées en surface ont varié entre 0,04 et 0,54 m/s en fonction des cycles de marée.

MODÈLE NUMÉRIQUE

Le CNRC s'est servi des vitesses de courant mesurées pour calibrer un modèle hydrodynamique 3D de la rivière Saguenay entre le secteur de Shipshaw et l'estuaire du Saint-Laurent. Quatre scénarios de débits, combinés à des cycles de marées de mortes-eaux et de vives-eaux, ont été simulés afin d'évaluer les variations des conditions hydrodynamiques aux sites d'intérêt (figure 12).

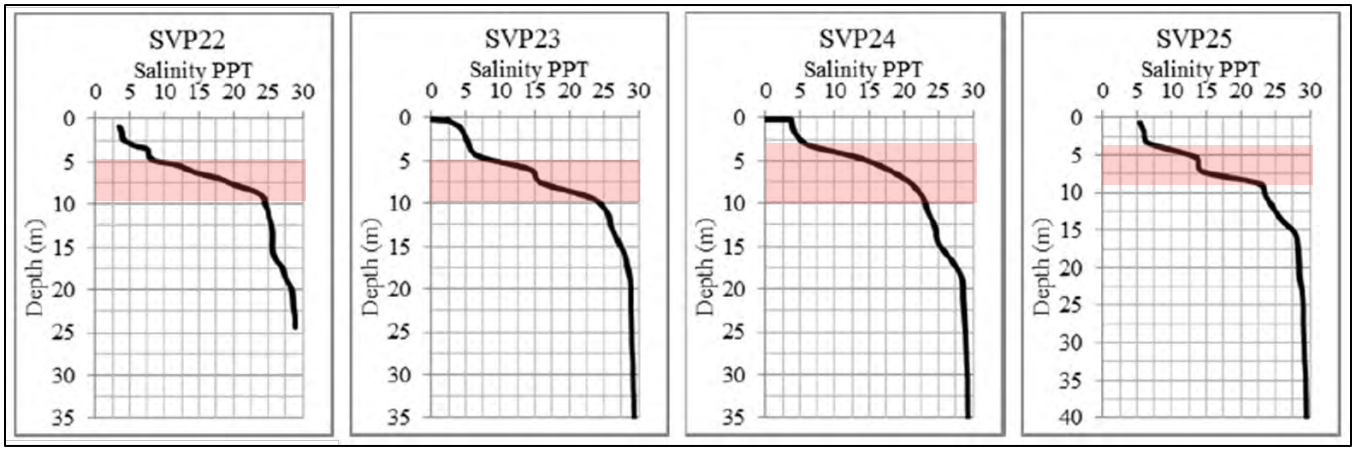


Figure 10 **Profils de salinité relevés dans le secteur de Grande-Anse le 15 octobre 2015 par le CNRC (2016) (thermohaline identifiée en rouge).**

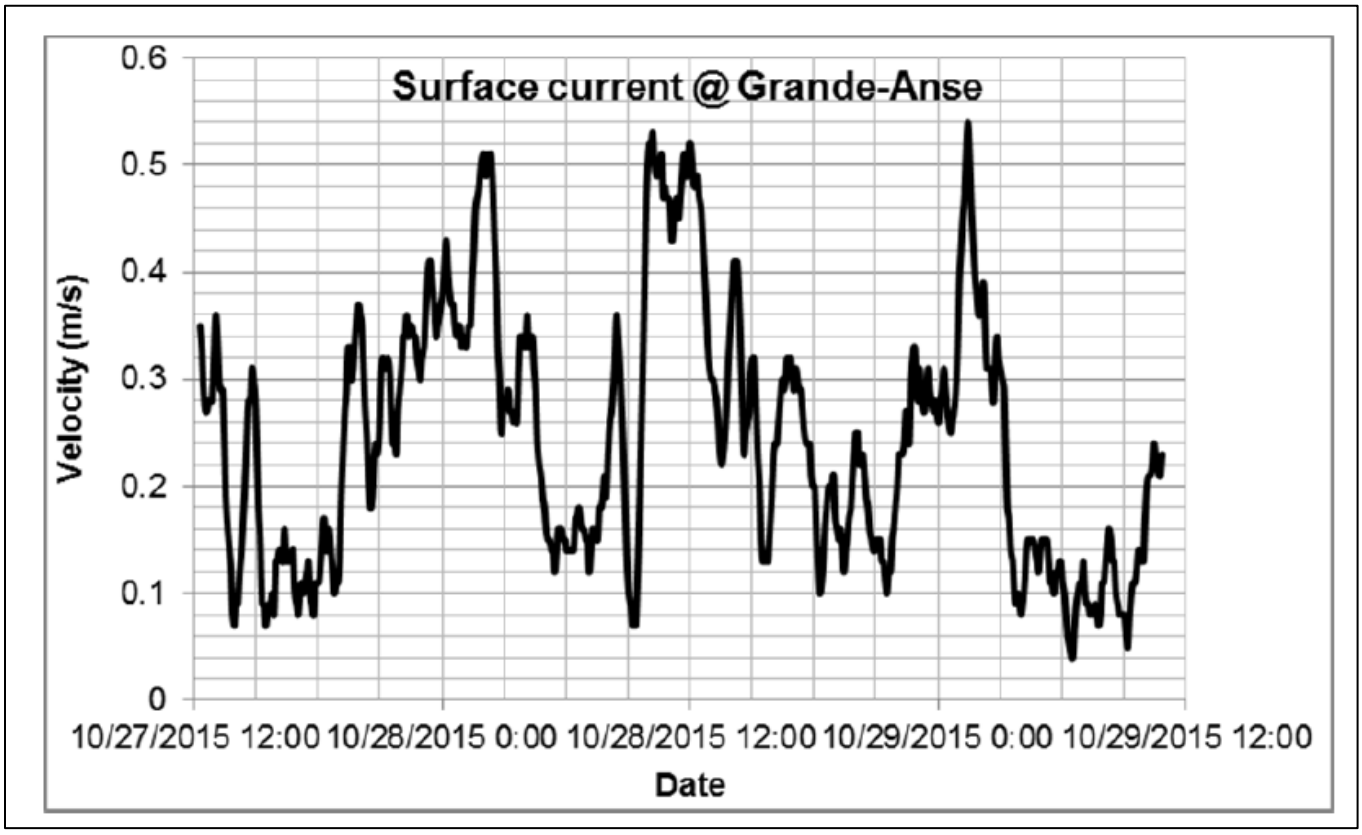


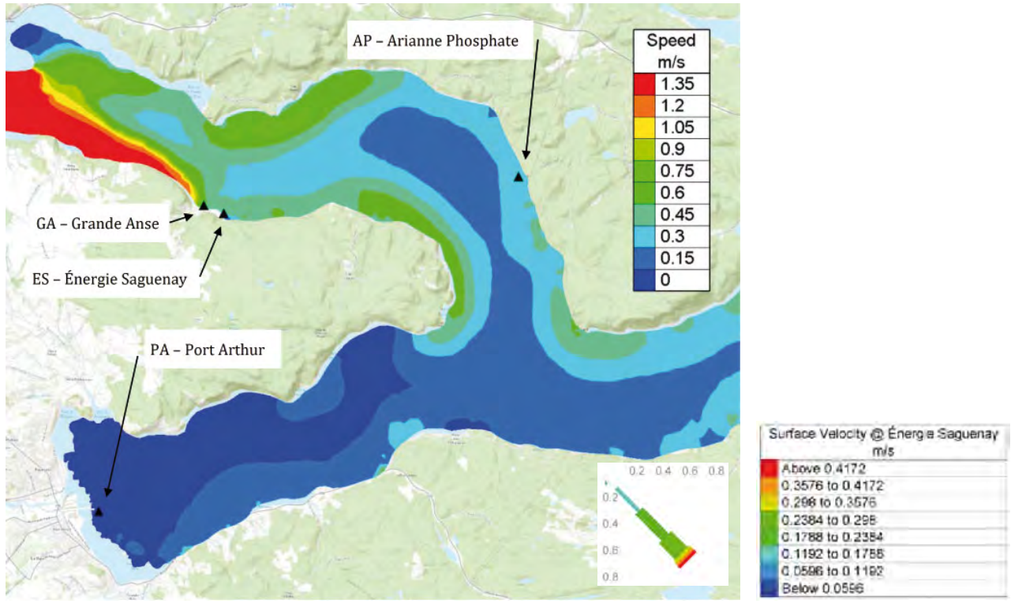
Figure 11 **Vitesses de courant en surface mesurées à Grande-Anse du 27 au 29 octobre 2015 par le CNRC (2016).**

L'interprétation des résultats des simulations par le CNRC (2016) a permis de constater que les courants de surface et la circulation générale au site d'Énergie Saguenay est dépendante du marnage, de la phase de la marée (flot ou jusant) et du débit fluvial de la rivière Saguenay. Les courants les plus forts surviennent au jusant des marées de vives-eaux, plus particulièrement lorsque le débit fluvial est important. Au flot (marée montante), il n'y a pas inversion des courants de surface au site à l'étude, mais les vitesses d'écoulement sont réduites. C'est en effet ce que démontrent les roses des courants de surface pour le secteur ES - Énergie Saguenay, et ce, pour les quatre scénarios modélisés (figure 12). Les courants de surface sont toujours orientés vers le quadrant sud-est, soit en direction aval. La figure 12 présente également les courants de surfaces maximums associés à chacun des quatre scénarios modélisés. Les courants de surface au voisinage du site à l'étude (ES – Énergie Saguenay) sont maximums pour le scénario 1 (crue annuelle moyenne), atteignant des vitesses variant entre 0,45 et 0,6 m/s. Pour les autres scénarios modélisés, les courants de surface ont des vitesses maximales réparties entre 0,3 et 0,45 m/s. Le tableau 2 présente les probabilités de dépassement des vitesses de courants de surface pour les quatre scénarios. Il est possible de constater que les vitesses des courants de surface augmentent directement en fonction des débits fluviaux. En condition de crue annuelle moyenne (scénario 1), la probabilité de dépassement des vitesses des courants de surface supérieurs à 0,45 m/s est très faible soit de 2,5 %.

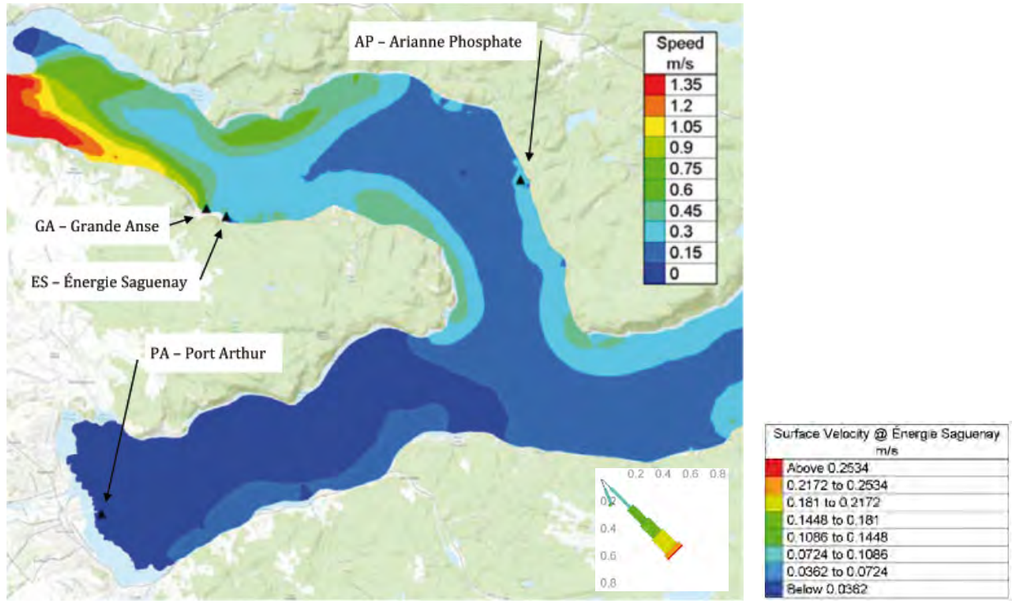
Tableau 2 Probabilité de dépassement des vitesses de courants de surface au site Énergie Saguenay (ES) pour les 4 scénarios simulés par le CNRC (2016).

	Vitesse de courant de surface (m/s)			
Scénario	**1**	**2**	**3**	**4**
Apport d'eau douce (m^3/s)	4297	1907	1244	1120
Probabilité de dépassement (%)				
97,5%	0,08	0,04	0,03	0,03
90%	0,10	0,06	0,04	0,04
50%	0,19	0,11	0,09	0,09
10%	0,28	0,20	0,18	0,18
2,5%	0,42	0,23	0,24	0,28

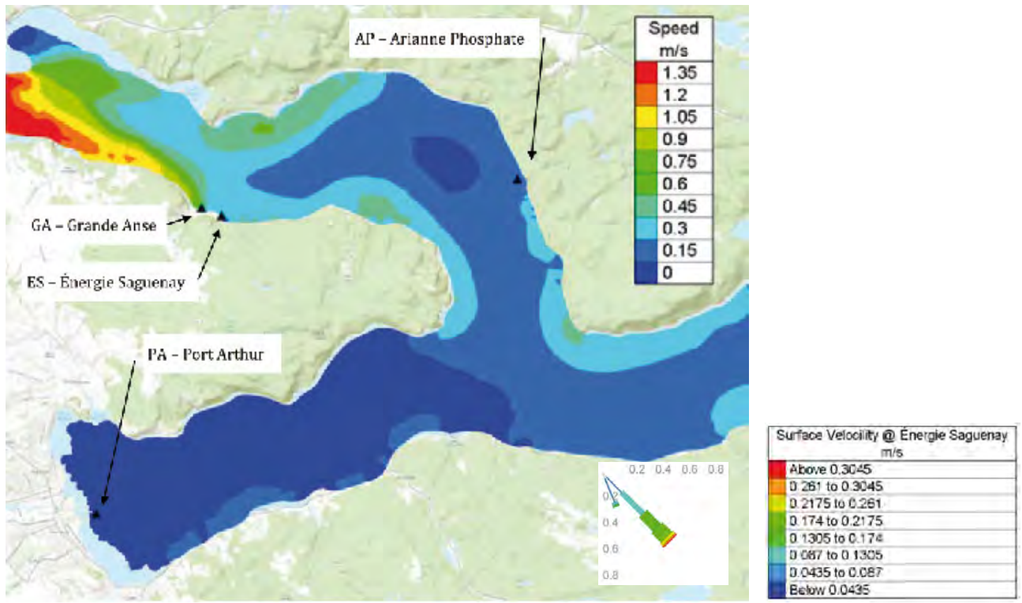
À l'aide de leur modèle hydrodynamique 3D de la rivière Saguenay, le CNRC (2016) a été en mesure d'observer des variations significatives des courants en fonction de la profondeur aux secteurs étudiés. En effet, il y a inversion de la direction des courants selon la phase de la marée (flot ou jusant) à partir de la mi-profondeur environ. Cette observation, tirée du modèle, confirme le patron général de circulation des masses d'eau à l'intérieur du fjord du Saguenay.



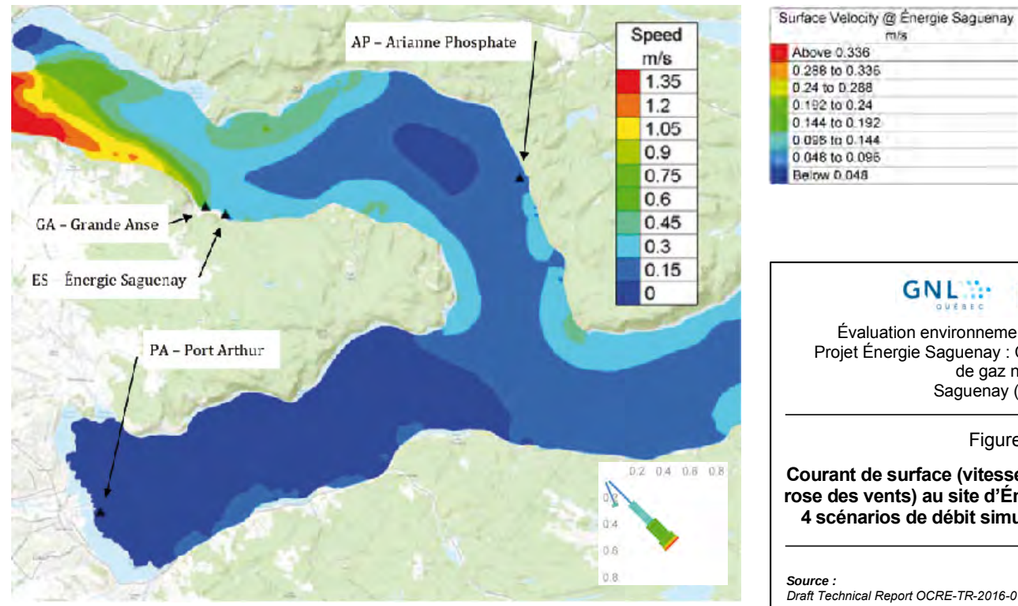
Scénario 1



Scénario 2



Scénario 3



Scénario 4

GNL Québec — Énergie Saguenay

Évaluation environnementale de site - Phase I
Projet Énergie Saguenay : Complexe de liquéfaction de gaz naturel
Saguenay (Québec)

Figure 12

Courant de surface (vitesse de courant maximale et rose des vents) au site d'Énergie Saguenay pour les 4 scénarios de débit simulés par le CNRC (2016)

Source :
Draft Technical Report OCRE-TR-2016-017, NRC CNRC, juin 2016

Fichier : 161_00666_00_f1_Scenarios_wspq_180501.mxd

Mai 2018
Projet : 161-00666-00

wsp

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELZILE, M., GALBRAITH, P.S. et BOURGAULT, D. 2016. Water renewals in the Saguenay Fjord. Journal of Geophysical Research : Oceans, Vol. 121(1), pp. 638-657.
- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE CANADA (CNRC-NRCC) 2016. *Current, Wind and Ice Dynamics in the Upper Saguenay Fjord*. Technical Report OCRE-TR-2016-017 NRC Ocean, Coastal and River Engineering. 118 pages.
- DAIGNEAULT, R.-A., COUSINEAU, P.A., LEDUC, É., BEAUDOIN, G., MILETTE, S., HORTH, N., ROY, D.W., LAMOTHE, M. et ALLARD, G. 2011. *Cartographie des formations superficielles réalisée dans le territoire municipalise du Saguenay – Lac-Saint-Jean (Québec) entre 2009 et 2011*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. MB2011-11.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1996. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du secteur d'étude Estuaire maritime : rapport technique, zone d'intervention prioritaire 18. Centre Saint-Laurent, Québec. 172 p.

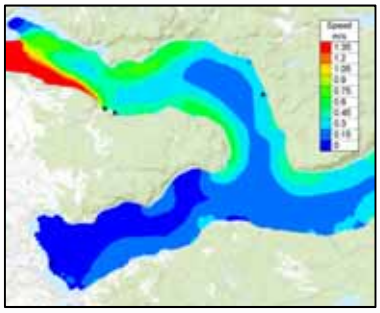
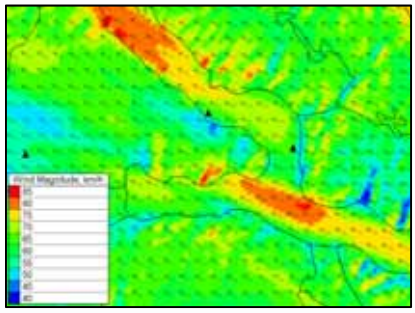
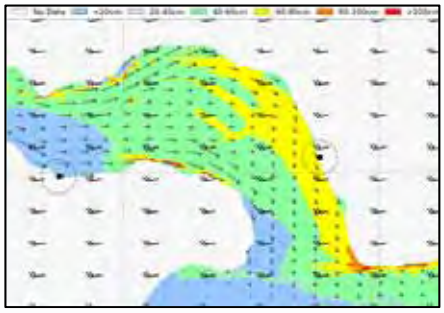
  ENVIRONNEMENT CANADA 2018. Données des stations pour le calcul des normales climatiques au Canada de 1981 à 2010. Stations Bagotville A et Sainte-Rose-du-Nord. En ligne : http://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html consulté le 16 mars 2018.
- GAGNON, M. 1995. Bilan régional – Secteur du Saguenay – Zones d'intervention prioritaire (ZIP) 22 et 23. Édité par M.-J. AUCLAIR, Centre Saint-Laurent, Environnement Canada région du Québec, Décembre 1995.
- GAUTHIER, G et Y. AUBRY, 1995. *Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Publié en collab. avec la Société québécoise de protection des oiseaux et le Service canadien de la faune, Environnement Canada, Région du Québec
- LOCAT, J. et LÉVESQUE, C. 2009. Le fjord du Saguenay : une physiographie et un registre exceptionnels. Revue des Sciences de l'eau, Volume 22, numéro 2, pp. 135-157.
- OBVS 2015 : Organisme du bassin versant du Saguenay. Plan directeur de l'eau. Des bassins versants du Saguenay.
- PRAEG, D.B. et SYVITSKI, J.P.M. 1991. *Marine geology of Saguenay Fjord*. Commission géologique du Canada, Open File, 2395, 14 feuillets.
- ROBITAILLE, A et SAUCIER, J.-P., 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional.* Direction de la gestion des stocks forestiers et Direction des relations publiques du Ministère des Ressources naturelles du Québec. 213 pages et annexes.
- SEAFORTH GEOSURVEYS. 2014. *Hydrographic & Geophysical seismic subbottom marine surveys, Saguenay Fjord, Quebec*. Marine Survey Report. Prepared for GNL Quebec inc. 43 p.
- SIGEOM, 2016. Énergie et Ressources Naturelles Québec. Système d'informations géominières du Québec. Carte interactive. [En ligne] http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1108_afchCarteIntr Page consultée en novembre 2016
- WSP 2018a. PROJET ÉNERGIE SAGUENAY. RAPPORT SECTORIEL | HYDROSÉDIMENTOLOGIE - GLACE ET OCÉANOGRAPHIE. Rapport produit pour GNL QUÉBEC INC.. 19 pages.
- WSP 2018b. PROJET ÉNERGIE SAGUENAY. RAPPORT SECTORIEL | HYDROSÉDIMENTOLOGIE - GLACE ET OCÉANOGRAPHIE. Rapport produit pour GNL QUÉBEC INC.. 11 pages.

ANNEXE

A ÉTUDE DU CRNC

NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA

Current, Wind and Ice Dynamics in the Upper Saguenay Fjord

Andrew Cornett, Hossein Babaei, David Watson, Julien Cousineau, Vahid Pilechi
NRC Ocean, Coastal and River Engineering
Draft Technical Report OCRE-TR-2016-017
June 2016

National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada
Canada

ABSTRACT

The Saguenay Fjord is a complex and dynamic body of water where freshwater and seawater combine, mixed by the tides. The fjord is notable for its complex and strongly-stratified flows, with freshwater at the surface flowing over denser seawater at lower depths. During winter a stable ice cover forms over the upper part of the fjord, and commercial ships accessing port facilities in Chicoutimi, Port Alfred, and other locations further upstream are escorted by ice breaking vessels operated by the Canadian Coast Guard. In most years, the ice cover weakens, breaks up, and is swept downstream during mid-March. Ice breaking vessels are normally deployed to initiate and assist with the ice clearing operations. The objective of this study was to investigate, by means of numerical simulations, the local winds, surface currents, ice conditions and ice dynamics in the upper Saguenay Fjord, with a special focus on three sites of interest, to support the planning and design of new marine facilities and their operation.

The development and application of a three-dimensional numerical model of the hydrodynamics in the Saguenay Fjord is described. Development, calibration and validation of the 3D hydrodynamics model is guided by analysis of available data on the tides, the freshwater inflow to the fjord, the salinity profiles at several locations, and velocity data measured near Grande Anse. Simulation results from four different 15-day simulations are presented and described, each spanning a full Spring-Neap tide cycle combined with four different freshwater inflows.

Near-ground wind conditions in the upper fjord region are investigated by reviewing and analysing historical wind data recorded at two locations, and through application of the AnemoScope® wind modelling system. AnemoScope® is used to estimate the spatially varying ground-level wind fields due to 16 different extreme atmospheric states or conditions. The set-up of the wind model and the simulation results are documented and discussed.

Four different approaches are used to characterize ice conditions in the upper Saguenay fjord: review of ice charts published by the Canadian Ice Service; review of Landsat satellite imagery, review of available ice thickness data; and estimation of ice thickness from temperature data. The methodology and results of each approach are described and summarized.

A sophisticated ice dynamics model has been set-up and applied to study ice dynamics in the upper Saguenay Fjord for eleven different scenarios spanning a range of moderate and extreme conditions. The model predicts the evolution of ice pressure, ice concentration and ice thickness subject to forcing by the ground-level wind and near-surface water current. The set-up of the ice dynamics model and the simulation results for each scenario are presented and discussed, with a focus on the three sites of interest.

This study has generated an improved understanding of hydrodynamic, aerodynamic and ice dynamic processes in the upper Saguenay Fjord region, and has produced a large quantity of useful information on the water currents, wind conditions, ice conditions and ice dynamics throughout the upper fjord and at three sites of interest. The outputs from this study can be used by the project sponsors as they move forward with the planning and design of new port facilities, and with the assessment of potential environmental impacts. The numerical models that have been developed remain available to support and inform future planning, design and assessment studies.

TABLE OF CONTENTS

Page

Abstract ..... **i**
Table of Contents ..... **ii**
List of Tables ..... **iv**
List of Figures ..... **v**
1 Introduction **1**
1.1 Project Background 1
1.2 Site Description 3
1.3 Terms of Reference 5
1.4 Objectives and Methodology 5
1.5 Report Outline 6
2 Hydrodynamic Modelling **7**
2.1 Background 7
2.2 Observed Tides, River Discharge, Currents and Salinity 8
2.2.1 River Discharge *8*
2.2.2 Tides *10*
2.2.3 Surface Current *11*
2.2.4 Salinity Profiles *13*
2.3 Telemac Modelling System 16
2.4 Hydrodynamic Model Setup 17
2.4.1 Coordinate System and Datum *17*
2.4.2 Computational Grid *17*
2.4.3 Bathymetry *19*
2.4.4 Boundary Conditions and Initial Conditions *20*
2.5 Model Calibration and Validation 22
2.5.1 Calibration *22*
2.6 Validation 25
2.7 Scenario Definition 27
2.8 Simulation Results 27
2.8.1 Scenario 1 ..... *28*
2.8.2 Scenario 2 ..... *33*
2.8.3 Scenario 3 ..... *37*
2.8.4 Scenario 4 ..... *41*
2.9 Summary and Conclusions 44
3 Wind Modelling and Characterization **48**
3.1 Introduction 48
3.2 Measured Wind Data 48
3.2.1 Bagotville Airport Station *49*

3.2.2 Cap-Rouge Station 51
3.3 Numerical Modelling of Extreme Winds 51
3.3.1 AnemoScope© Model Set-up 52
3.3.2 Scenario Definition 55
3.3.3 AnemoScope© Model Results 56
4 Characterization of Ice Conditions 61
4.1 Introduction 61
4.2 Review of ice charts 61
4.2.1 Ice conditions in December 62
4.2.2 Ice conditions in January 62
4.2.3 Ice conditions in February 62
4.2.4 Ice conditions in March 62
4.3 Review of Landsat Imagery 65
4.4 Review of ice thickness data 71
4.5 Estimation of ice thickness from temperature data 73
5 Ice Dynamics Modelling 74
5.1 Introduction 74
5.2 Model Set-up 74
5.2.1 Grid Set-up 74
5.2.2 Initial Ice conditions 75
5.2.3 Hydrodynamic forcing 77
5.2.4 Wind forcing 79
5.2.5 Calibration of the Set-up 80
5.2.6 Model Simulation Parameters 81
5.3 Scenario Definition 81
5.4 Simulation Results 83
5.4.1 Westerly wind- Scenario 6 83
5.4.2 North-Northeast wind- Scenario 10 86
5.5 Summary and Conclusion 88
6 References and Bibliography 91
Appendix 1 93
Appendix 2 95
Appendix 3 107

LIST OF TABLES

Page

Table 1 : Period of available discharge data from different sources.... 8
Table 2: Summary of measured salinity profile data. 14
Table 3 : Specifications for selected scenarios....27
Table 4 : Reference sites for presentation of simulation results. 28
Table 5. Surface current speed near Grande Anse for Scenarios 1-4. 46
Table 6. Surface current speed near the Énergie Saguenay site for Scenarios 1-4. 47
Table 7. Surface current speed near the Arianne Phosphate site for Scenarios 1-4. 47
Table 8. Surface current speed near Port Alfred for Scenarios 1-4. 47
Table 9. Summary statistics by month for Bagotville Airport (source: Environment Canada). 50
Table 10. Cross-walk table for converting original land cover ID's to the ID's required by AnemoScope©.54
Table 11. Roughness values and land cover description for roughness classes 1-26. 55
Table 12. Summary of sixteen extreme atmospheric states selected for wind modelling....56
Table 13. Summary of AnemoScope© model predictions of wind speed and direction at proposed port locations and Bagotville Airport for 16 extreme atmospheric states 57
Table 14: Scenarios adopted for ice dynamics modelling. 81
Table 15. Initial conditions, environmental forcing and exceedance probabilities for Scenarios 1-11. 82
Table 16: Ice model results after 5 hours....89
Table 17: Ice model results at end of simulation. 89

LIST OF FIGURES

Page

Figure 1. Grande-Anse Marine Terminal. 1
Figure 2. Study area and location of three sites. 2
Figure 3. General layout of the proposed loading wharf (courtesy Portha). 2
Figure 4. Proposed loading wharf, x-section B (courtesy Portha). 3
Figure 5. Photos of the north-east shoreline in the study area (courtesy Portha). 3
Figure 6. Saguenay Fjord regional map 4
Figure 7. General circulation in the Saguenay Fjord (http://www.virtualmuseum.ca) 4
Figure 8. Sketch of the general circulation and stratification in the Saguenay Fjord (source: http://parcmarin.qc.ca). 7
Figure 9: Map of upstream freshwater inflow sources 9
Figure 10. Saguenay River discharge at Shipshaw from 1972 - 2001. 9
Figure 11: Flow-duration curve of freshwater inflow for 1972 to 2012 10
Figure 12: Location of the available tidal stations 11
Figure 13: Observed tides at Tadoussac and Port Alfred, 15-30 October 2015. 11
Figure 14 : Location of ADCP data (yellow circles denote mobile survey points, red circle denotes stationary deployment). 12
Figure 15 : Raw data from stationary ADCP deployment near Grande Anse. 12
Figure 16 : Near surface current estimated from ADCP data near Grande-Anse 13
Figure 17: Location of the salinity profile measurements. 14
Figure 18: Salinity profiles SVP01-SVP14. 15
Figure 19: Salinity profiles SVP15-SVP25. 16
Figure 20: Computational Domain 18
Figure 21: Examples of the triangular mesh (horizontal discretization). Locations A-D shown in Figure 20. 18
Figure 22: Schematic of the vertical discretization of the computational domain 19
Figure 23: Regions where the bathymetry was based on high-resolution bathymetric surveys. 19
Figure 24: Bathymetry over the region of interest. 20
Figure 25: Tide signal used to force the downstream model boundary during the warm-up simulation. 21
Figure 26: Modelled distribution of surface salinity at the end of the one month warm-up simulation 22
Figure 27: Modelled salinity profiles at locations A – G at the end of the one month warm-up simulation 22
Figure 28: Comparison of modelled and published water levels at Port Alfred for 16-26 May 2014 (solid line denotes model output while discrete points denote published values) 23
Figure 29: Comparison of measured and modelled near surface current velocity at Grande Anse from Oct 27-29, 2015 (solid line denotes model output while dashed line denotes measured data) 24
Figure 30: Comparison of measured and modelled salinity profiles near the Grande Anse wharf. 25
Figure 31: Comparison of measured and modelled water levels at Port Alfred for 20- 30 Oct, 2015. 26
Figure 32: Comparison of measured and modelled water levels at Tadoussac for 20- 30 Oct, 2015 26
Figure 33: Tide signal applied to force the downstream model boundary in Scenarios 1-4. 27
Figure 34: Maximum surface current speed for Scenario 1. 29

Figure 35: Surface current during a Spring flood tide for Scenario 1.....30
Figure 36: Surface current during a Spring ebb tide for Scenario 1. 30
Figure 37: Mid-depth current during a Spring flood tide for Scenario 1. 31
Figure 38: Mid-depth current during a Spring ebb tide for Scenario 1. 31
Figure 39: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 1.....32
Figure 40: Maximum surface current speed for Scenario 2. 33
Figure 41: Surface current during a Spring flood tide for Scenario 2.....34
Figure 42: Surface current during a Spring ebb tide for Scenario 2. 34
Figure 43: Mid-depth current during a Spring flood tide for Scenario 2. 35
Figure 44: Mid-depth current during a Spring ebb tide for Scenario 2. 35
Figure 45: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 2.....36
Figure 46: Maximum surface current speed for Scenario 3. 37
Figure 47: Surface current during a Spring flood tide for Scenario 3.....38
Figure 48: Surface current during a Spring ebb tide for Scenario 3. 38
Figure 49: Mid-depth current during a Spring flood tide for Scenario 3. 39
Figure 50: Mid-depth current during a Spring ebb tide for Scenario 3. 39
Figure 51: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 3.....40
Figure 52: Maximum surface current speed for Scenario 4. 41
Figure 53: Surface current during Spring flood tide for Scenario 4.....42
Figure 54: Surface current during Spring ebb tide for Scenario 4.....42
Figure 55: Mid-depth current during Spring flood tide for Scenario 4.....43
Figure 56: Mid-depth current during Spring ebb tide for Scenario 4.....43
Figure 57: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 4.....44
Figure 58: Exceedance probability curves for surface current velocity at reference sites AP, GA, ES and PA, Scenarios 1-4.....46
Figure 59. Locations of active and decommissioned climate stations in the Saguenay region. (Yellow balloons denote decommissioned stations, blue balloons denote active climate stations.).....48
Figure 60. Annual wind rose and summary statistics (frequency of occurrence in %) for Bagotville Airport (source: Environment Canada). 49
Figure 61. Annual wind rose for Bagotville airport derived from hourly data for 2006-2016 (source: http://bagotville.weatherstats.ca/).....50
Figure 62. Annual wind rose and summary statistics (frequency of occurrence in %) for Cap Rouge (source: Environment Canada). 51
Figure 63. Topography in the region of interest. 52
Figure 64. Topography around the upper Saguenay Fjord and the extent of the computational grid.....53
Figure 65. Land cover ID in the fjord region (dominated by evergreen trees). 54
Figure 66. AnemoScope© model predictions of wind speed and direction at proposed port locations and Bagotville Airport for 16 extreme atmospheric states.....57
Figure 67. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D293C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).....58
Figure 68. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D135C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).....59

Figure 69. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D068C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).....59
Figure 70. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D270C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).....60
Figure 71. Summary diagram describing the Egg code used to describe ice concentration, age and form (floe size).....62
Figure 72. Ice chart for 25 March 2011.....63
Figure 73. Ice chart for 15 March 2012.....64
Figure 74. Ice chart for 20 March 2012.....64
Figure 75. Ice chart for 7 March 2013.....65
Figure 76. Ice chart for 11 March 2013.....65
Figure 77. Selected Landsat images of the upper Saguenay Fjord region during February.....67
Figure 78. Selected Landsat images of the upper Saguenay Fjord region during March.....69
Figure 79. Selected Landsat images of the upper Saguenay Fjord region during early April.....70
Figure 80. Map of ice thickness measurement stations in the upper Saguenay Fjord.....71
Figure 81. Historical ice thickness measured at three locations in the upper fjord (P28, P29, P30).....72
Figure 82. Exceedance probability for ice thickness at site P28.....72
Figure 83: Ice dynamics model computational domain and rectangular grid.....74
Figure 84: Initial Ice concentration (95%) and thickness (70cm) for Scenario 7. Note the access corridors have zero concentration and zero thickness.....76
Figure 85: Wind barb legend.....77
Figure 86: The hydrodynamics model grid overlaying the ice model grid.....78
Figure 87: Tide signal applied to force the downstream model boundary in the hydrodynamic simulations.....79
Figure 88: Wind vectors for wind Scenario ANU1D068C14M overlaying the ice model grid.....80
Figure 89: Initial distribution of ice concentration for simulation scenario 6.....84
Figure 90: Initial distribution of ice thickness for simulation scenario 6.....84
Figure 91: Ice concentration at the end of the simulation of scenario 6.....85
Figure 92: Ice thickness at the end of the simulation of scenario 6.....85
Figure 93: Ice pressure severity at the end of the simulation of scenario 6.....86
Figure 94: Ice concentration at the end of the simulation of scenario 10.....87
Figure 95: Ice thickness at the end of the simulation of scenario 10.....87
Figure 96: Ice pressure severity at the end of the simulation of scenario 10.....88
Figure 97: Ice pressure in the vicinity of *Arianne Phosphate* site for scenarios 5 to 8.....90
Figure 98: Ice pressure in the vicinity of *Énergie Saguenay* site for scenarios 9 to 11.....90

1 INTRODUCTION

1.1 Project Background

The Saguenay Port Authority currently operates the Grande-Anse Marine Terminal (see Figure 1). Originally built as a forestry-product terminal, in more recent years it has handled tonnage consisting of wood pulp, paper, de-icing salt, caustic soda, liquid tar, and general cargo. Its isolation from the urban area makes it a popular site for the location of major industries.

Énergie Saguenay is in the process of developing a new natural gas liquefaction, storage, and transshipment facility to export LNG from supply sources in North America. The new LNG export terminal will be built near the existing Grand-Anse Terminal on land leased from the Saguenay Port Authority (see Figure 2).

A new onshore mining operation being developed by Arianne Phosphate requires a third marine facility on the north-east shore, approximately 8 km from the Grande-Anse wharf (see Figure 2). Figure 3 and Figure 4 show preliminary design drawings for the new loading wharf, while the shoreline and topography in the area can be seen in Figure 5.

The Grande-Anse terminal currently faces several operational challenges related to the prevailing winds, currents, and ice conditions. Better information on these aspects of the environment, including extreme events, would be useful in supporting the development and implementation of measures to address these challenges, such as better training for marine pilots and potential alteration and/or expansion of the port facilities. At the same time, good information on the surface currents, winds and ice conditions, including extreme events, at the sites identified by Arianne Phosphate and Énergie Saguenay is required to support the environmental impact assessment and efficient design of new port facilities at these locations.



Figure 1. Grande-Anse Marine Terminal.

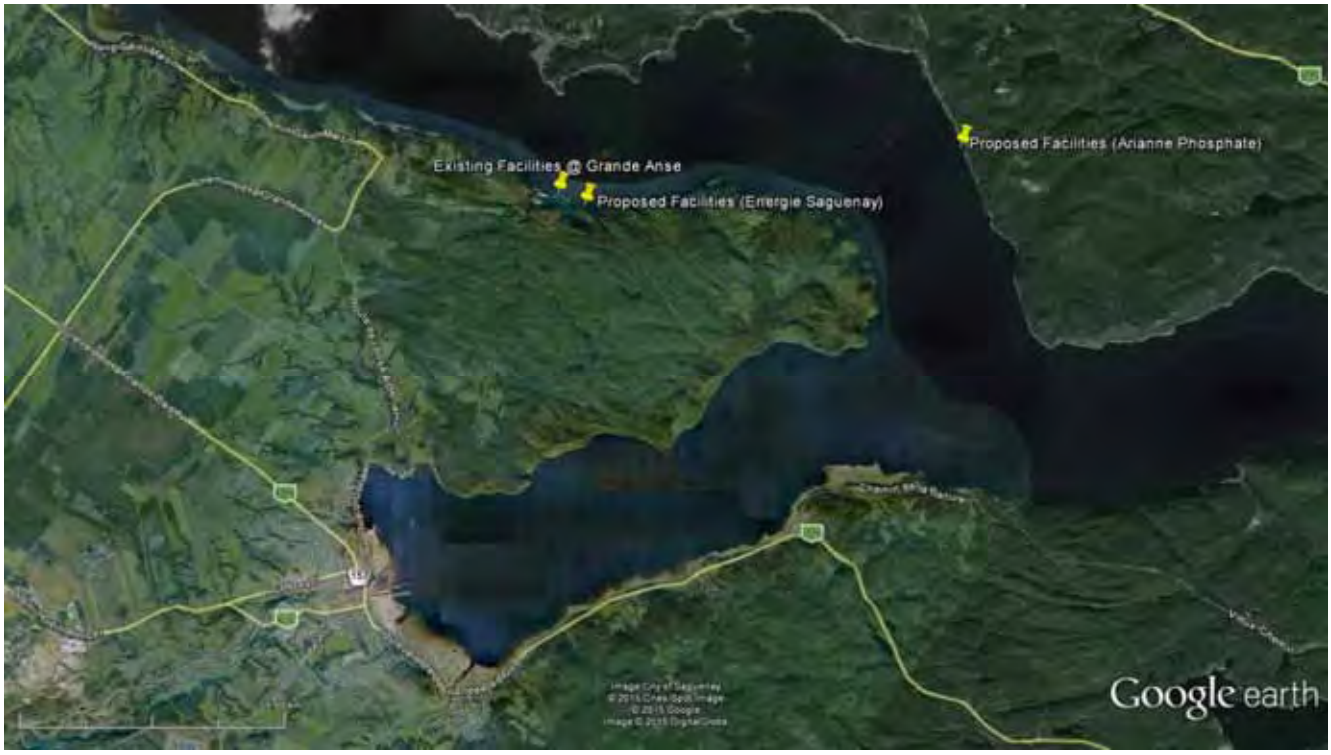


Figure 2. Study area and location of three sites.

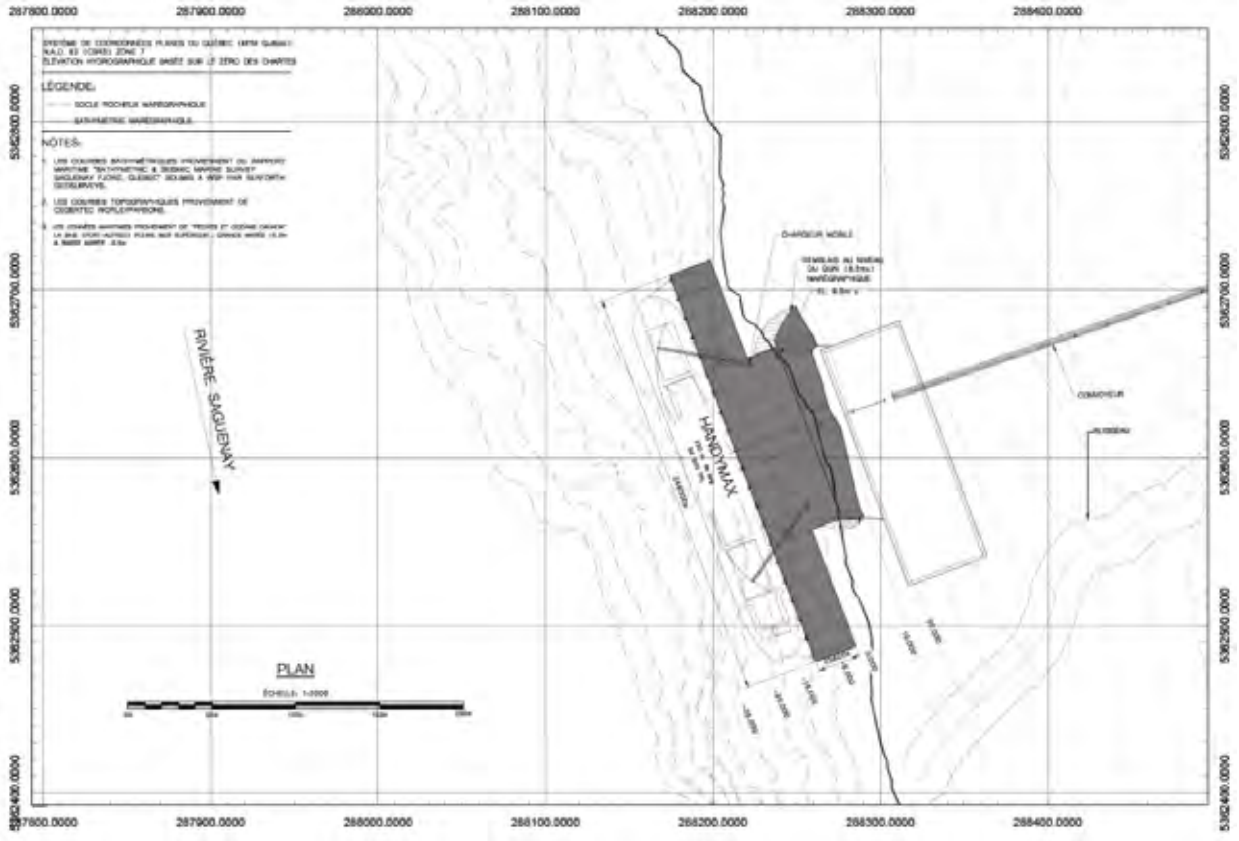


Figure 3. General layout of the proposed loading wharf (courtesy Portha).

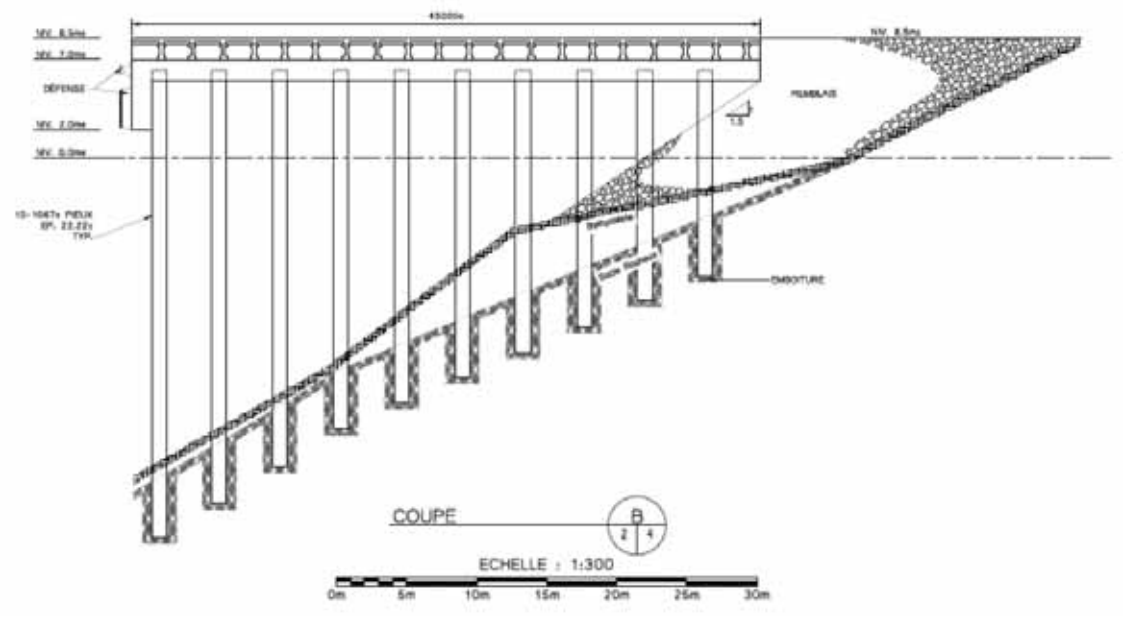


Figure 4. Proposed loading wharf, x-section B (courtesy Portha).



Figure 5. Photos of the north-east shoreline in the study area (courtesy Portha).

1.2 Site Description

The Saguenay Fjord is approximately 110 km long and stretches between the communities of Chicoutimi, located 60 km below Lac Saint-Jean where the fjord transitions to the Saguenay River, and Tadoussac, where the fjord meets the St Lawrence River Estuary (see Figure 6). The fjord varies in width from approximately 1.5 to 4 km, while the depth varies from ~15m near Tadoussac to over 275 m near Cap Trinité. The fjord is notable for its complex and strongly-stratified flows, with denser seawater at lower depths below less-dense freshwater near the surface. The sketch shown in Figure 7 depicts the more buoyant freshwater moving downstream near the surface over the denser seawater at lower depths. Over 90% of the water volume in the fjord is estimated to be salt water.

The tides are semi-diurnal (twice daily) and the spring tide range near the project sites (near Saint-Fulgence) is on the order of 6 m. The annual average inflow of freshwater is ~1,300 m^3/s, and peak freshwater inflow during the spring freshet can exceed 5,000 m^3/s. During winter a stable ice cover typically forms over the upper part of the fjord, including the area of interest. During winter, commercial ships accessing port facilities in Chicoutimi, Port Alfred, and other locations further upstream are escorted by ice breaking vessels operated by the Canadian Coast Guard. In most years, the ice cover weakens, breaks up, and is swept downstream during mid-March. Ice breaking vessels are normally deployed during March to initiate and assist with the ice clearing operations. Further details on the hydrographic and oceanographic conditions are provided in Bourgault et al. (2011), de Vernal et al. (2011), and Urgeles et al. (2002).

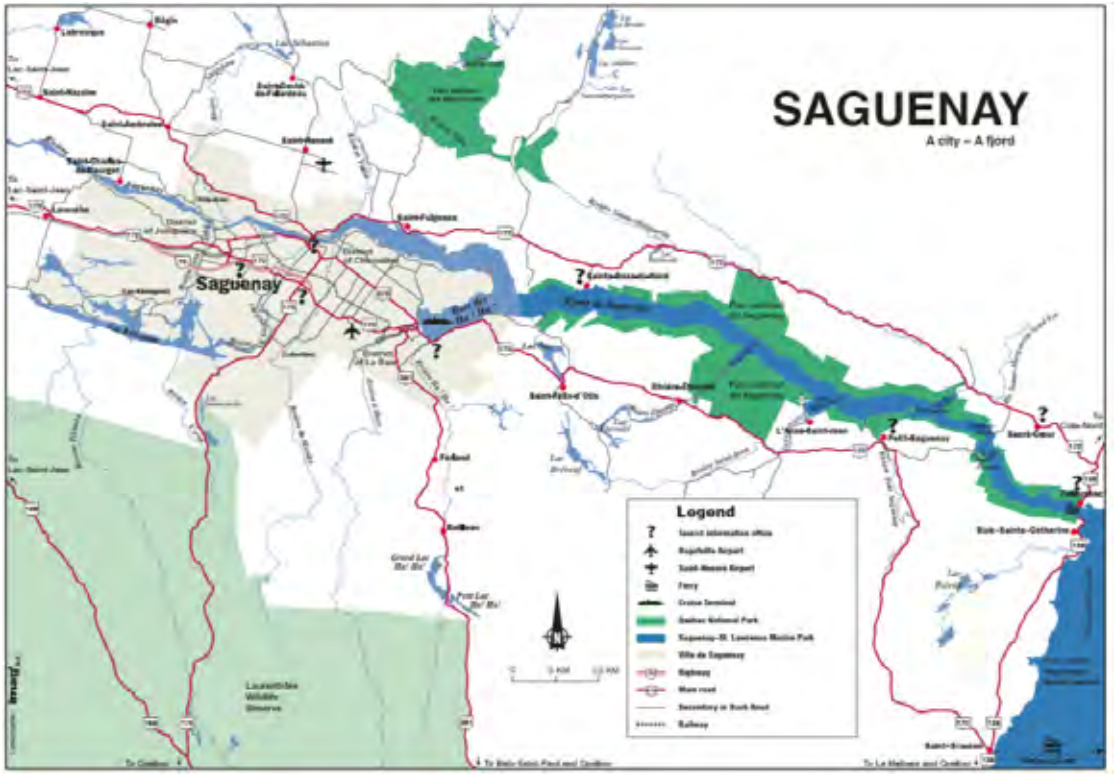


Figure 6. Saguenay Fjord regional map.

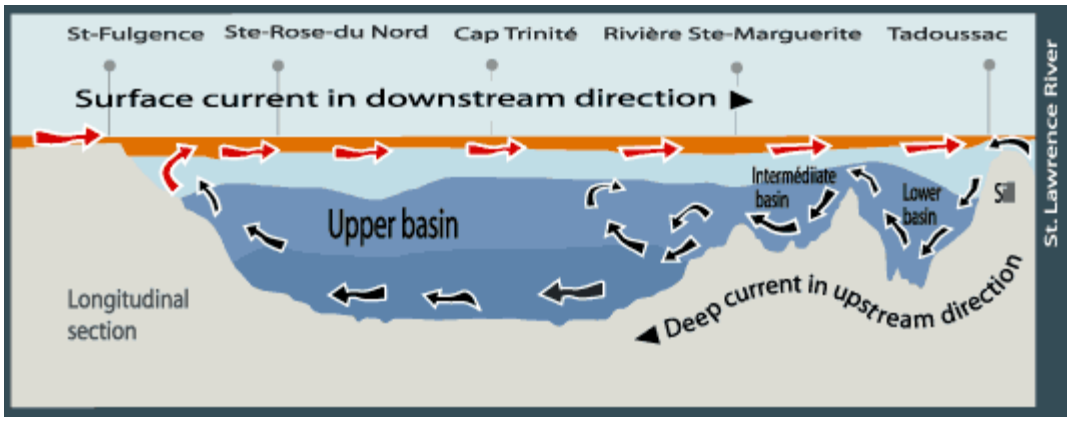


Figure 7. General circulation in the Saguenay Fjord (http://www.virtualmuseum.ca)

1.3 Terms of Reference

The National Research Council of Canada (NRC) was invited by the Port of Saguenay in March 2015 to prepare and submit a proposal to investigate currents, winds and ice dynamics in the upper Saguenay Fjord, and in particular, at the Grande Anse marine terminal and the sites being studied by Arianne Phosphate and Énergie Saguenay. The proposed methodology and budget were described in NRC-OCRE proposal PL150176, dated 16 March 2015. The original proposal was later revised slightly and re-submitted in June 2015, and again in August 2015. Notice to proceed with the work was given in November 2015.

The work described in this report was undertaken under contract to the Port of Saguenay, Arianne Phosphate and GNL Québec Inc., who each funded a ¼ share of the estimated cost. NRC also co-funded the research as an equal partner.

1.4 Objectives and Methodology

The objective of this study was to investigate, by means of numerical simulations, the local winds, surface currents, ice conditions and ice dynamics at the three sites of interest in the upper Saguenay Fjord for a range of design scenarios to support the planning and design of the new marine facilities and their operation. The scope of work, as set out in NRC proposal PL150176, is outlined below.

- Acquisition and analysis of baseline data on winds, currents, water levels, and ice conditions.
- Characterization of local ice conditions based on analysis of available reports, photographs, and satellite imagery.
- Characterization of local wind climate at the study area using the Anemoscope© wind transformation/forecasting system.
- Set-up, calibration, and validation of the three-dimensional numerical model of the stratified flows in the fjord, based on the TELEMAC-3D solver.
- Selection of design scenarios (combinations of tide, river discharge, wind, and initial ice conditions) for detailed modelling.
- Application of the hydrodynamics model to investigate surface currents for selected design scenarios.
- Set-up and calibration of the NRC pressured ice dynamics model for predicting floating ice behaviour subject to forcing by winds and currents.
- Application of the dynamic ice model to investigate ice conditions and behaviour during selected design scenarios.
- Assessment of implications for marine terminal design and ship loading operations.
- Preparation of deliverables, including a final technical report, computer animations of predicted currents and ice behaviour at the three sites, and a summary presentation.
- Meeting with representatives from the Saguenay Port Authority and other project stakeholders to present the study outputs and results.

1.5 Report Outline

The study was conducted in four main phases, namely:

- Numerical modelling and characterization of water movement and currents (hydrodynamics);
- Numerical modelling and characterization of winds;
- Characterization of ice conditions; and
- Numerical modelling and assessment of ice dynamics.

The set-up of the 3D hydrodynamic model and its application to characterize water movement and surface currents is described in Chapter 2. The modelling and characterization of winds is discussed in Chapter 3. The characterization of ice conditions is summarized in Chapter 4, while the set-up and application of an ice dynamics model is described in Chapter 5.

2 HYDRODYNAMIC MODELLING

A three-dimensional numerical model of the water movement and currents in the Saguenay Fjord has been developed as part of this study. The set-up and application of this hydrodynamic model is described in this Chapter. Numerical results from simulations of several different scenarios are presented and discussed. The study focused on the hydrodynamics at Grande Anse (GA), Port Alfred (PA), and at two other sites being considered by Énergie Saguenay (ES) and Arianne Phosphate (AP) for future port facilities and marine operations.

2.1 Background

The Saguenay Fjord is a complex and dynamic body of water where freshwater and seawater combine, mixed by the tides. The fjord is notable for its complex and strongly-stratified flows, with freshwater at the surface flowing over denser seawater at lower depths. Salinity profiles measured in the vicinity of the study sites indicate a well stratified water body, with freshwater (density ~1,000 kg/m^3) over the upper 5-10 m, and seawater (density > 1,025 kg/m^3) below 10-15 m depth. On ebb tides, when water levels are falling, both the freshwater at the surface and the seawater below tend to move downstream together. However, during flood tides, when water levels are rising, the denser seawater reverses and flows upstream while the freshwater in many areas may continue moving downstream. The general circulation and stratification are sketched in Figure 8.

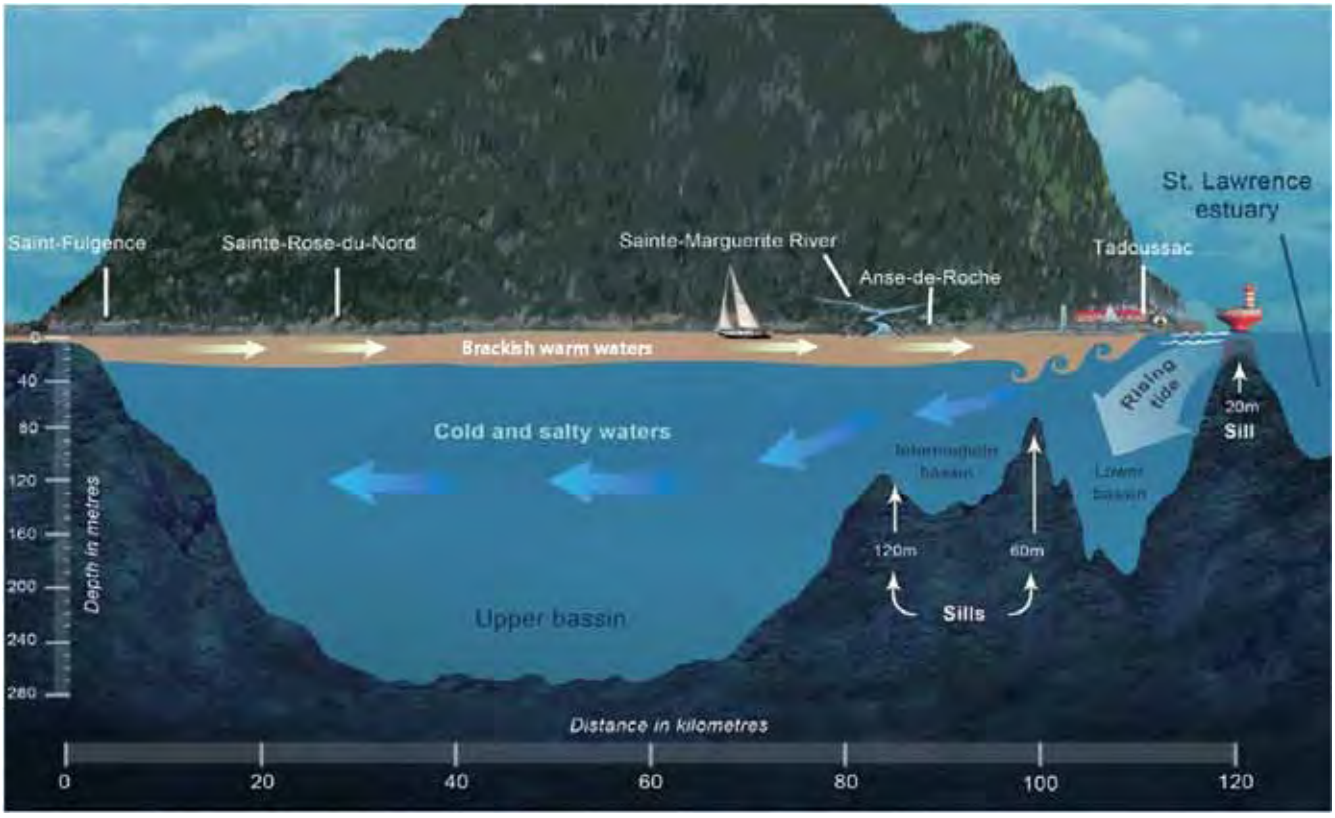


Figure 8. Sketch of the general circulation and stratification in the Saguenay Fjord (source: http://parcmarin.qc.ca).

Low tides and high tides, which both occur twice daily, are transitionary periods between these two conditions. The tongue of freshwater near the surface is most pronounced at the upstream end of the

fjord, but tends to decay and dissipate with distance downstream as the freshwater mixes with the seawater below. The character of the near surface flows are also influenced by the size of the tide and the strength of the upstream freshwater inflow. For all of these reasons, the three-dimensional flows in the fjord are particularly challenging to model numerically.

The hydrodynamic model developed for this study has been designed and configured as much as possible to provide useful predictions of the surface currents in the region of interest mentioned above. However, due to the complexities described above, the numerical simulations of near surface current are not exact and should be associated with a moderate degree of uncertainty. Velocity predictions in other locations, particularly at intermediate depths near the strong halocline, may well be less reliable.

2.2 Observed Tides, River Discharge, Currents and Salinity

Information on tides, river flows, currents and salinity that has been reviewed and referenced in setting up and calibrating the 3D hydrodynamic model is reviewed in this Section.

2.2.1 River Discharge

A flow-duration curve for the total upstream freshwater inflow to the Saguenay Fjord was generated based on analysis of measured discharge data from 5 sources, including the outflow from the dam at Shipshaw and four other important tributaries. The five discharge sources are mapped in Figure 9 while Table 1 shows the period of data availability for each location. The data for sources 1, 2, 3 and 5 was provided by Division Énergie Électrique of Rio Tinto Alcan, while the data for source 4 was obtained from the Hydat database (Water Survey Canada) for gauge stations 02RH029 and 02RH061.

Data from locations 1 – 4 are available for the 41-year period from 1972 to 2012. The time-varying total discharge for the period 1972 to 2001 is plotted in Figure 10. The peak freshwater discharge that generally occurs during May is typically three to five times larger than the base discharge flowing during winter months. The flow-duration curve of total upstream freshwater discharge developed for this period is shown in Figure 11. This figure shows the percentage of time that the inflow is likely to equal or exceed a certain value. The average inflow is 1,310 m^3/s while the inflow exceeded 1% of the time is 6,493 m^3/s. The inflow during the month of March when the ice-cover breaks up was also investigated. Based on this analysis, the mean inflow during March is 1244 m^3/s while the maximum recorded inflow during March is 1907 m^3/s.

Table 1 : Period of available discharge data from different sources

Location	Name	Period of the available data
1	Chute-á-Caron1	1943/01/01-2015/12/15
2	Chute-á-Caron2	1943/01/01-2015/12/15
3	Rivière aux sables	1972/01/01-2015/12/15
4	Shipshaw1	1943/01/01-2015/12/15
5	Shipshaw2, 13th turbine	2011/09/13-2015/12/15

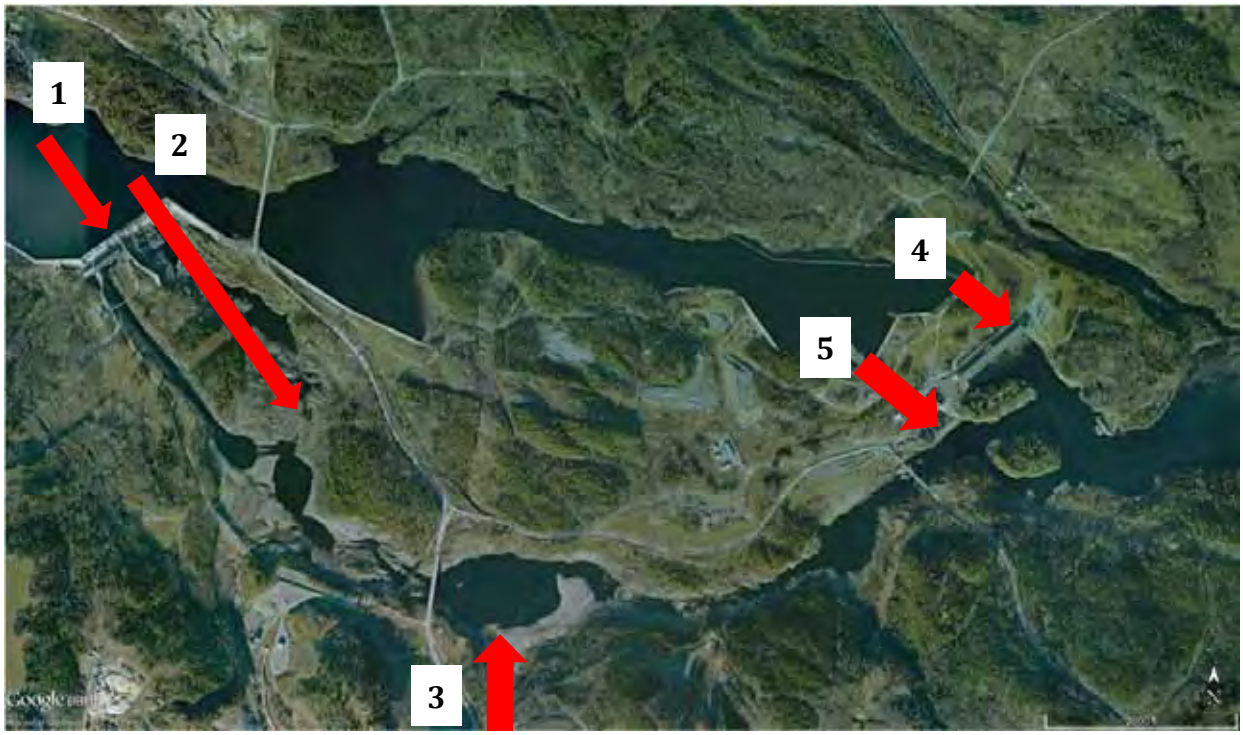


Figure 9: Map of upstream freshwater inflow sources

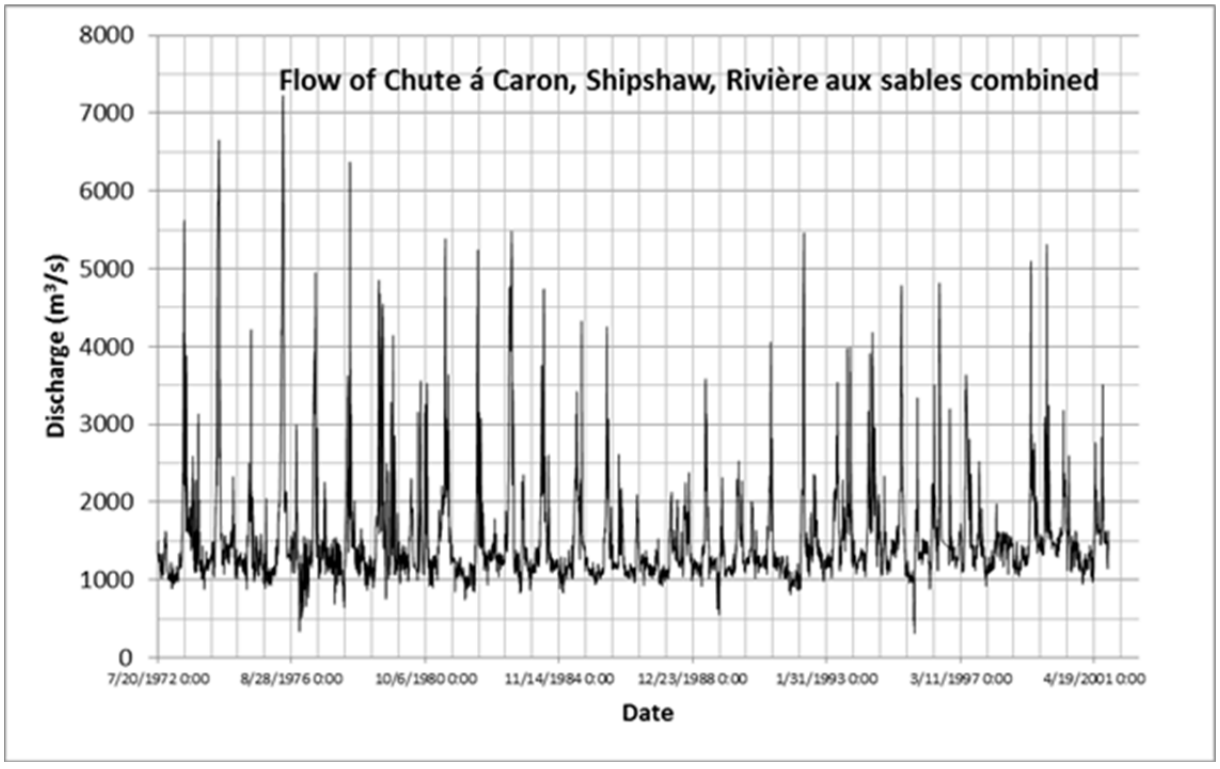


Figure 10. Saguenay River discharge at Shipshaw from 1972 - 2001.

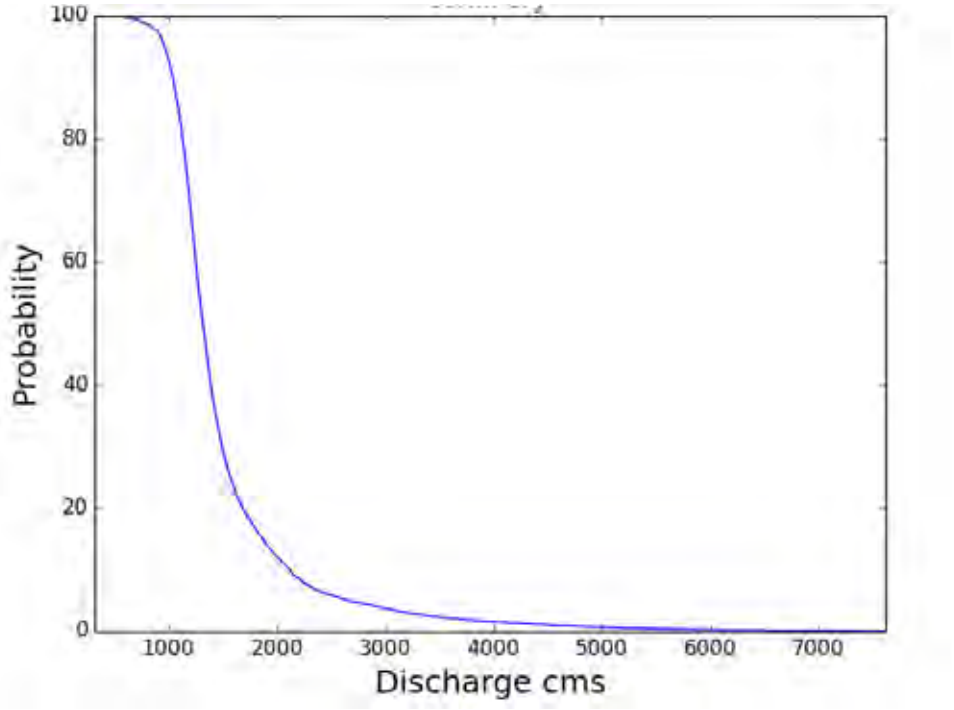


Figure 11: Flow-duration curve of freshwater inflow for 1972 to 2012

2.2.2 Tides

Information on the tides at the stations shown in Figure 12 is available from Fisheries and Oceans Canada. The downstream boundary of the hydrodynamic model was forced using a time-history of water levels derived from tide data for Les Escoumins, Trois-Pistoles, St-Simeon, Pointe-Au-Pic, St-Irenee , Green Island, Gros Cacouna, Riviere-Du-Loup, Ile-Aux-Lievres and Pointe-Aux-Orignaux. The tide data was referenced to MSL and not local chart datum. Spatial interpolation was used to estimate the water level along the offshore model boundary from the constituent data for these stations. Tide data for Tadoussac, Port-Alfred and Chicoutimi was used for calibration and validation of the hydrodynamic model.

The tides at Tadoussac and Port Alfred during October 2015 are shown in Figure 13. The tides in the region are semi-diurnal. The tides at Port Alfred are between 0.5 to 1.0 m larger than the tides at Tadoussac. The Spring tides at Port Alfred can exceed 6 m while the Neap tide range can be less than 2.5 m.



Figure 12: Location of the available tidal stations

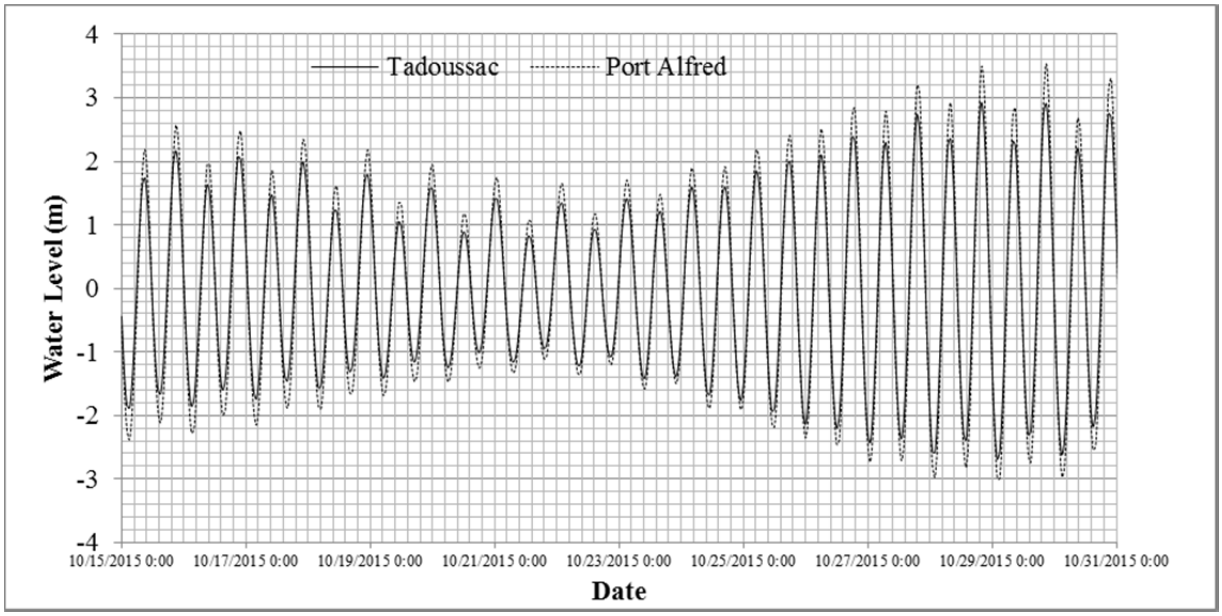


Figure 13: Observed tides at Tadoussac and Port Alfred, 15-30 October 2015.

2.2.3 Surface Current

The currents near the Grande Anse wharf have been measured on two occasions using an Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) instrument. A mobile survey was conducted on 23 November 2015 wherein the ADCP unit was mounted to a boat and used to measure water current along six shore-

perpendicular transects. Data was collected for a ~3 minute duration at roughly five stations along each transect. The measurement points are indicated by yellow circles in Figure 14. Velocities measured by a stationary upward looking ADCP deployed in ~17 m water depth near Grande Anse (Lat. +48.4021°, Lon. -70.8339°) are available for the period from Oct 27 to Oct 29, 2015 (red circle in Figure 14). The raw data from the stationary deployment is shown below in Figure 15.

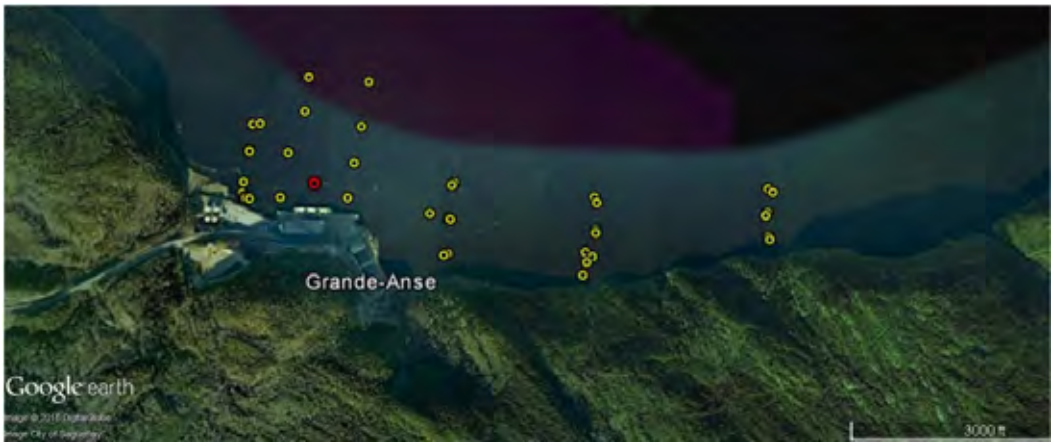


Figure 14 : Location of ADCP data (yellow circles denote mobile survey points, red circle denotes stationary deployment).

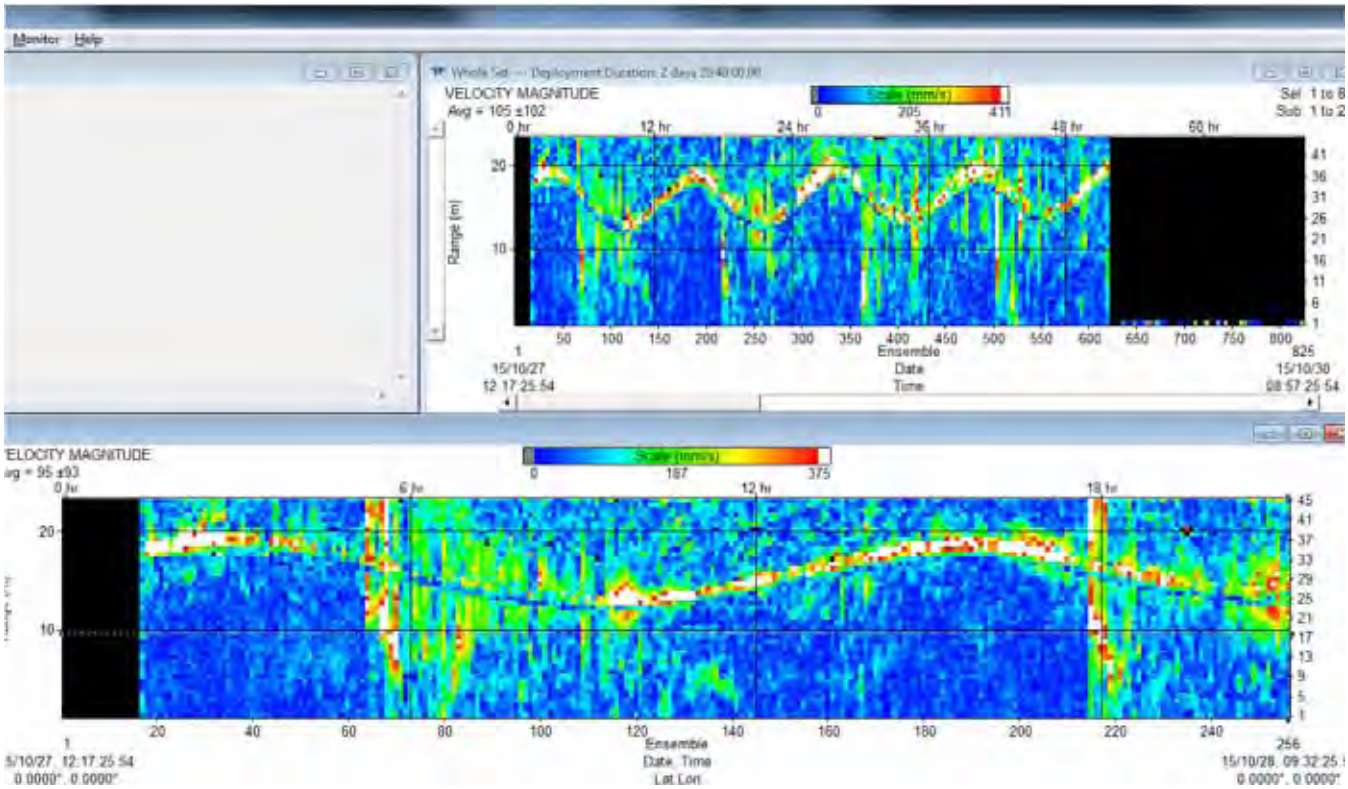


Figure 15 : Raw data from stationary ADCP deployment near Grande Anse.

The raw ADCP data from the stationary deployment has been analyzed to estimate the speed of the near-surface current over the deployment. The analysis involved following the free-surface as it moves vertically with the tide and low-pass filtering the raw data to remove high-frequency noise. The resulting best estimate of near-surface flow speed over this period is plotted in Figure 16.

Since ADCP units are known to be less reliable near the free surface (due to issues related to the reflection of sound waves from the water surface), this data is expected to be somewhat uncertain. The variable density of the water in the fjord is another important source of uncertainty. Nevertheless, it provides an indication or estimate of the near-surface current at the Grande Anse site over this 2-day period. The data has been used for calibrating the numerical model, as described later in this report.

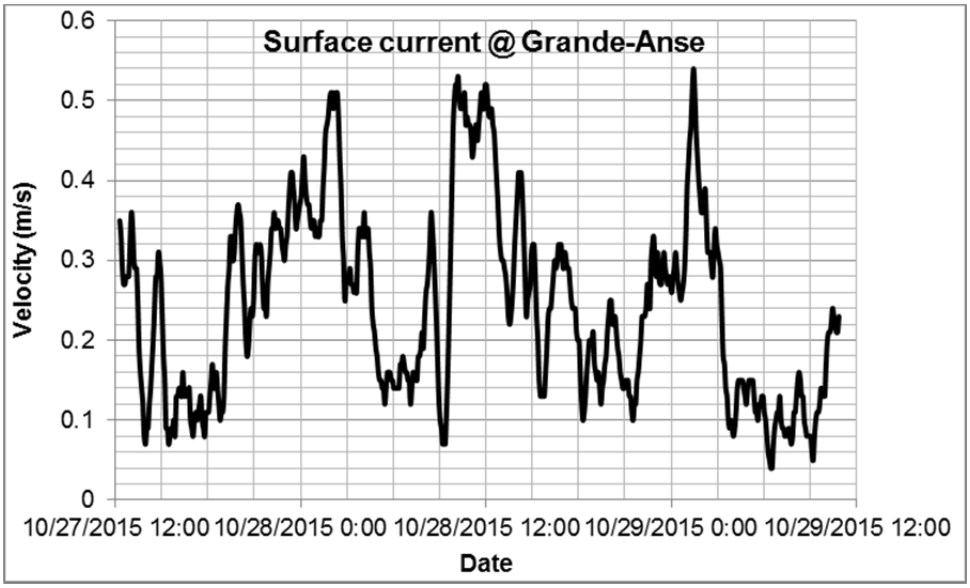


Figure 16 : Near surface current estimated from ADCP data near Grande-Anse

2.2.4 Salinity Profiles

Twenty-five vertical profiles of salinity have been measured in the region of interest during 2014 and 2015. The measurement locations are mapped in Figure 17 and the location and time of each measurement is summarized in Table 2 together with the corresponding upstream freshwater discharge. The vertical salinity profiles are plotted in Figure 18 and Figure 19.

All the profiles show that the water column in the fjord is strongly stratified, with freshwater or near freshwater (salinity < 10 PPT) at the surface, and seawater (salinity > 25 PPT) at lower depths. The thickness of the freshwater layer and the gradient of the transition from freshwater to seawater varies with time and location. In general, the thickness of the freshwater layer varies from a minimum of approximately 3 m when the freshwater discharge is low, up to 15 m when the freshwater discharge is exceptionally high (SVP13-SVP18).

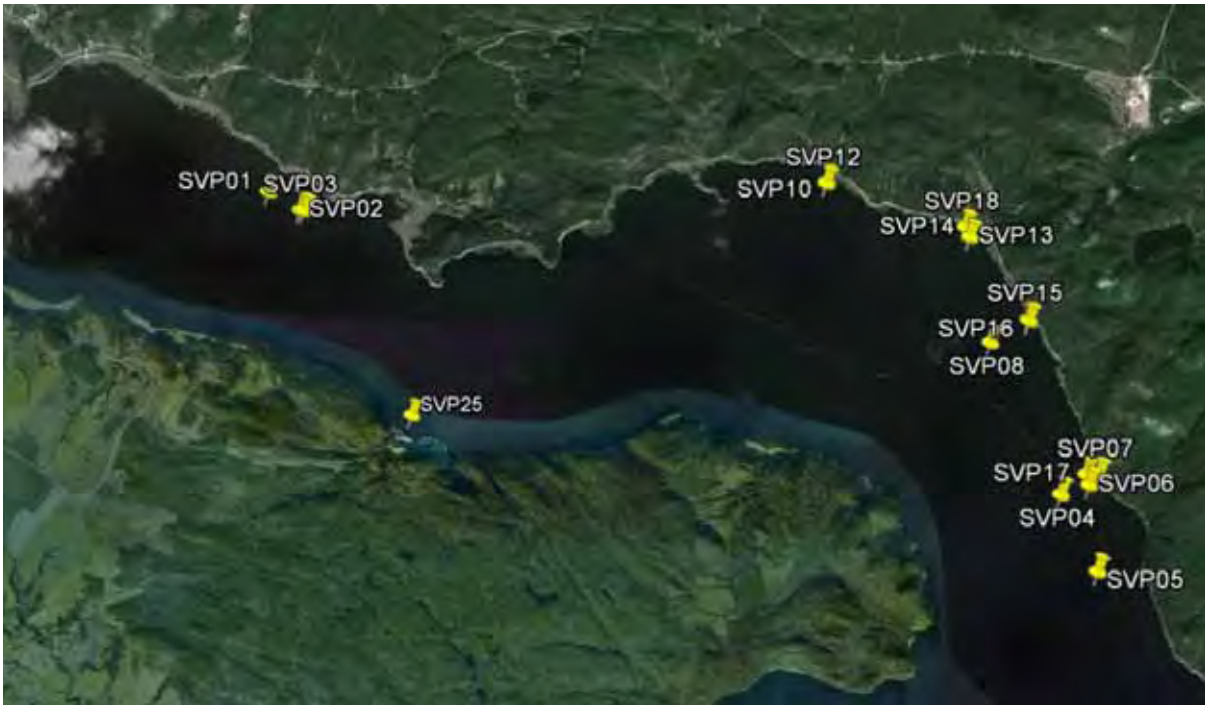


Figure 17: Location of the salinity profile measurements.

Table 2: Summary of measured salinity profile data.

ID	Measurement Date	Time	Location	Upstream discharge (m3/s)
SVP01	01 May 2014	19:59	Lat. 48 25 41, Lon. -70 51 37	1546
SVP02	01 May 2014	20:34	Lat. 48 25 33.28, Lon. -70 51 17.16	1546
SVP03	01 May 2014	20:42	Lat. 48 25 33.20, Lon. -70 51 14.97	1546
SVP04	02 May 2014	14:02	Lat. 48 23 38.15, Lon. -70 43 43.00	1655
SVP05	02 May 2014	13:20	Lat. 48 23 08.10, Lon. -70 43 23.35	1655
SVP06	02 May 2014	16:50	Lat. 48 23 41.88, Lon. -70 43 25.95	1655
SVP07	02 May 2014	17:03	Lat. 48 23 45.70, Lon. -70 43 20.04	1655
SVP08	02 May 2014	21:21	Lat. 48 24 38.72, Lon. -70 44 21.37	1655
SVP09	03 May 2014	16:55	??	1732
SVP10	03 May 2014	19:54	Lat. 48 25 45.203, Lon. -70 45 57.304	1732
SVP12	03 May 2014	22:50	Lat. 48 25 44.435, Lon. -70 45 57.808	1732
SVP13	22 May 2014	14:39	Lat. 48 25 22.08, Lon. -70 44 31.56	5521
SVP14	22 May 2014	14:51	Lat. 48 25 22.08, Lon. -70 44 31.56	5521
SVP15	22 May 2014	15:51	Lat. 48 24 48.31, Lon -70 43 58.08	5521
SVP16	22 May 2014	16:36	Lat. 48 23 45.96, Lon. -70 43 27.48	5521
SVP17	23 May 2014	07:55	Lat. 48 25 26.04, Lon. -70 44 34.08	5378
SVP18	23 May 2014	09:03	Lat. 48 24 47.52, Lon. -70 43 57.72	5378
SVP19	17 September 2014	11:41	??	1366
SVP20	17 September 2014	15:37	??	1366
SVP21	17 September 2014	15:49	??	1366
SVP22	28 October 2015	07:15	near Grande Anse	1116
SVP23	28 October 2015	07:23	near Grande Anse	1116
SVP24	28 October 2015	07:31	near Grande Anse	1116
SVP25	28 October 2015	07:41	near Grande Anse	1116

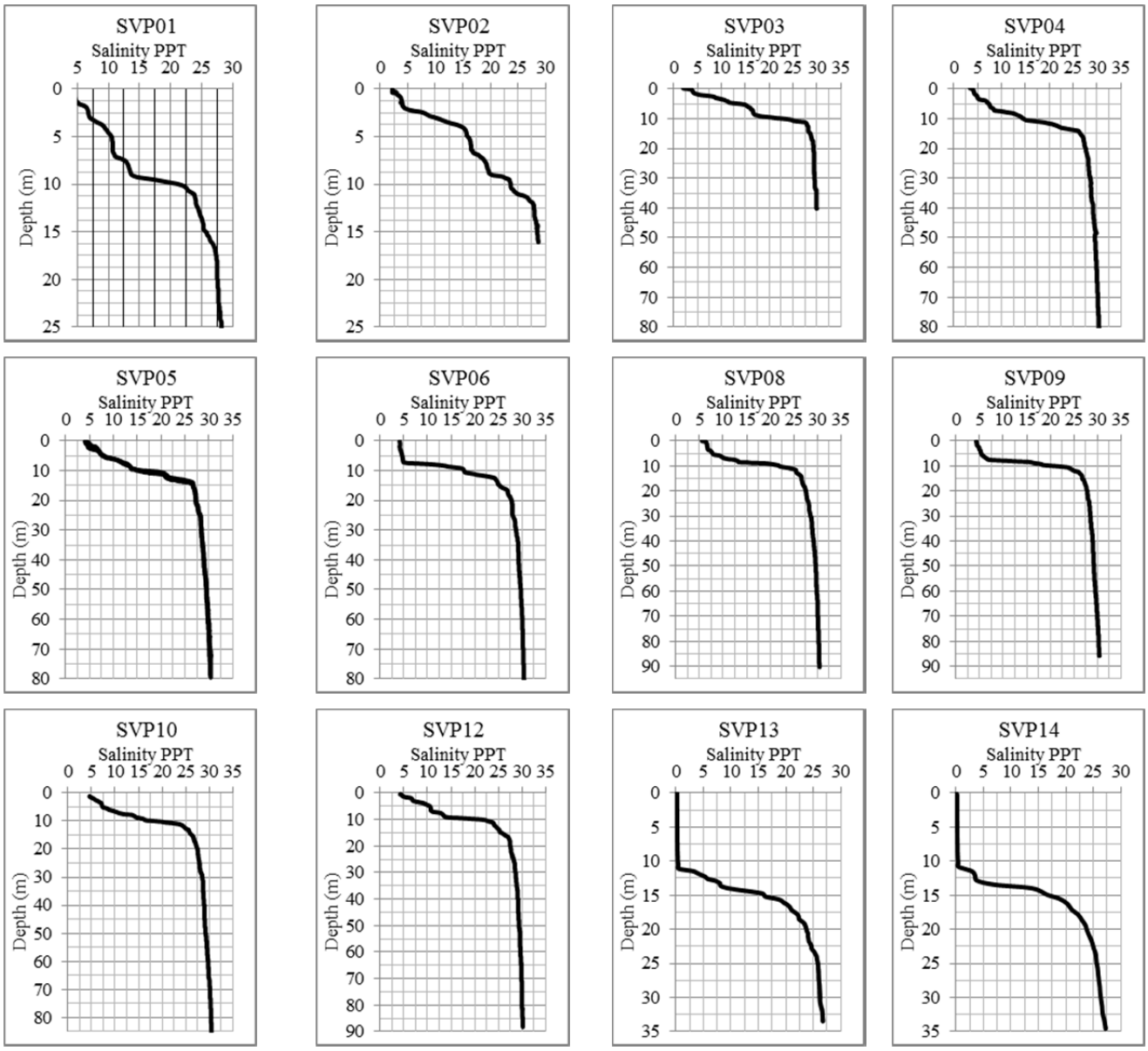


Figure 18: Salinity profiles SVP01-SVP14.

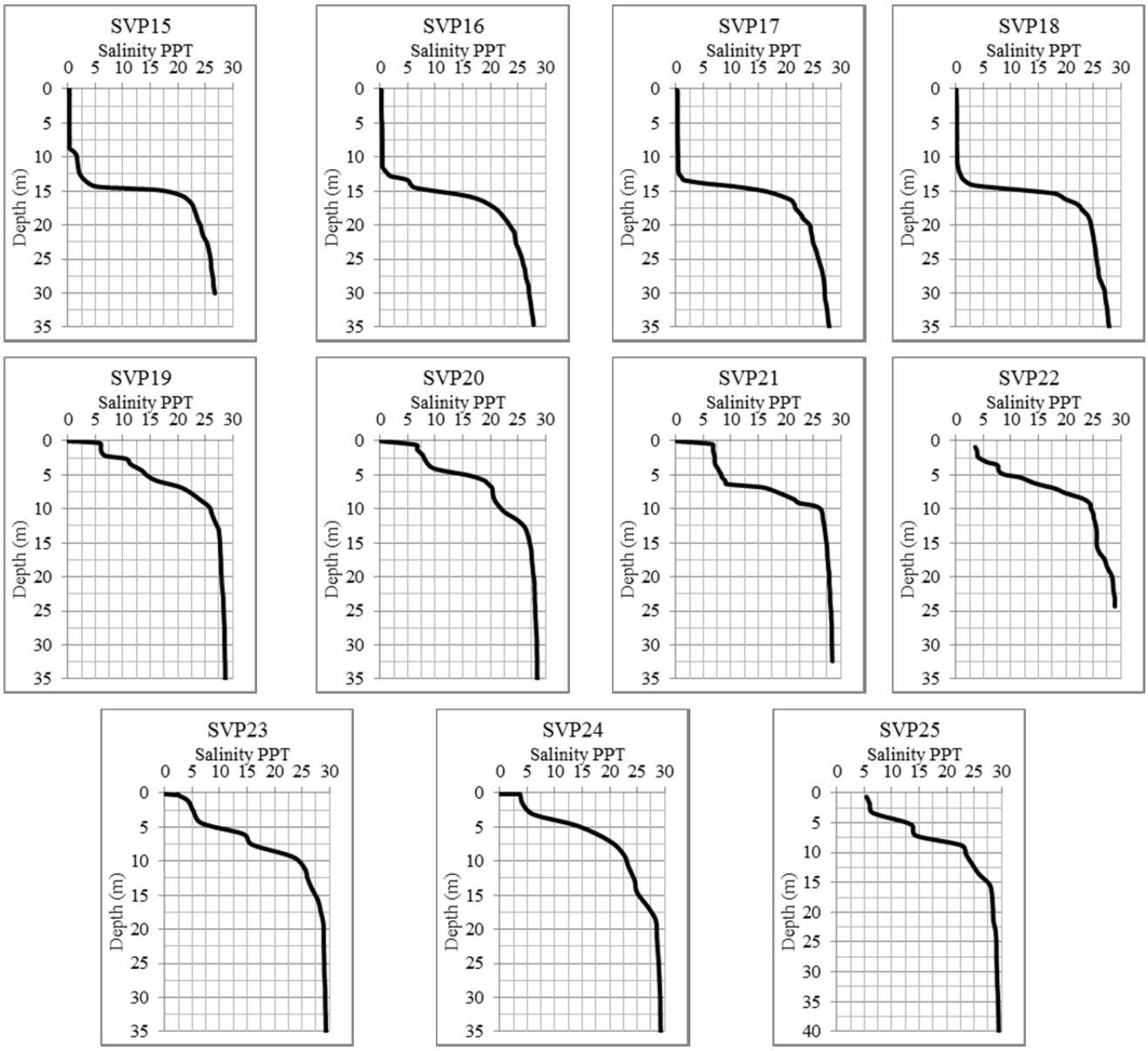


Figure 19: Salinity profiles SVP15-SVP25.

2.3 Telemac Modelling System

A three-dimensional numerical model based on the TELEMAC-3D solver from the TELEMAC System (v7.0) was developed to simulate the hydrodynamics in the Saguenay Fjord. The model employs finite-element methods to solve the Navier-Stokes equations, in either the hydrostatic or non-hydrostatic form, over a computational domain subject to initial conditions and time-varying boundary conditions. In two-dimensions (plan) the computational domain is represented by an unstructured mesh of triangular elements. Discretization in the third dimension (depth) is achieved by defining a constant number of layers, whose thickness can vary with space and time depending on the local water depth. The unstructured grid allows the size of the elements to vary in space: a fine mesh can be used to improve accuracy in areas of interest and in areas with high velocities and/or strong spatial gradients, while a coarse mesh can be used in less important areas in order to reduce computation effort and cost. Further

details on the TELEMAC system are provided in Hervouet (2007). The TELEMAC System was originally created by the Laboratoire national d'hydraulique et environment d'Électricité de France (EDF) but is now managed by a consortium of core organizations under the OpenTELEMAC-MASCARET umbrella (www.opentelemac.org).

2.4 Hydrodynamic Model Setup

2.4.1 Coordinate System and Datum

The common Canadian Geodetic Vertical Datum (CGVD28) is employed as vertical datum in this work. All elevation data were either provided in or converted to this datum. All elevations in this document are referenced to this vertical datum unless otherwise stated. The NAD83 (CSRS) UTM Zone 19N is employed as coordinate system for this study. All geographic information system (GIS) data were either provided in or converted to this coordinate system. In this report locations are specified using either their UTM Zone 19N coordinates or in terms of latitude (degrees North of the equator) and longitude (degrees east of Greenwich, U.K.). The international System of Units (SI) is employed in the study unless otherwise stated.

2.4.2 Computational Grid

The model extends from a point ~700 m downstream from the Chute-á-Caron dam at Shipshaw down to the St-Lawrence Estuary. The model domain includes the entire Saguenay Fjord and small portion of the St-Lawrence River, see Figure 20. Some shallow tidal flats in the upper part of the fjord were excluded in order to simplify and speed-up the numerical computations. The exclusion of the tidal flats is believed to have little influence on the water levels and currents in the region of interest.

To minimize numerical errors and computational cost, the total number of grid cells and the distribution of the cell sizes were chosen based on a sensitivity analysis. The final mesh has 22,838 triangular elements and12,456 nodes in each layer. The horizontal resolution varies from 15 m near the upstream boundary and increases gradually to 1,000 m at the St. Lawrence River. The horizontal resolution near the sites of interest (Arianne Phosphate, Grande Anse and Énergie Saguenay) is refined to 40 m. The configuration of the triangular mesh is several areas is shown in Figure 21.

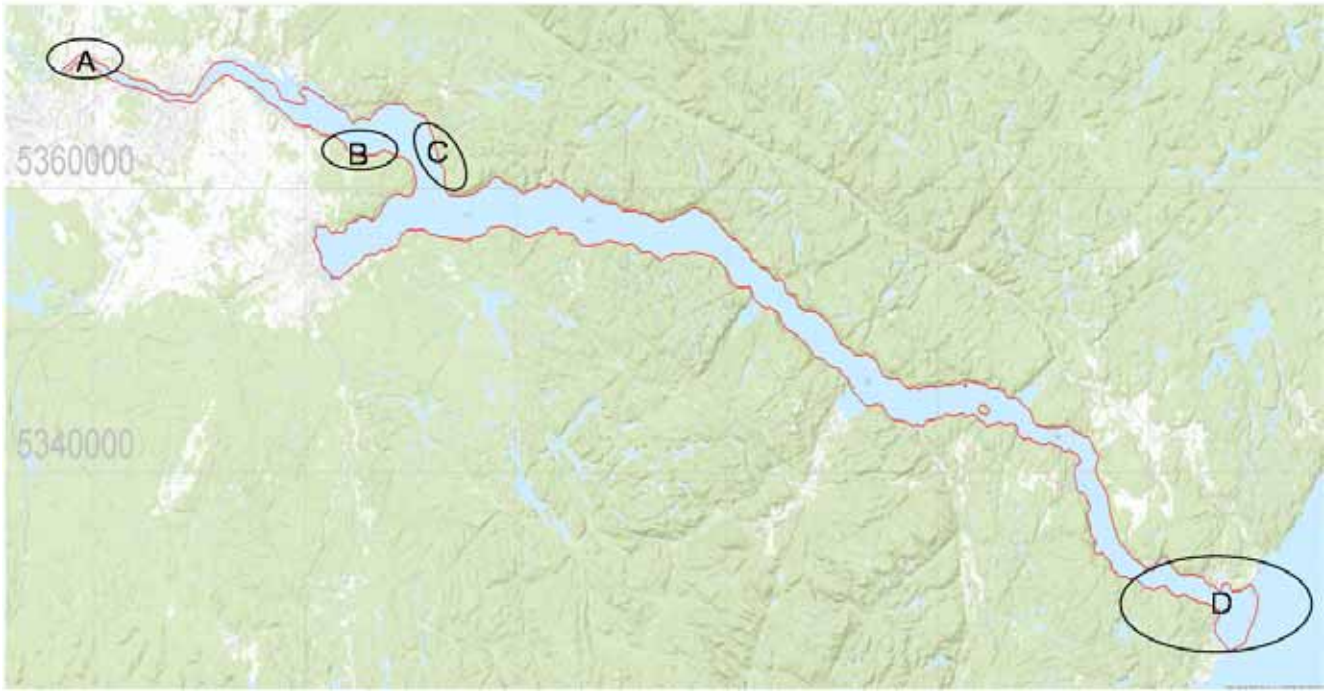


Figure 20: Computational Domain

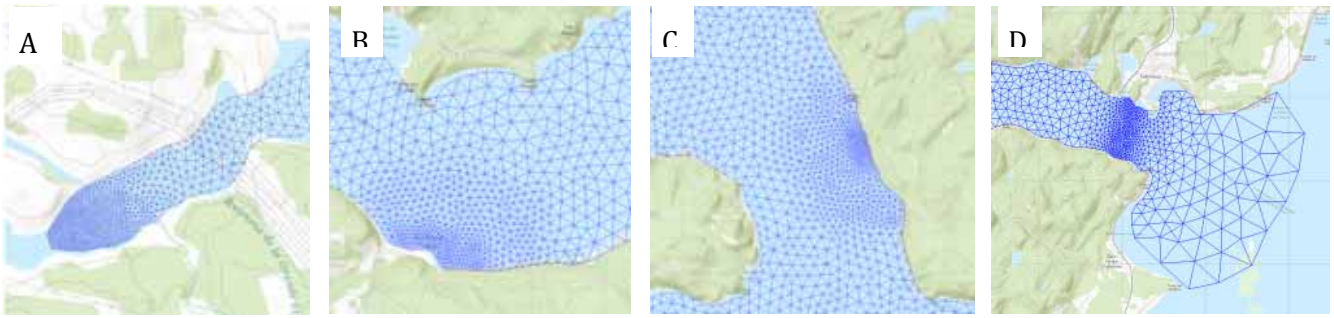


Figure 21: Examples of the triangular mesh (horizontal discretization). Locations A-D shown in Figure 20.

Initially, the water column throughout the domain was discretized into 11 layers. Results from these initial simulations suggested that additional layers would be required in order to simulate the strong density stratification that exists in the fjord. In the final set-up, the water column throughout the domain is discretized into 21 layers. As shown in Figure 22 the layers are unevenly distributed throughout the water depth; a finer layer thickness was specified in the upper part of the water column near the free surface, a medium thickness was used near the bottom, while the largest layer thickness was specified over the middle portion of the water column, away from the upper and lower boundaries.

The computational time step for the final simulations was 10 seconds.

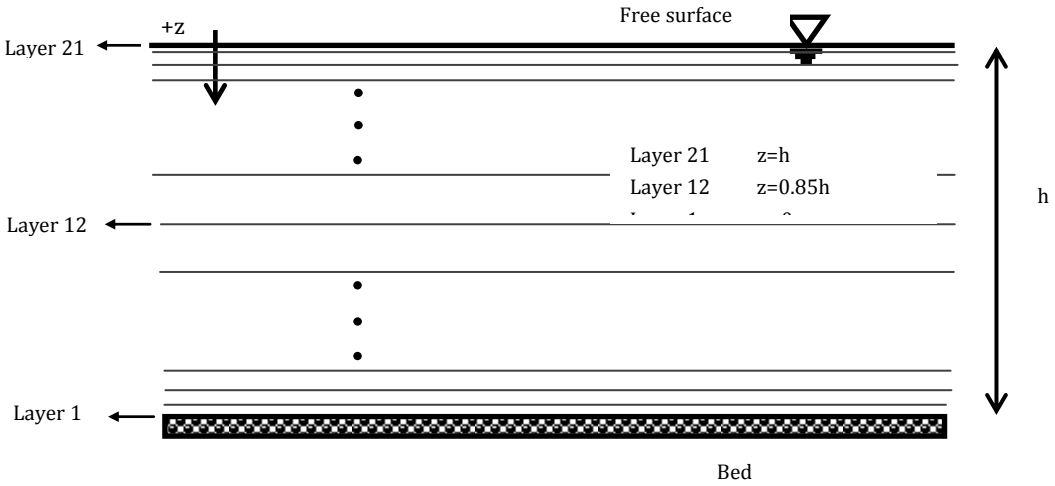


Figure 22: Schematic of the vertical discretization of the computational domain

2.4.3 Bathymetry

Information on the bathymetry throughout the domain was assembled from several sources. In many areas, the bathymetry information was obtained from available navigational charts published by the Canadian Hydrographic Service (CHS). High resolution data from bathymetric surveys was available in the four sub-regions shown in Figure 23. The information from these sources was reference to a common datum and merged to form a single digital elevation model. Figure 24 shows the bathymetry in the region of interest for the present study.



Figure 23: Regions where the bathymetry was based on high-resolution bathymetric surveys.

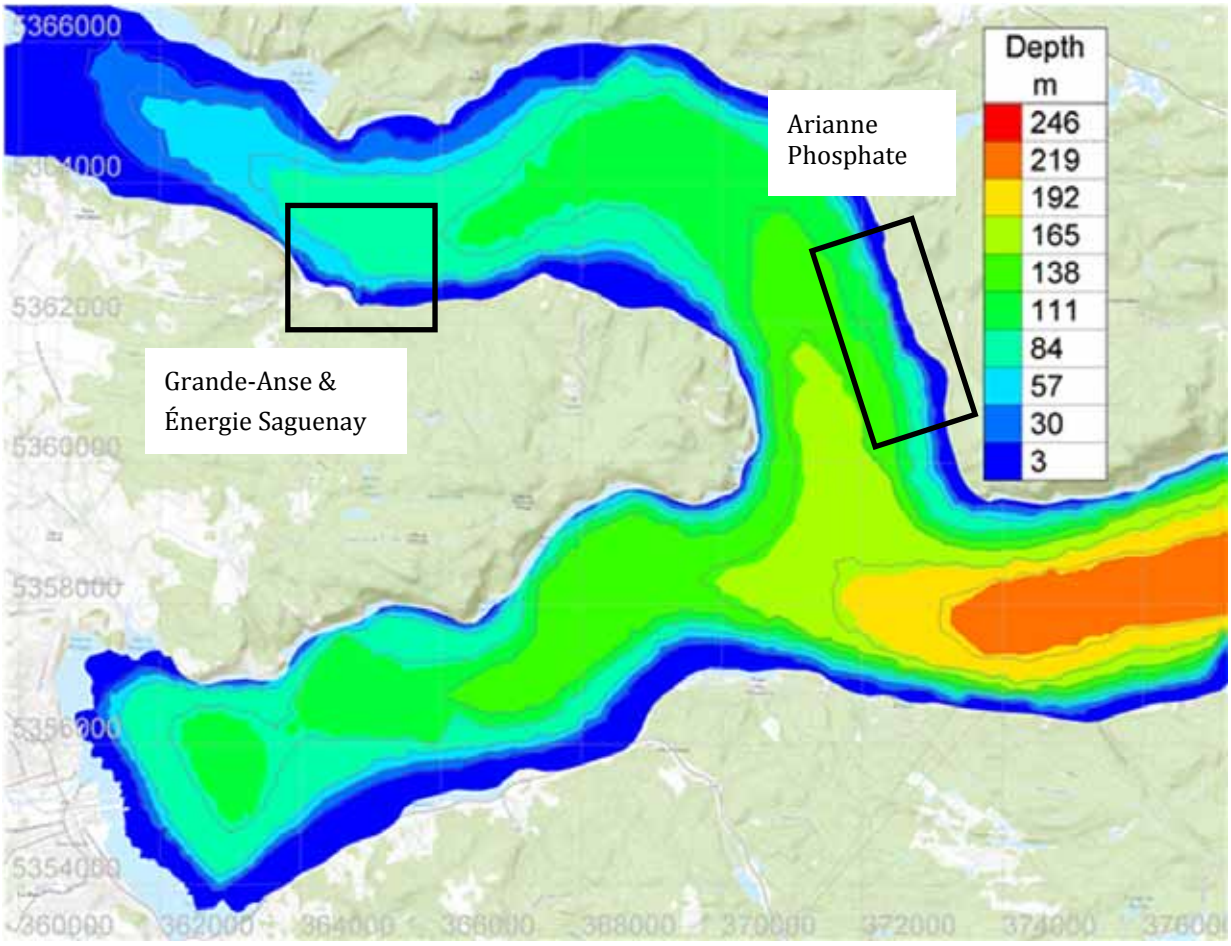


Figure 24: Bathymetry over the region of interest.

2.4.4 Boundary Conditions and Initial Conditions

The model was set-up with two dynamic boundaries. Time-varying water levels were prescribed at the down-stream boundary in the St-Lawrence Estuary, while a steady inflow (discharge) of fresh-water was specified at the upstream boundary near Shipshaw.

The model was initially run for a 1 month warm-up period to establish realistic equilibrium conditions for the density stratification and salinity gradient throughout the domain. The one month warm-up simulation was conducted using a constant upstream freshwater inflow of 2,000 m^3/s and the tides during May 2014. The tide signal used to force the downstream model boundary is plotted in Figure 25.

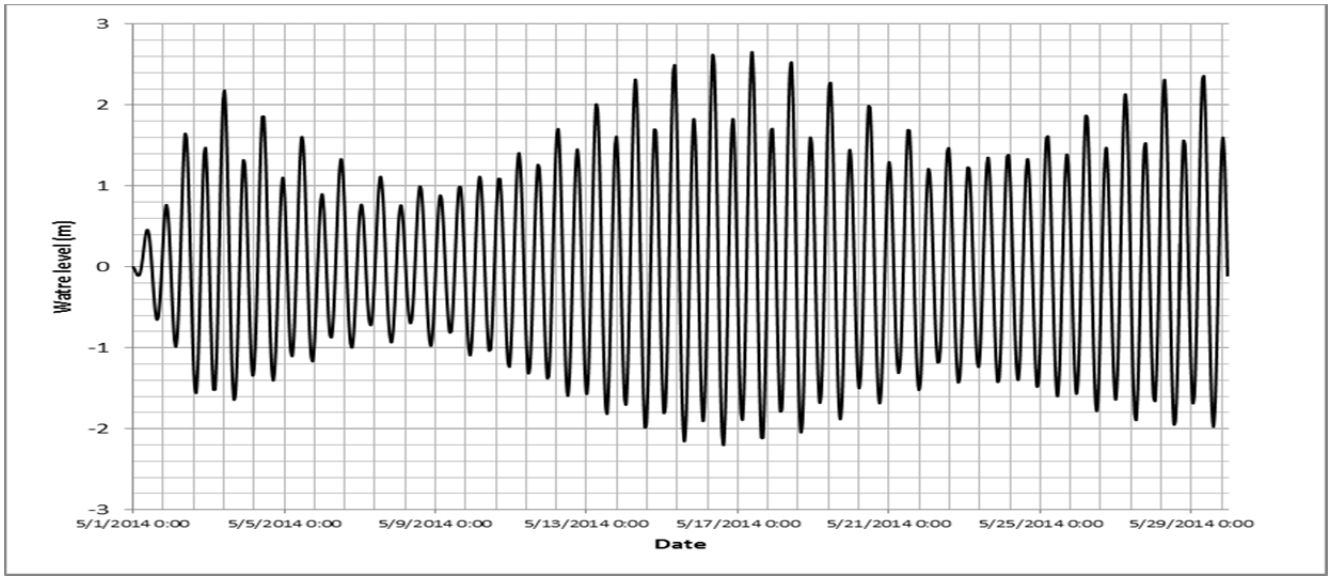


Figure 25: Tide signal used to force the downstream model boundary during the warm-up simulation.

The equilibrium condition computed in the model at the end of the warm-up simulation is depicted in Figure 26 and Figure 27. Figure 26 shows the spatial variation in salinity at the free surface, while Figure 27 shows the vertical distribution of salinity with depth at seven points (A-G) within the domain. Point A is located near the upstream boundary at Shipshaw, point B is located upstream of the Grande Anse wharf, point C is located downstream of Grande Anse, point G is located near the downstream boundary in the St. Lawrence, and points D – F are distributed along the lower part of the fjord between points C and G. In the model, the surface salinity varies gradually from 0 PPT (pure freshwater) at location A (near the upstream boundary) to 30 PPT (pure seawater) at location G (near the downstream boundary), as expected. The surface salinity at location B (upstream from Grande Anse) is less than ~3 PPT, while the surface salinity at location C (downstream from Grande Anse) is ~12 PPT. The modelled salinity profile at location A near the upstream boundary shows only freshwater, as expected, while the modelled salinity profile at location G in the St. Lawrence shows pure seawater, again as expected. The modelled salinity profile at location B shows a strongly stratified water column comprised of a thin layer of near freshwater at the surface over a much thicker layer of near seawater at depth, and is generally consistent with the form of the measured salinity profiles presented in Figure 18 and Figure 19. In the model, the transition from freshwater to seawater at location B occurs over the upper 5 m of the water column. The salinity/density stratification is considerably less pronounced in the lower parts of the fjord, below location D.

The equilibrium condition obtained from the one month warm-up simulation was used as the initial condition for subsequent model runs.

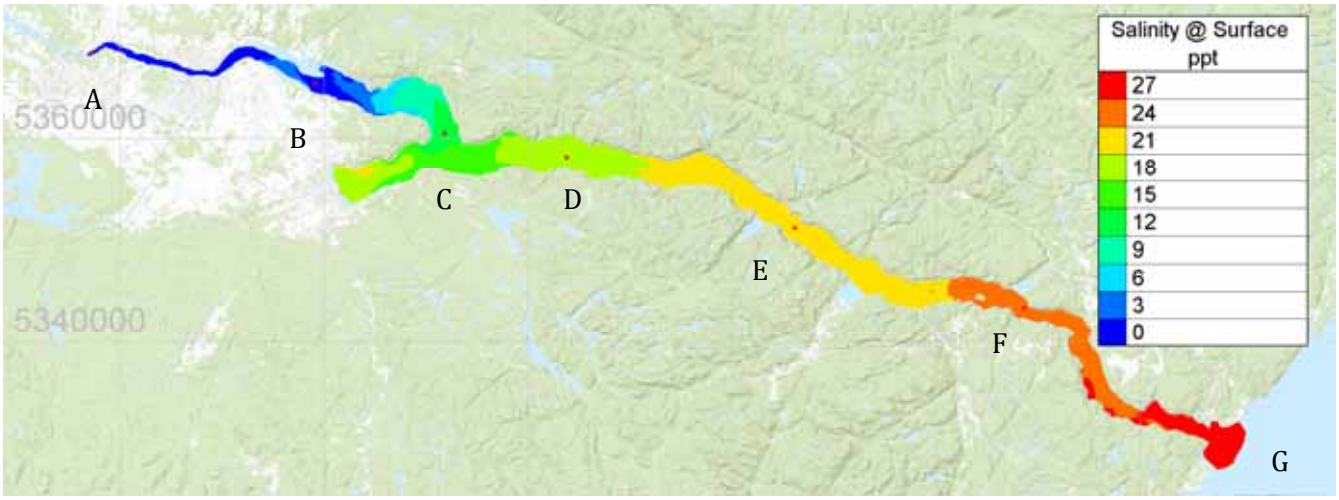


Figure 26: Modelled distribution of surface salinity at the end of the one month warm-up simulation.

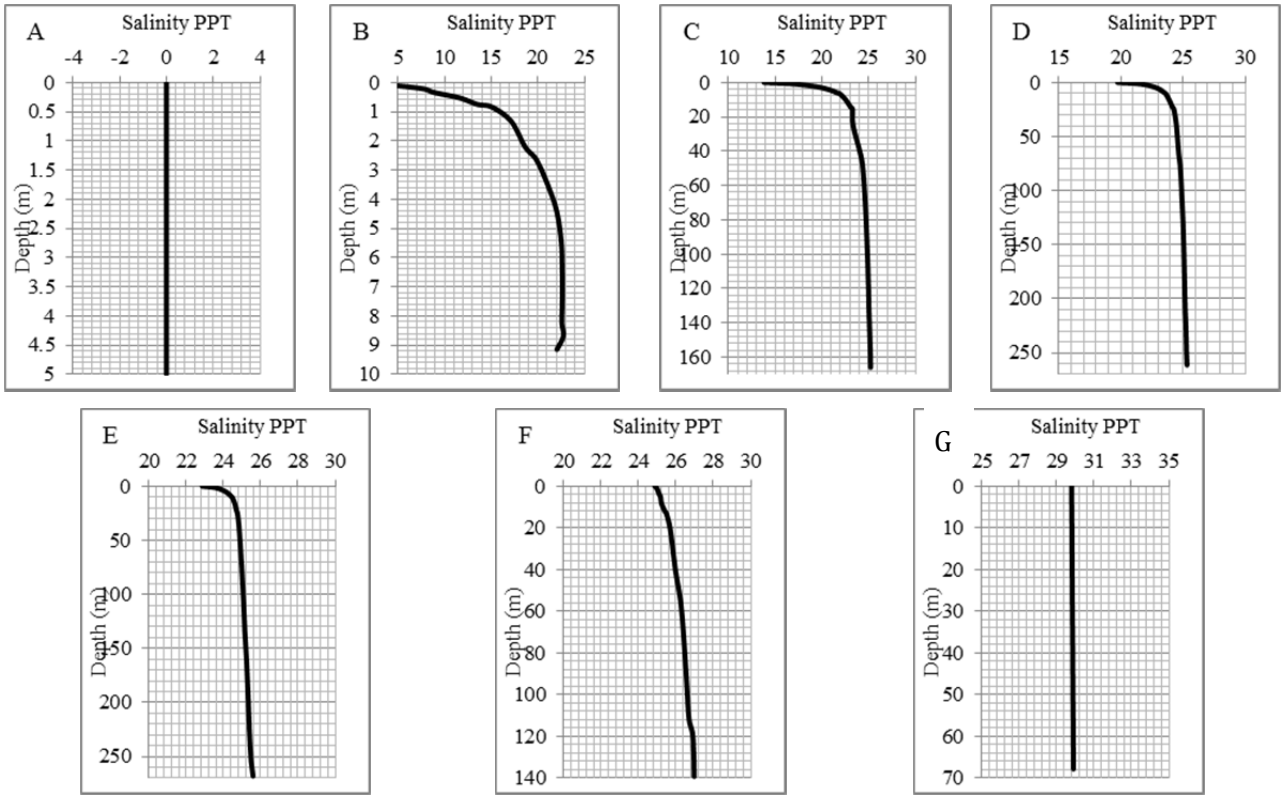


Figure 27: Modelled salinity profiles at locations A – G at the end of the one month warm-up simulation

2.5 Model Calibration and Validation

2.5.1 Calibration

The hydrodynamic model was initially calibrated to ensure that it provides reliable predictions of the water level fluctuations at Port Alfred. The model was calibrated through an iterative process of varying

the bottom roughness until the water-surface elevations predicted by the model were in close agreement with the tide level predictions for Port Alfred published by DFO. In the end, a single Manning's roughness coefficient of 0.04 was used throughout the computational domain. The modelled and published water levels at Port Alfred for the period from May 16-26, 2014 are compared in Figure 28. Both the magnitude and the timing of the high and low tides are reasonably well predicted by the model, although the high tides are slightly under-predicted. Other roughness values yielded results that were less satisfactory.

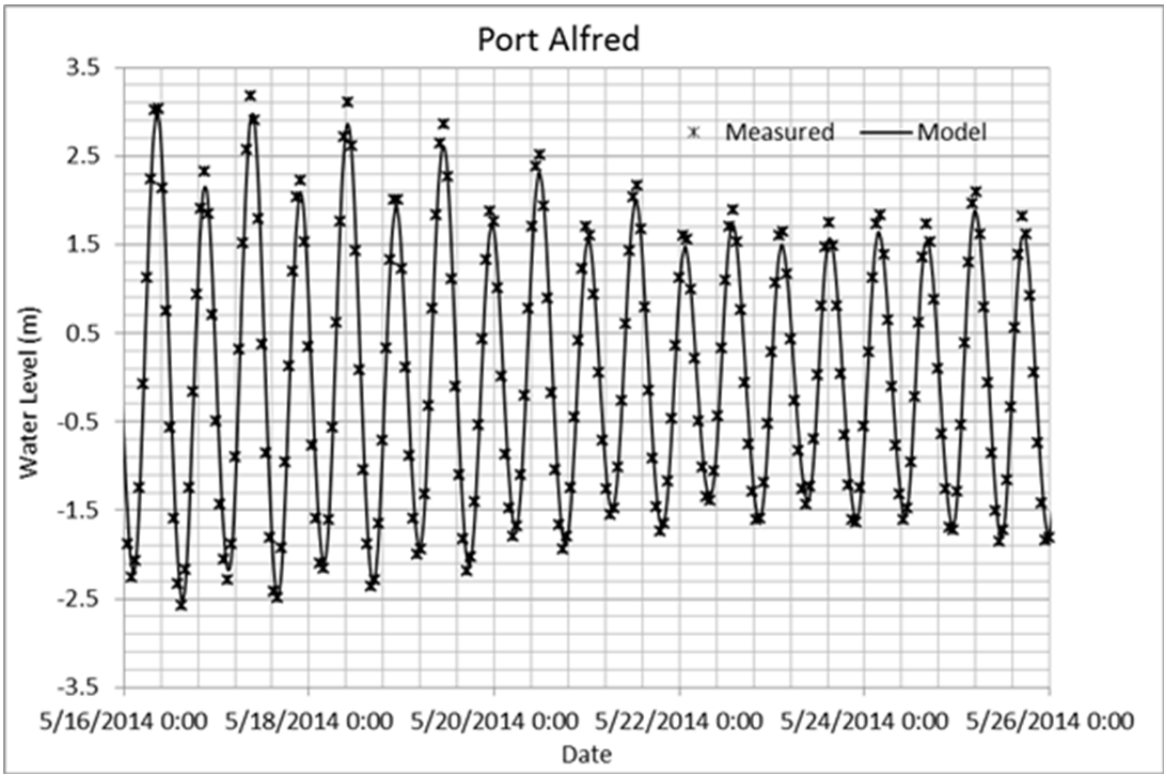


Figure 28: Comparison of modelled and published water levels at Port Alfred for 16-26 May 2014 (solid line denotes model output while discrete points denote published values)

A stationary bottom-mounted ADCP unit was deployed near the Grande Anse wharf for two days from October 27-29, 2015. Estimates of the near-surface current speed derived from this instrument were used to help calibrate the horizontal eddy viscosity used in the numerical simulations. In the end, a horizontal eddy viscosity of 20 m^2/s was selected for use in the model.

The near-surface current speed near the Grande Anse wharf predicted by the numerical model and estimated from the ADCP data are compared graphically in Figure 29. Although the agreement between modelled and 'measured' flow speed is not exact, the model provides a reasonable prediction of the speed of the surface current and the timing of its fluctuations at this location. The model indicates that the current speed at this site is highest during times of ebbing tide, when the tidal current re-inforces the freshwater outflow at the surface, and lowest during times of flooding tide, when the tidal current opposes the freshwater outflow at the surface.

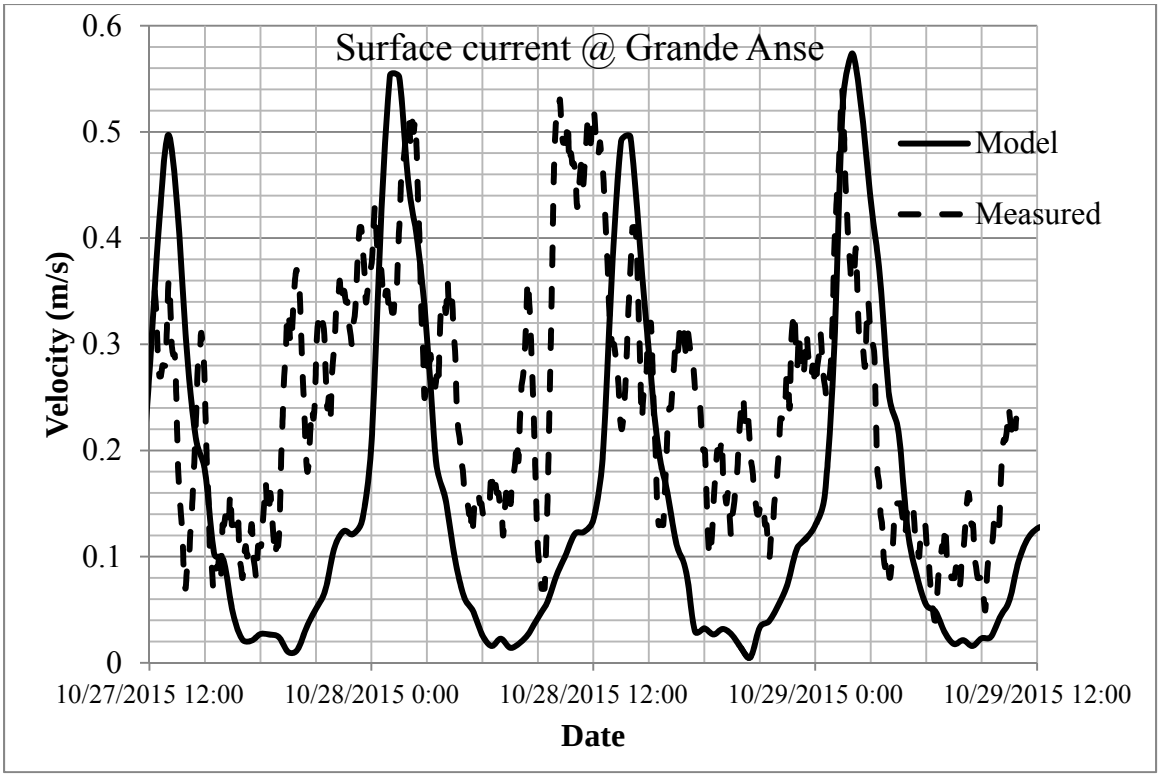


Figure 29: Comparison of measured and modelled near surface current velocity at Grande Anse from Oct 27-29, 2015 (solid line denotes model output while dashed line denotes measured data)

Measurements of the variation of salinity with depth were also available in the study area, and these were used to help identify and calibrate the preferred vertical turbulence model and vertical discretization for these simulations. The available salinity profile measurements are summarized in Table 1.

The numerical simulation of the density stratification in the fjord was found to be sensitive to several factors, including the vertical turbulence model, the number of layers, and vertical distribution of the layers throughout the water column. Better results were obtained when the number of layers was doubled from 11 to 21, and the layers were concentrated in the upper part of the water column where the vertical gradient in salinity was greatest, instead of being evenly distributed with depth. Several alternative vertical turbulence formulations were investigated and assessed, but in the end, the Nezu and Nakagawa mixing length model was selected as the most appropriate model from those available within Telemac-3D.

Figure 30 compares the measured and modelled salinity profiles obtained using the final model set-up for a location near the Grande Anse wharf. While the model successfully predicts a stratified water column for this site, the model over-predicts the salinity near the surface and under-predicts the salinity at lower depths, relative to the measured data. The freshwater layer predicted by the model is much thinner than indicated by the salinity profile data. This result suggests that the degree of vertical mixing may be over-estimated in the model.

It is noted that the hydrodynamic model has been developed to provide a reasonable prediction of near surface currents for various scenarios, and is not intended to provide a complete and full a description of the salinity/density stratification and mixing over the water column and throughout the fjord.

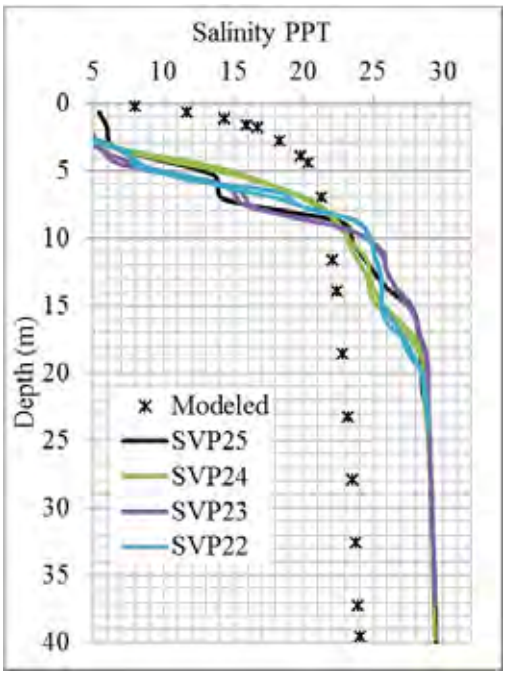


Figure 30: Comparison of measured and modelled salinity profiles near the Grande Anse wharf.

2.6 Validation

The numerical model was validated by comparing model output with different data sets and for different time periods than those used during calibration.

The numerical predictions for water level at Port Alfred and Tadoussac during 20-30 October 2015 are compared with published data in Figure 31 and Figure 32. Both the amplitude and the times of the high and low tides are reasonably well reproduced by the model, although it appears that the model tends to under-predict the height of the high tides at Port Alfred by up to 20 cm.

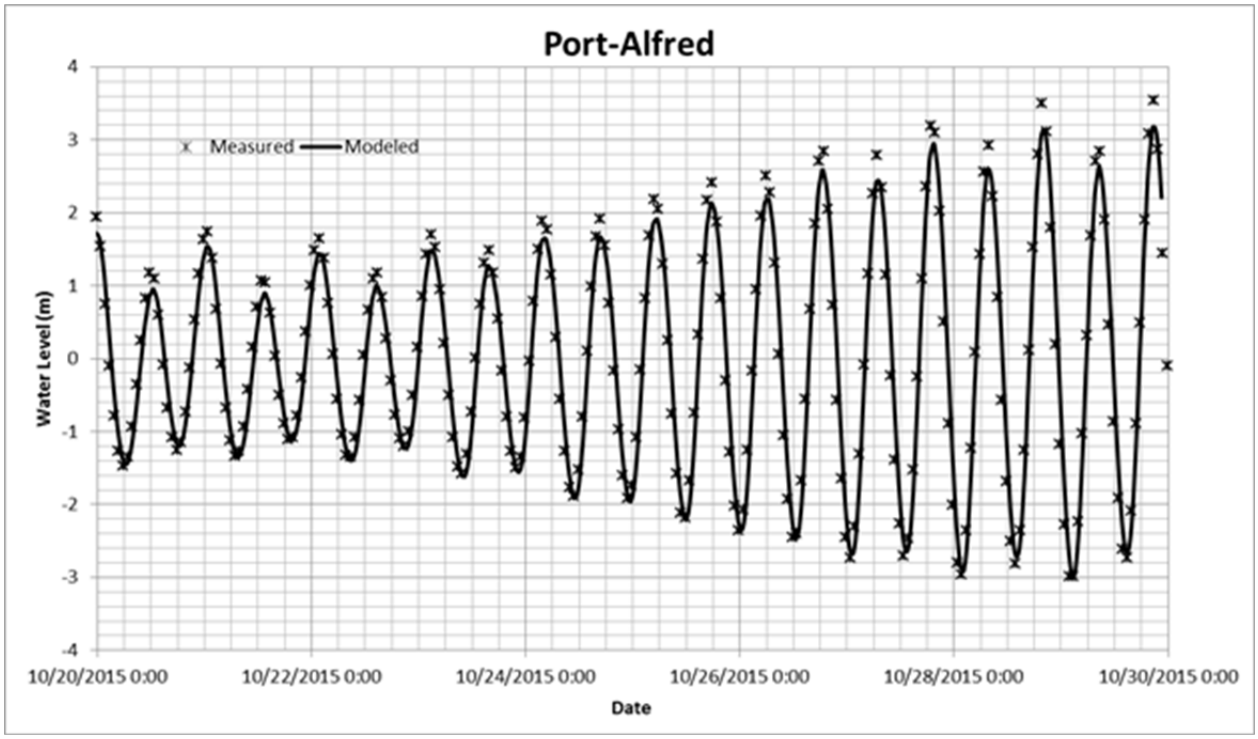


Figure 31: Comparison of measured and modelled water levels at Port Alfred for 20- 30 Oct, 2015.

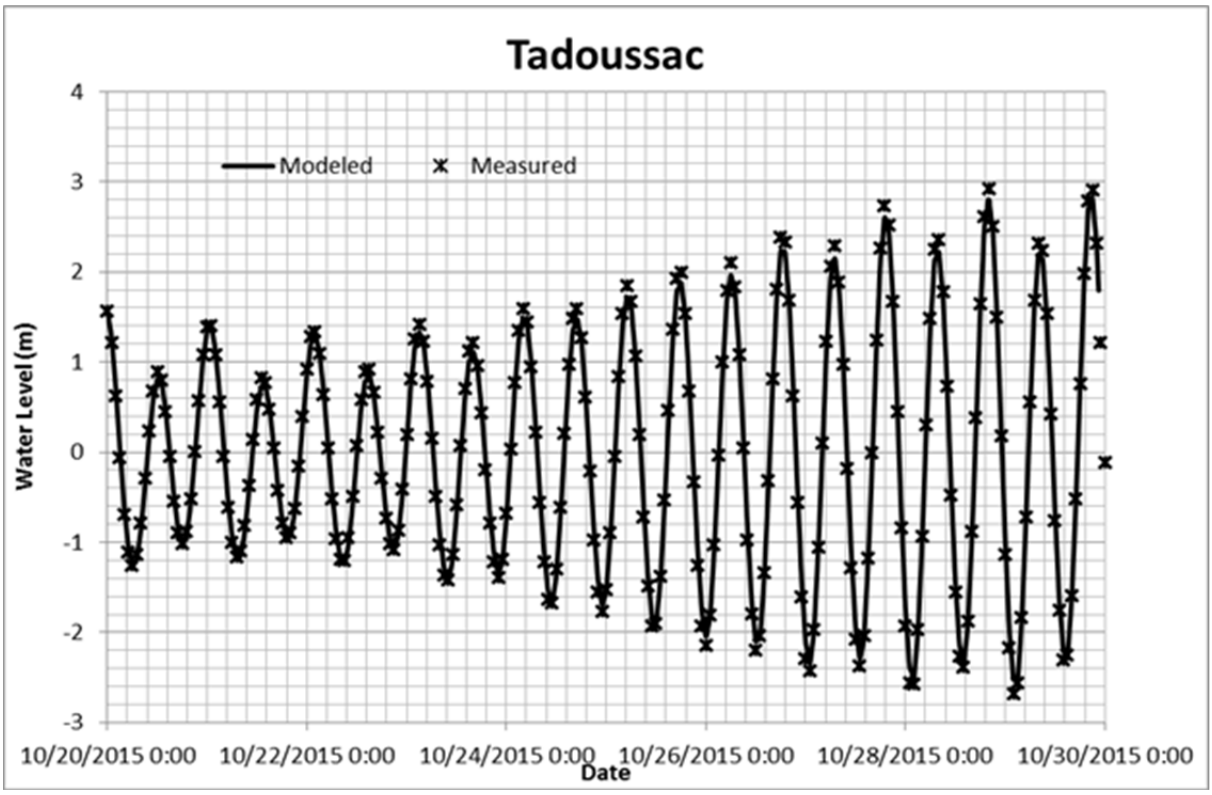


Figure 32: Comparison of measured and modelled water levels at Tadoussac for 20- 30 Oct, 2015

2.7 Scenario Definition

Once the final model configuration and set-up was established, the calibrated and validated model was used to simulate the water levels and three-dimensional flows in the fjord for four different scenarios. The scenarios were selected to include both typical and extreme conditions during the month of March, when the ice cover moves out of the fjord, as well as conditions during the peak of the spring freshet when freshwater inflows are highest. Conditions on 27 October 2015, when the stationary ADCP was deployed near the Grande Anse wharf were also modelled. The specifications for the four scenarios are summarized in Table 3.

In all cases, the model was run for a 14-day period that included both a full Spring tide and a full Neap tide. The tide signal used to force the downstream boundary (near Tadoussac) are shown in Figure 33. The end state of the one month warm-up simulation shown in Figure 26 and Figure 27 was taken as the initial condition for salinity for each scenario.

Table 3 : Specifications for selected scenarios

Scenario	Tide signal	Freshwater inflow (m^3/s)	Remark
1	15-30 October 2015	4297	Average annual maximum freshwater inflow
2	15-30 October 2015	1907	Maximum freshwater inflow during March
3	15-30 October 2015	1244	Average freshwater inflow during March
4	15-30 October 2015	1120	Freshwater inflow on Oct 27, 2015

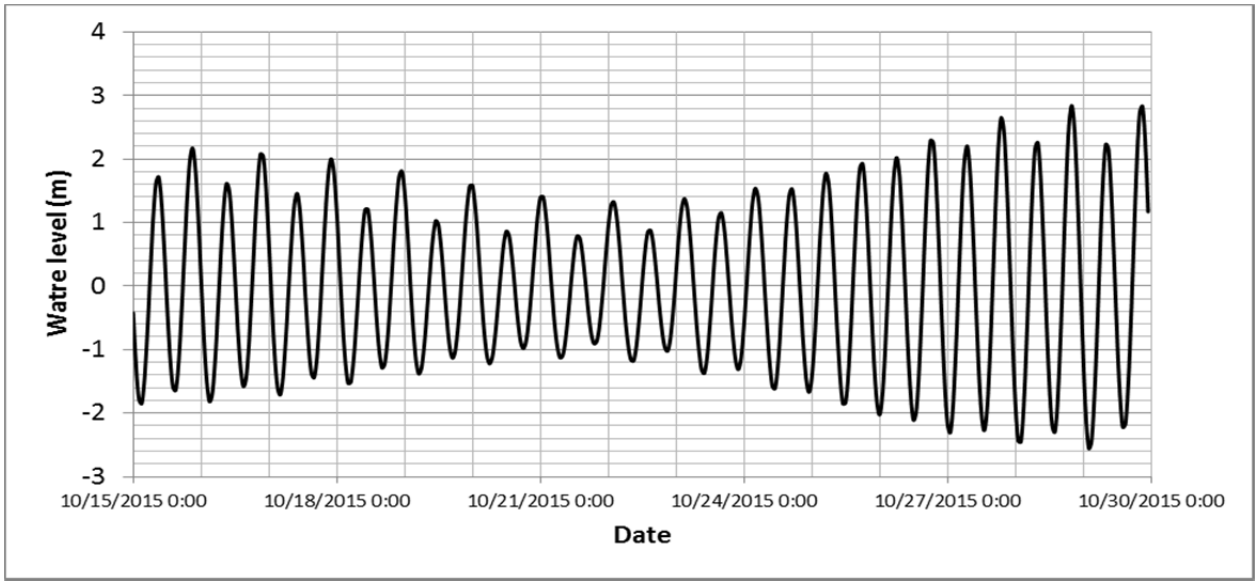


Figure 33: Tide signal applied to force the downstream model boundary in Scenarios 1-4.

2.8 Simulation Results

Simulation results for each scenario described above are presented below. First a map is presented showing the spatial variation in the maximum speed of the surface current over the simulation period. Additional maps showing the spatial distribution of surface current at two times, during the flood phase of the Spring tide and during the ebb phase of the Spring tide, are also presented. Additional maps showing

the horizontal currents for layer 12 (near mid depth) at the same times are also shown. Following these maps, velocity roses and exceedance probability curves for the surface current at four reference sites near the sites of interest (Grande Anse, Énergie Saguenay, Arianne Phosphate and Port Alfred) are presented. The coordinates of the reference sites are summarized in Table 4.

As mentioned above in Section 2.1, the Saguenay Fjord is a highly complex and dynamic body of water where freshwater and seawater combine, mixed by the tides. The complex three-dimensional flows in the fjord are particularly challenging to model numerically. The hydrodynamic model developed for this study has been designed and configured as much as possible to provide useful predictions of the surface currents in the region of interest. However, due to the complexity of the flows in the fjord, the numerous assumptions and approximations inherent in the simulating these flows in a numerical model, and the finite amount of time and budget available for this study, the numerical simulations of near surface current that have been obtained should be associated with a moderate degree of uncertainty.

It is noted that the presence of an ice cover and the potential effects of an ice cover on the flows and surface currents in the fjord are not included in these numerical simulations, nor are the potential effects of wind blowing over the water surface. The simulation results are therefore truly valid only for open-water conditions without strong wind. It is reasonable to assume that these results will also be valid for the case when the ice cover has fractured into pieces that are being carried along by the surface current. In the case of a land-fast ice cover, it is reasonable to assume that the stationary ice cover provides an additional resistance to the flow. A velocity boundary layer will develop against the underside of the solid stationary ice sheet and the near surface currents can be expected to be smaller than predicted by this model.

Table 4 : Reference sites for presentation of simulation results.

Code	Name	Longitude	Latitude	Depth at mean tide (m)
GA	Grande Anse	-70.83°	48.40°	17
ES	Énergie Saguenay	-70.82°	48.40°	31
AP	Arianne Phosphate	-70.72°	48.41°	21
PA	Port Alfred	-70.86°	48.33°	8.5

2.8.1 Scenario 1

Scenario 1 represents conditions at the peak of the average annual freshet, when freshwater inflows to the fjord are ~4,297 m^3/s. The model outputs for Scenario 1 are presented below in Figure 34 - Figure 39.

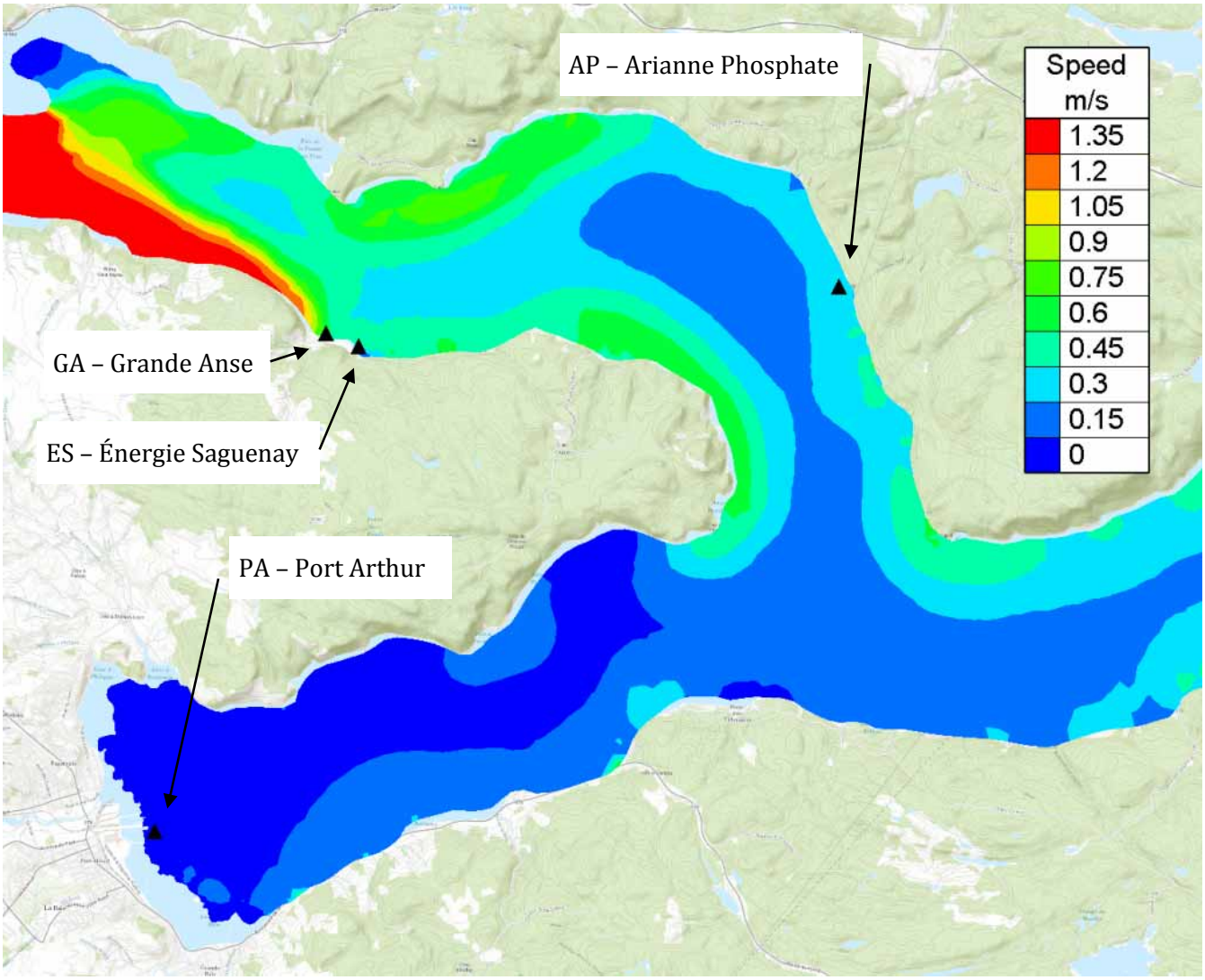


Figure 34: Maximum surface current speed for Scenario 1.

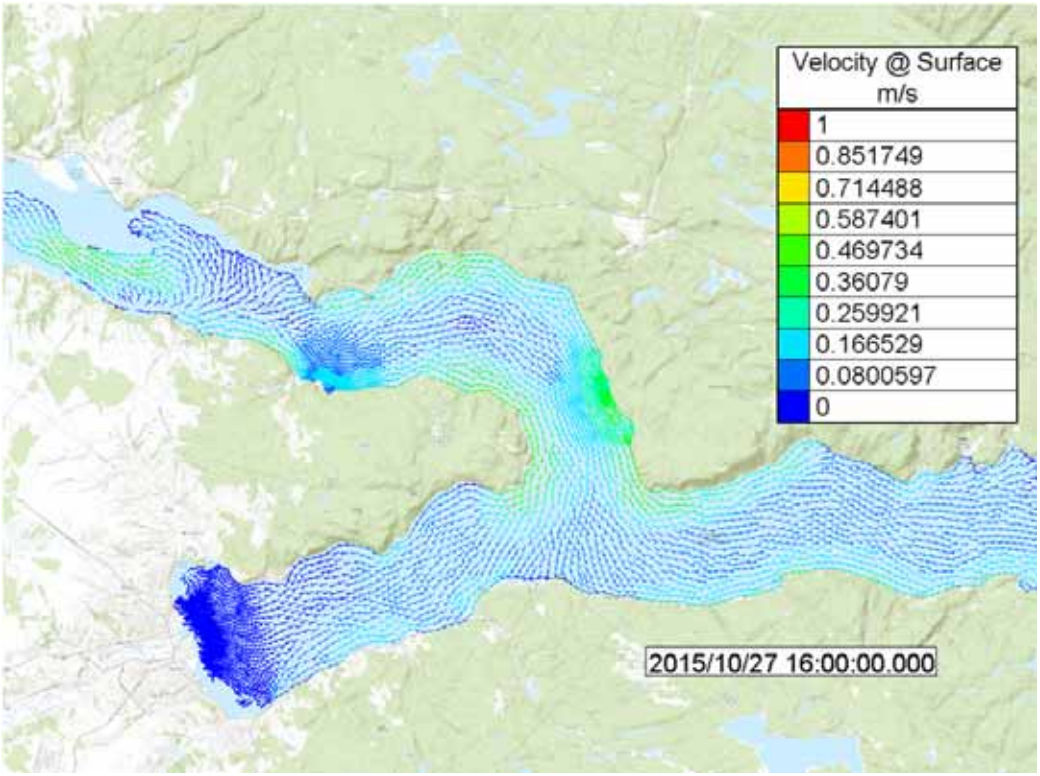


Figure 35: Surface current during a Spring flood tide for Scenario 1.

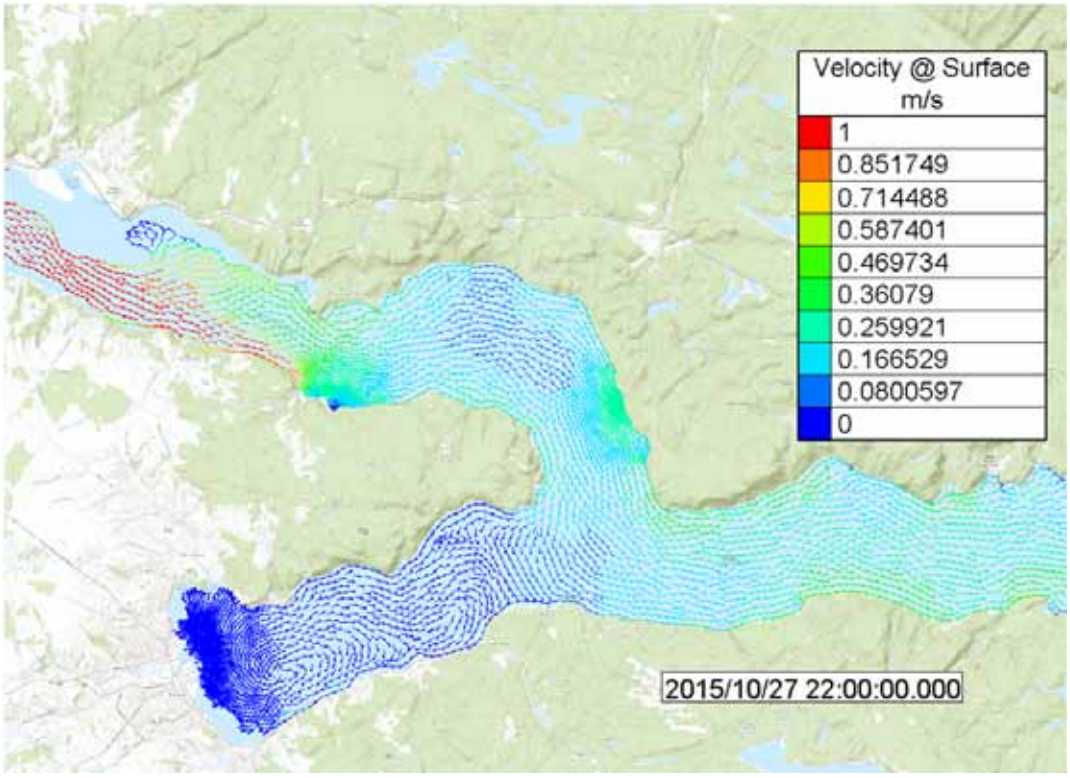


Figure 36: Surface current during a Spring ebb tide for Scenario 1.

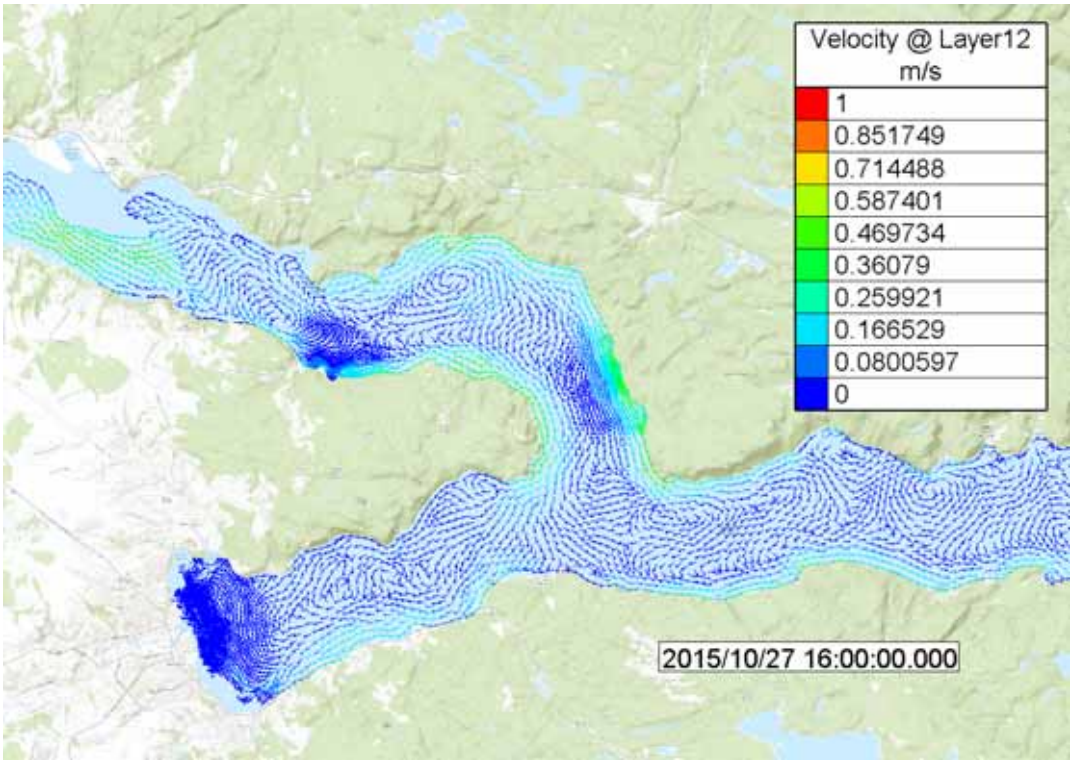


Figure 37: Mid-depth current during a Spring flood tide for Scenario 1.

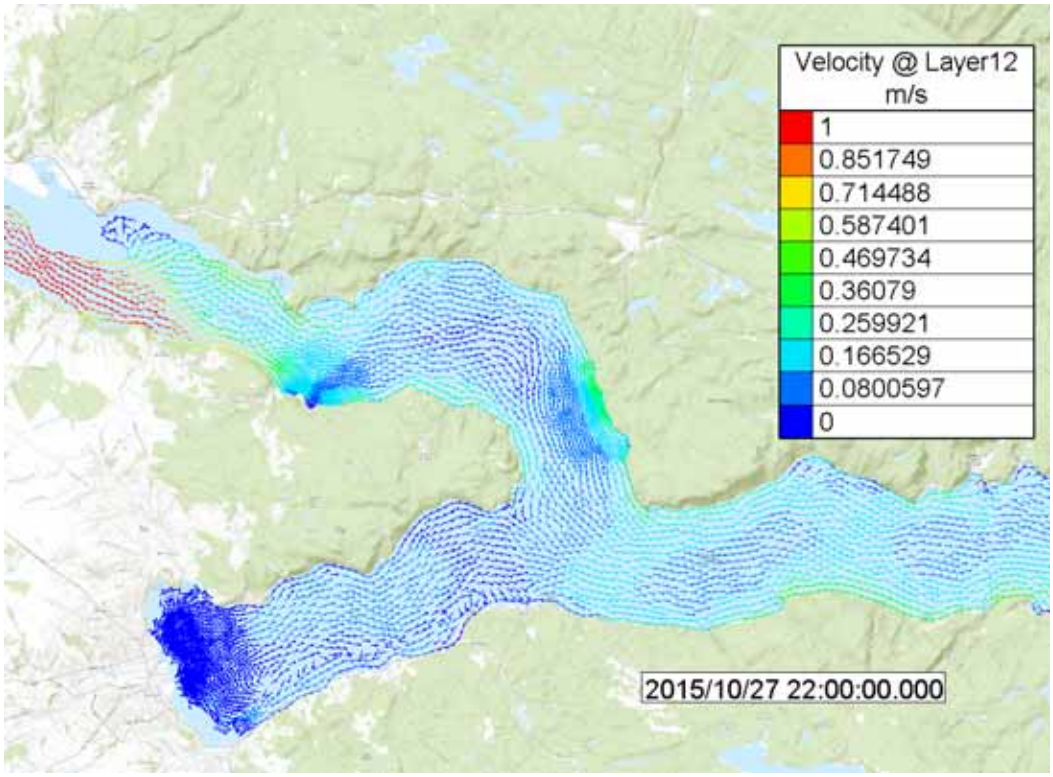
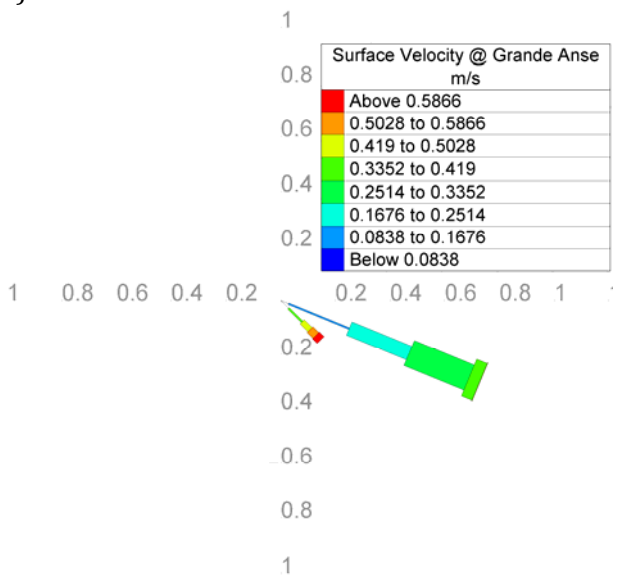
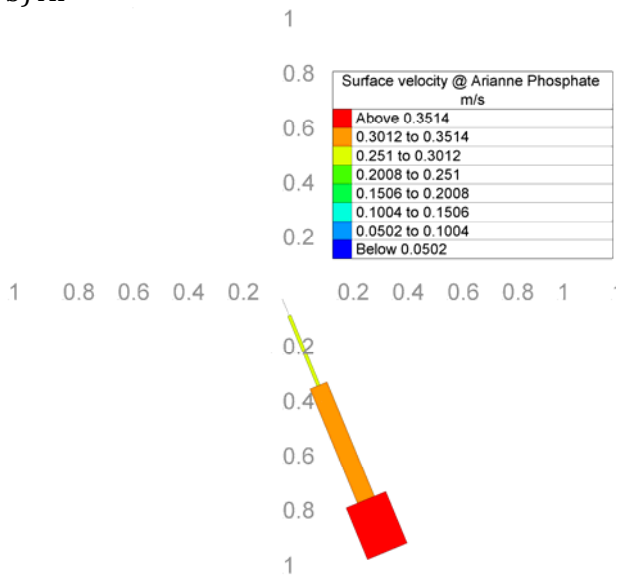


Figure 38: Mid-depth current during a Spring ebb tide for Scenario 1.

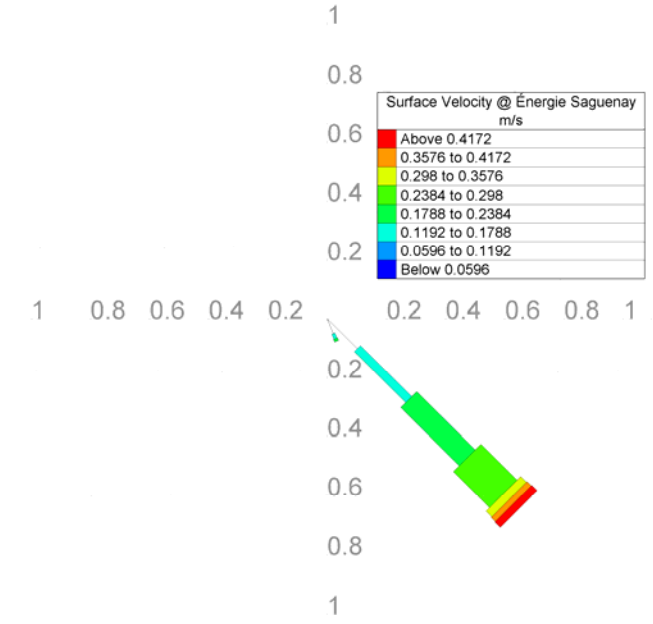
a) GA



b) AP



c) ES



d) PA

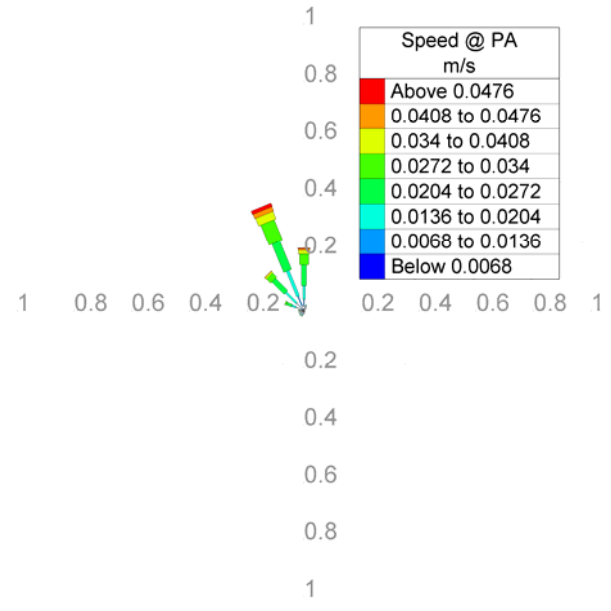


Figure 39: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 1.

2.8.2 Scenario 2

Scenario 2 represents conditions when freshwater inflows to the fjord are 1,907 m^3/s, the maximum freshwater inflow recorded during the month of March. The model outputs for Scenario 2 are presented below in Figure 40 - Figure 45.

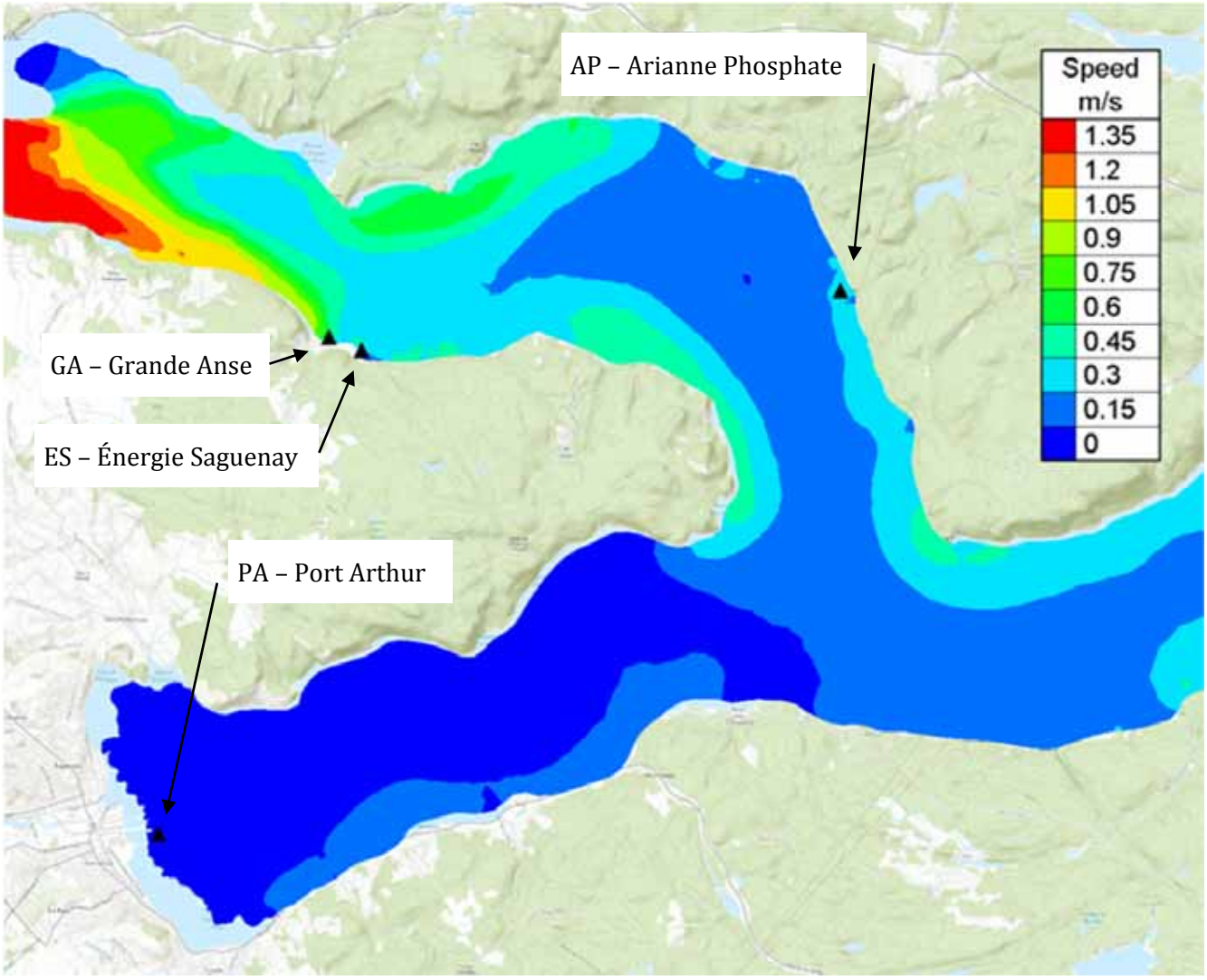


Figure 40: Maximum surface current speed for Scenario 2.

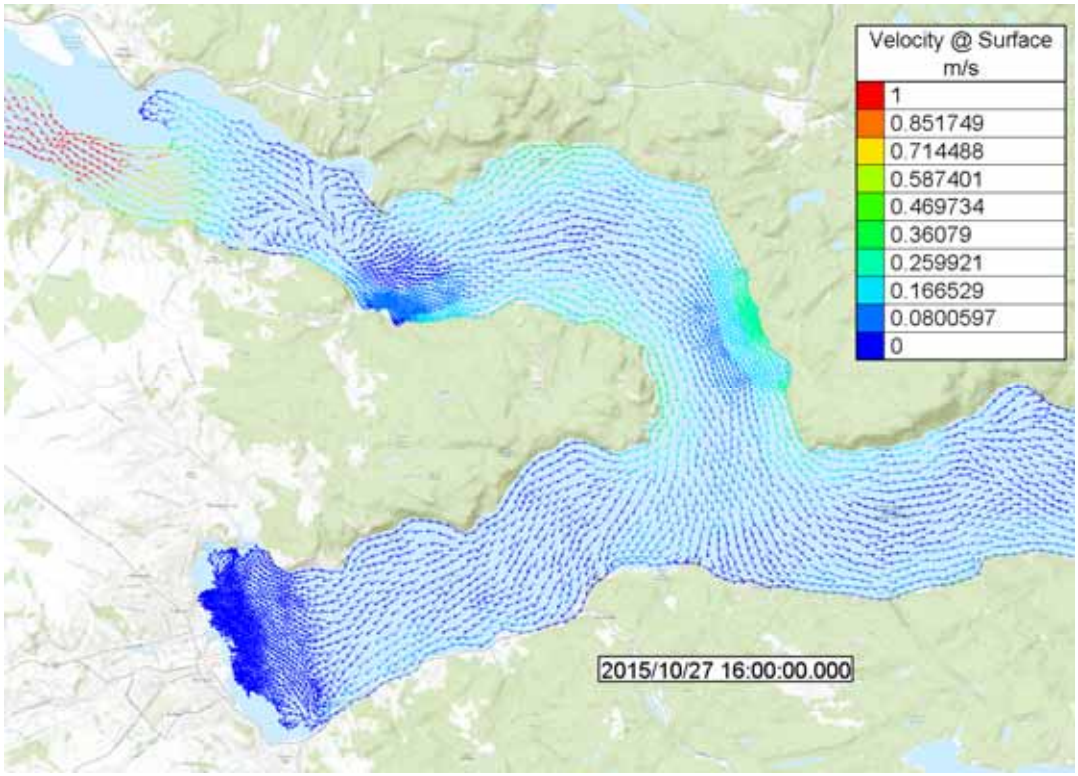


Figure 41: Surface current during a Spring flood tide for Scenario 2.

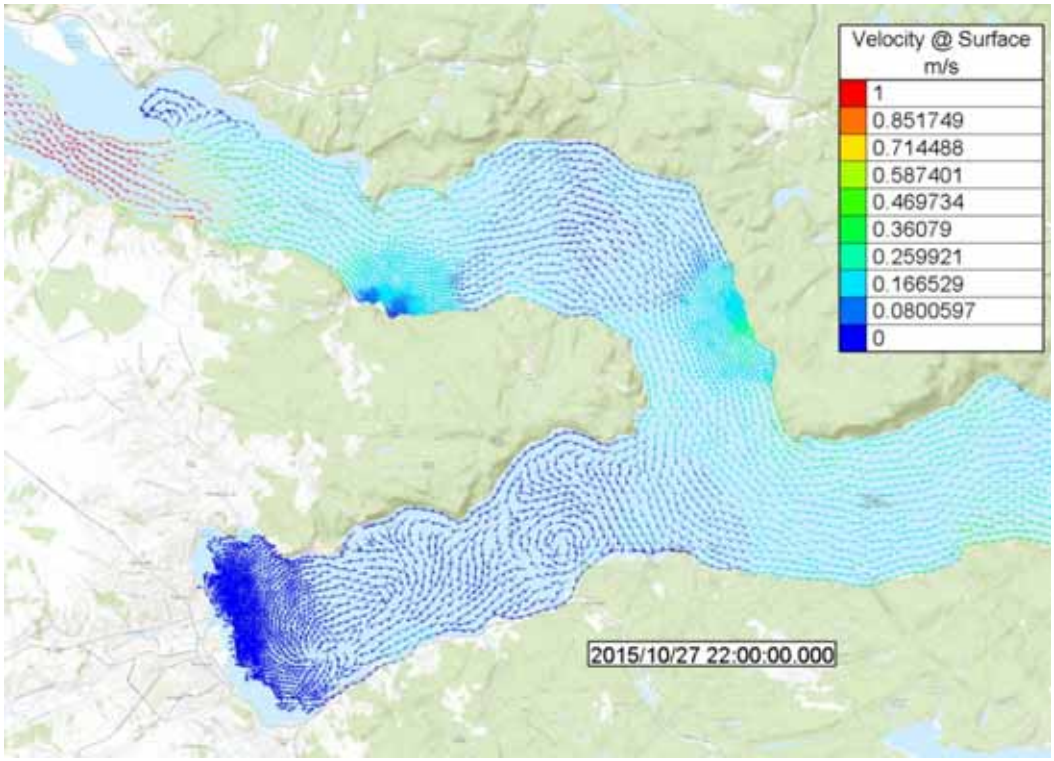


Figure 42: Surface current during a Spring ebb tide for Scenario 2.

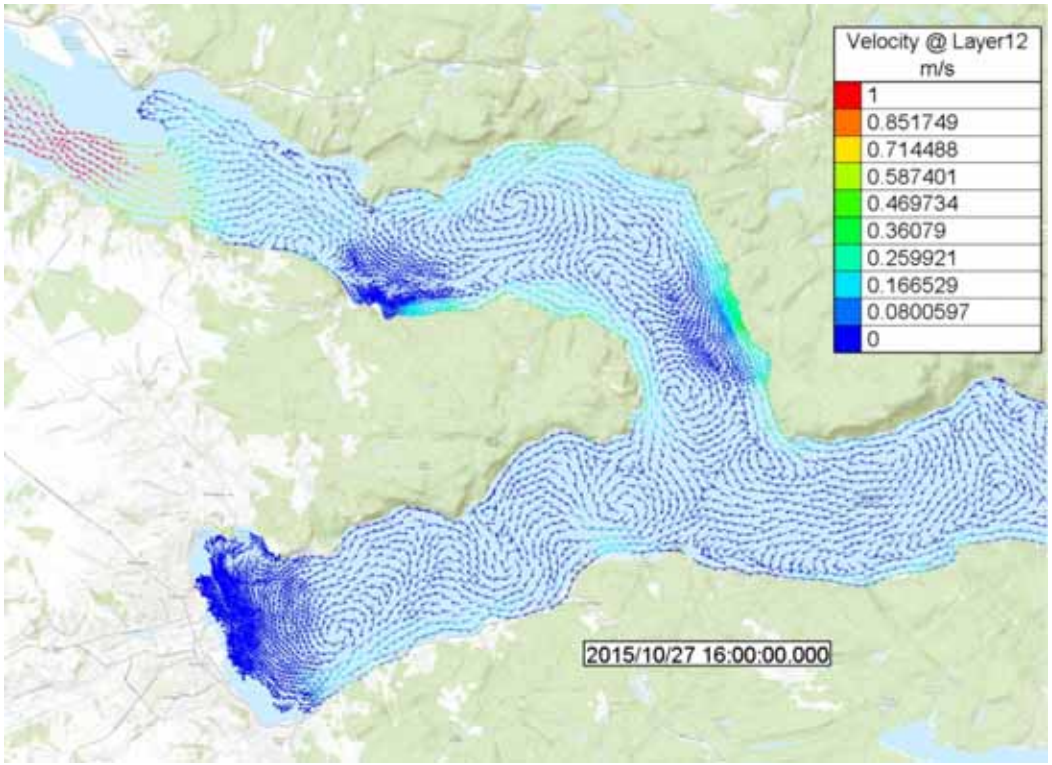


Figure 43: Mid-depth current during a Spring flood tide for Scenario 2.

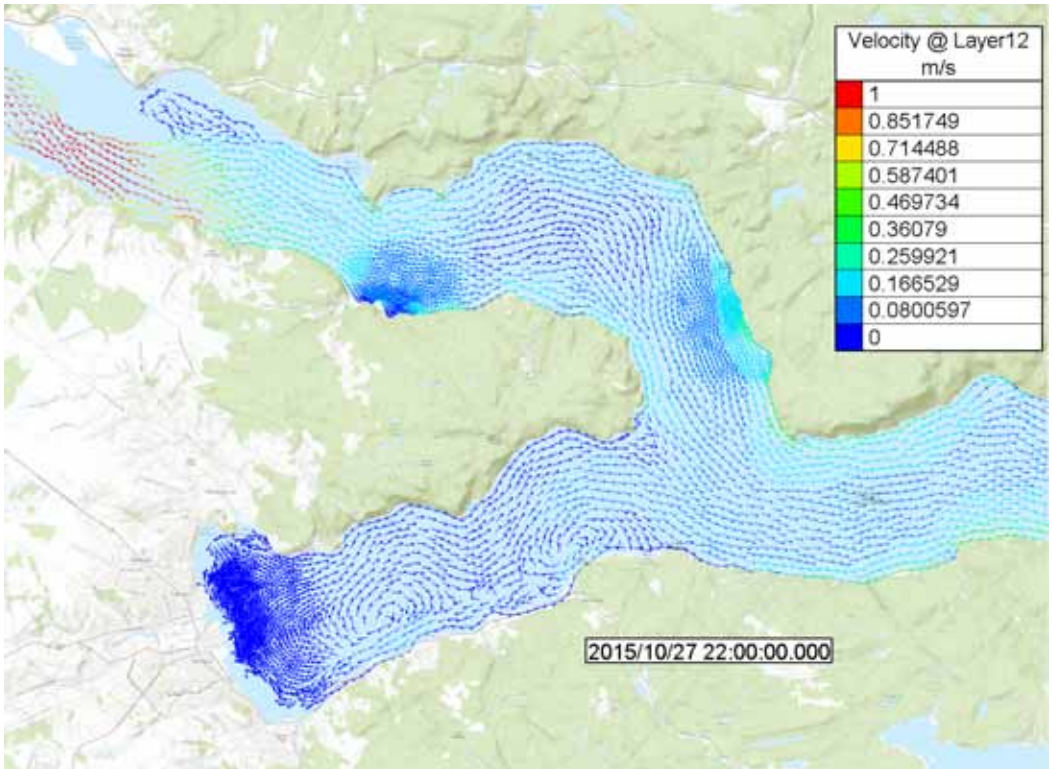
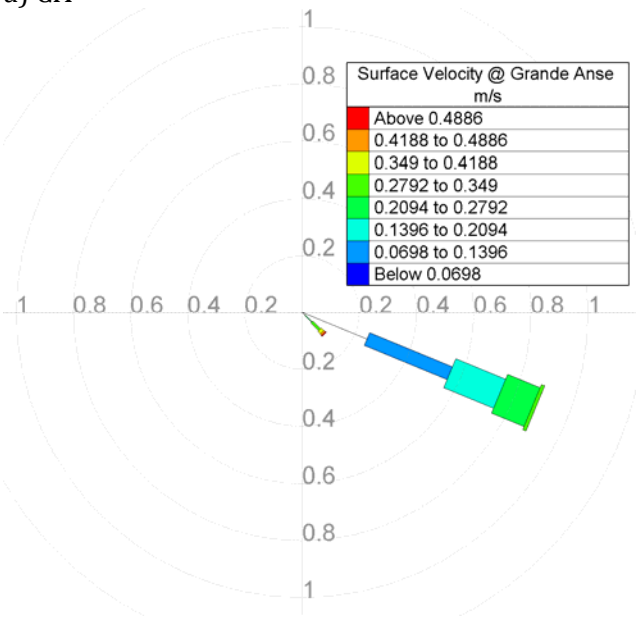
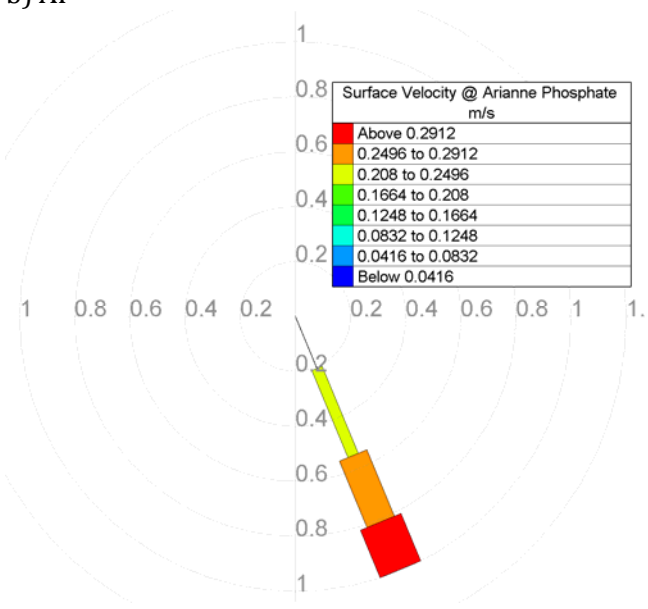


Figure 44: Mid-depth current during a Spring ebb tide for Scenario 2.

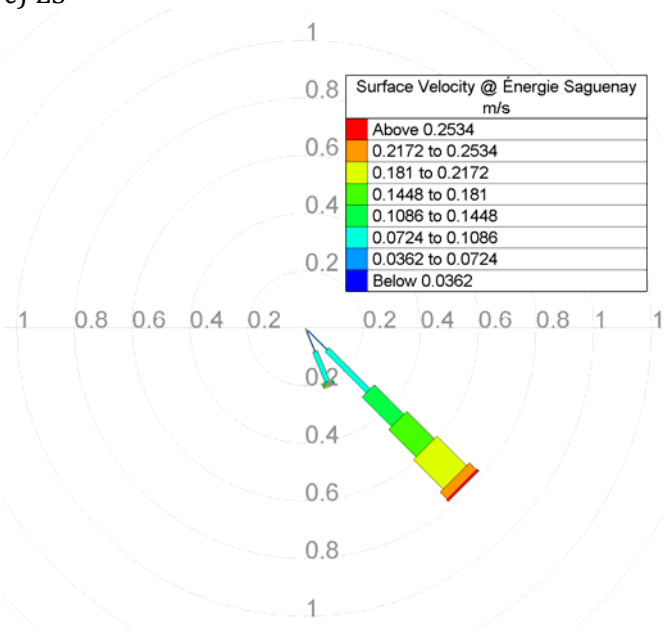
a) GA



b) AP



c) ES



d) PA

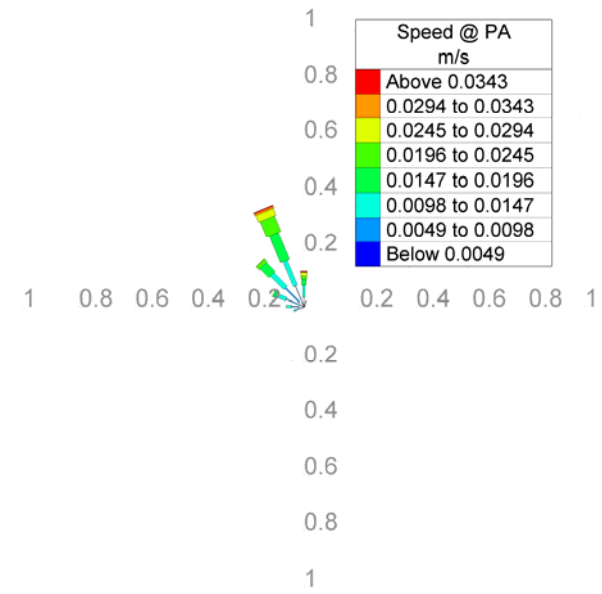


Figure 45: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 2.

2.8.3 Scenario 3

Scenario 3 represents conditions when freshwater inflows to the fjord are 1,244 m^3/s, the average freshwater inflow recorded during the month of March. The model outputs for Scenario 3 are presented below in Figure 46 - Figure 51.

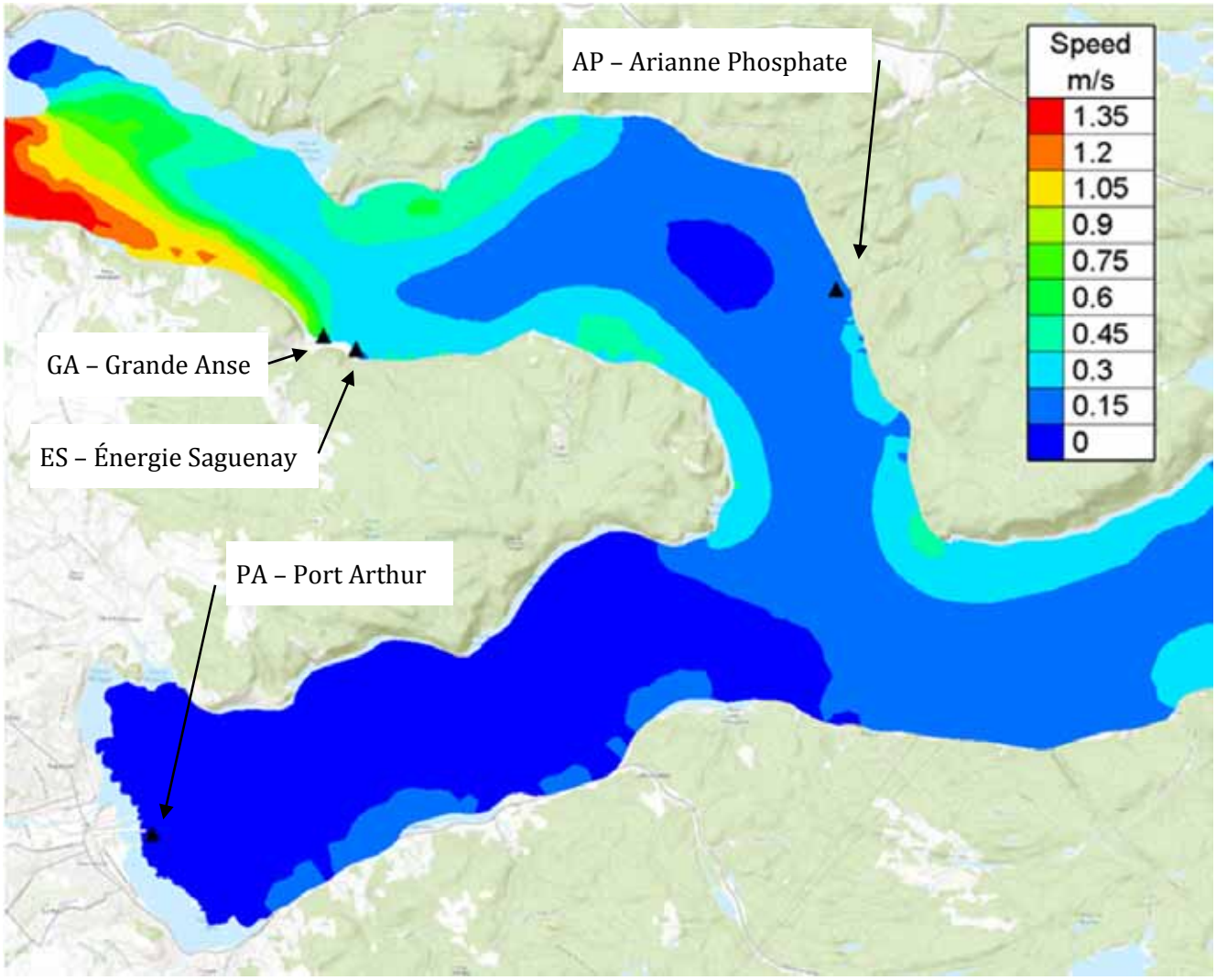


Figure 46: Maximum surface current speed for Scenario 3.

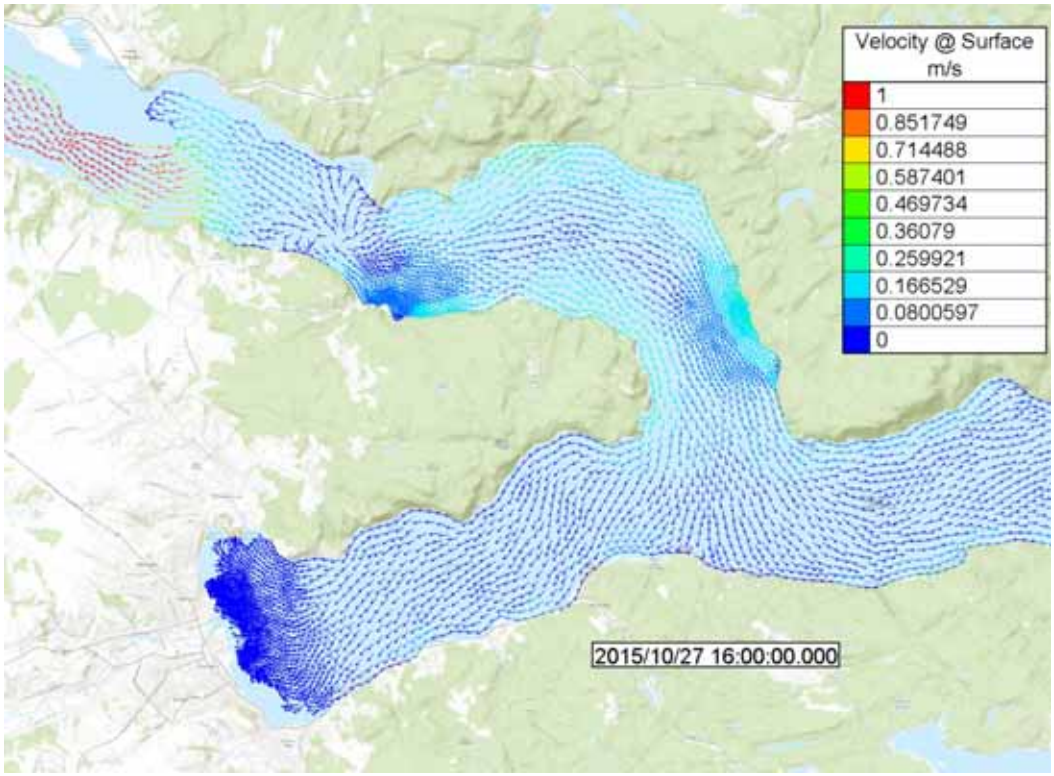


Figure 47: Surface current during a Spring flood tide for Scenario 3.

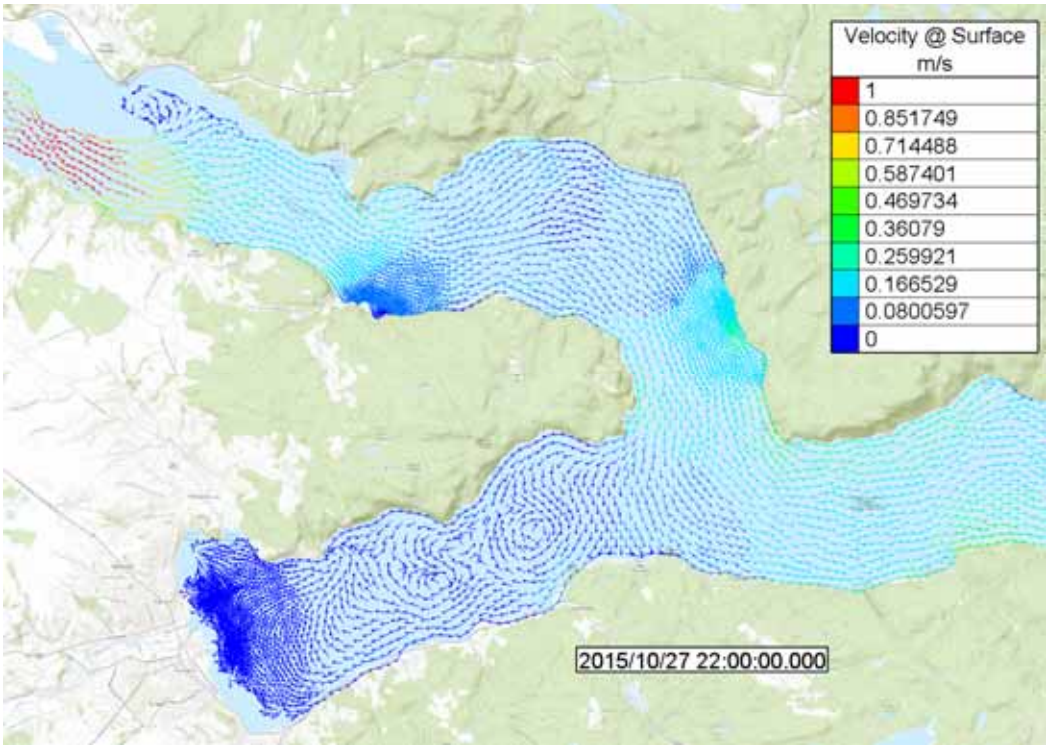


Figure 48: Surface current during a Spring ebb tide for Scenario 3.

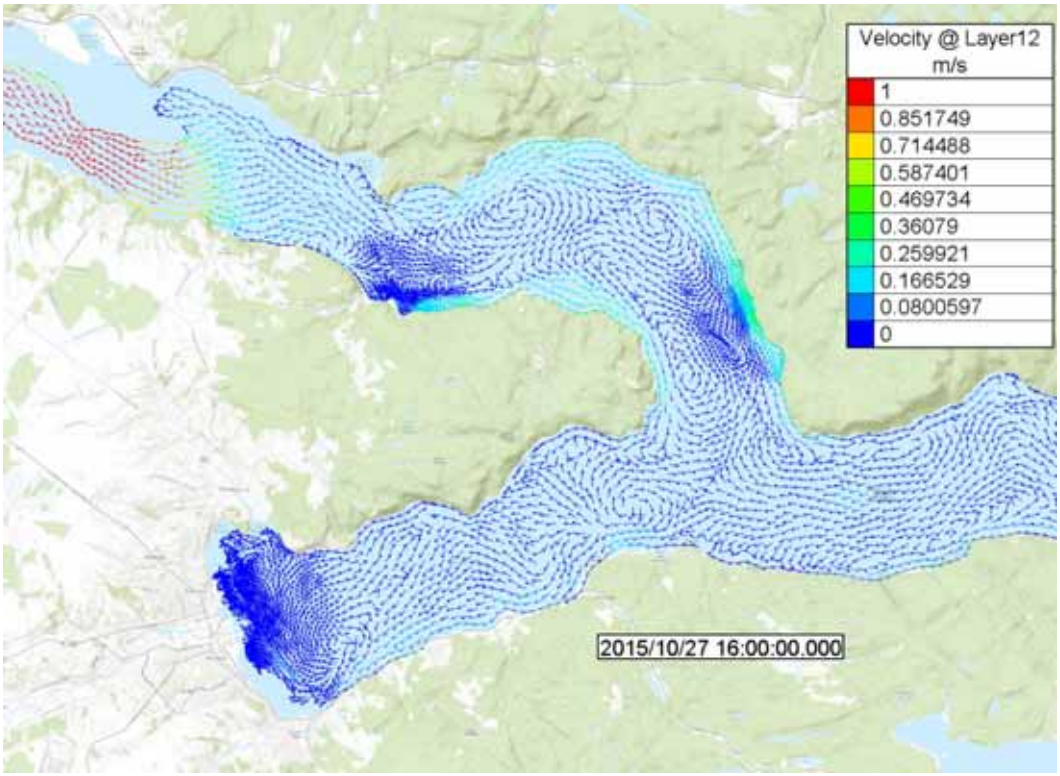


Figure 49: Mid-depth current during a Spring flood tide for Scenario 3.

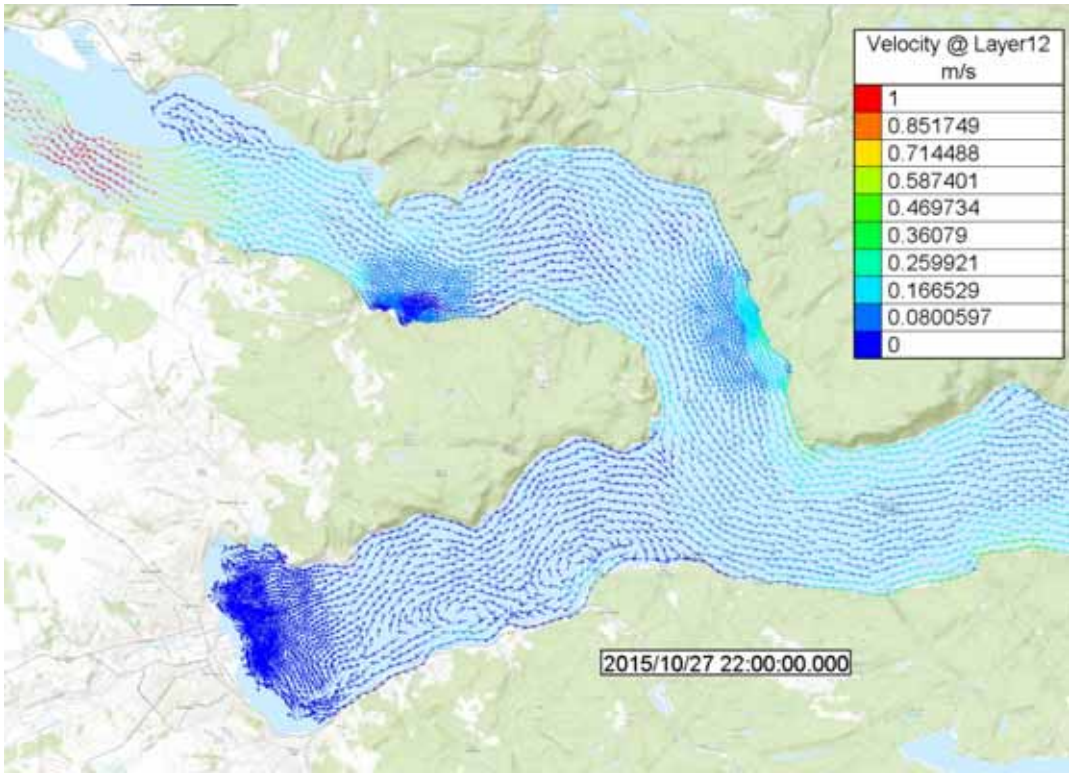
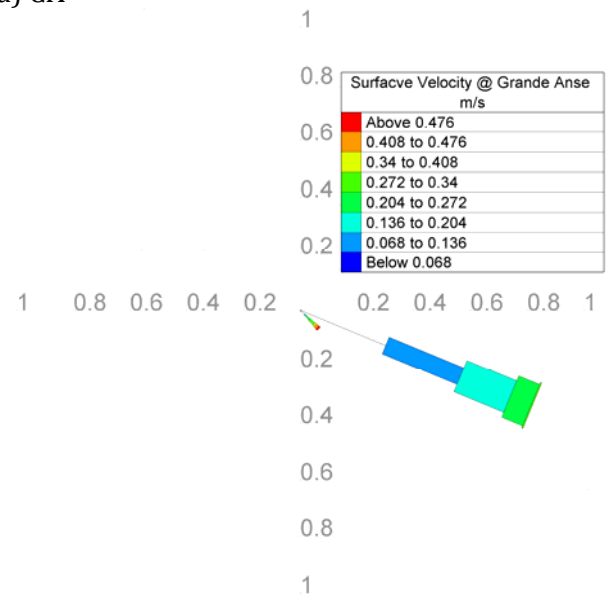
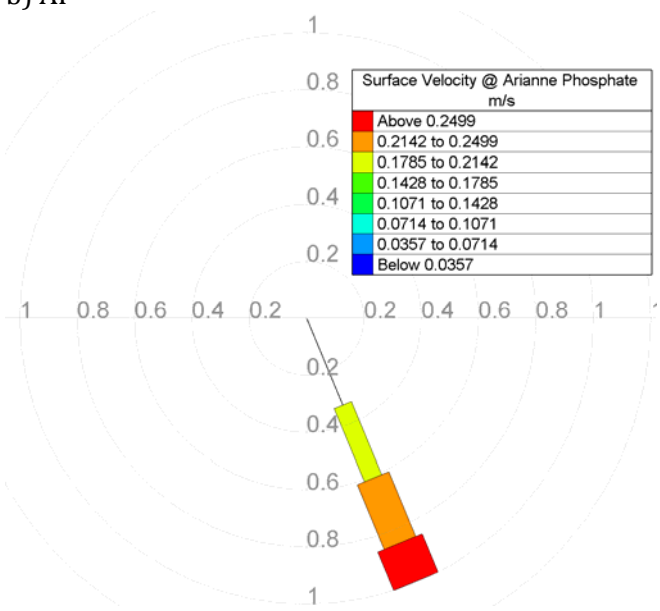


Figure 50: Mid-depth current during a Spring ebb tide for Scenario 3.

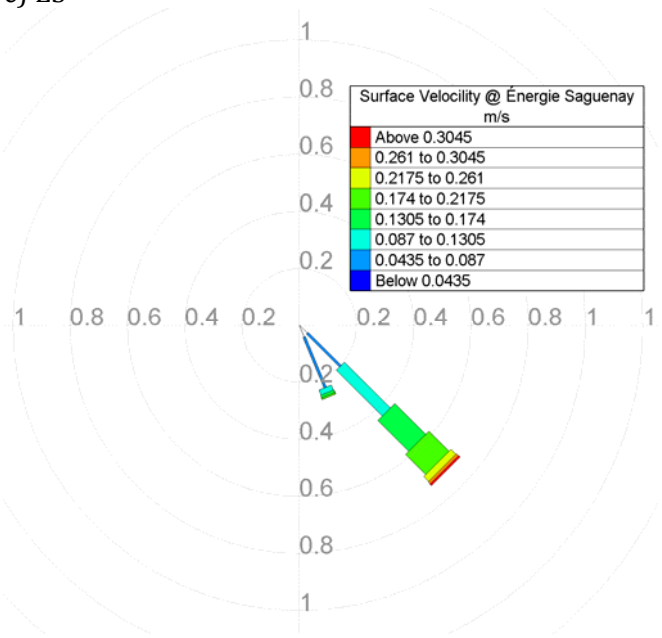
a) GA



b) AP



c) ES



d) PA

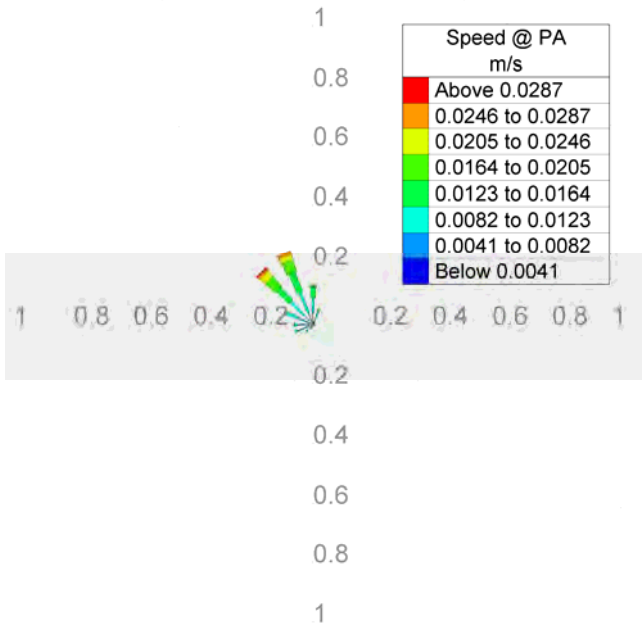


Figure 51: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 3.

2.8.4 Scenario 4

Scenario 4 represents conditions during the second half of October 2015 when freshwater inflows to the fjord are 1,120 m^3/s. The model outputs for Scenario 4 are presented below in Figure 52 - Figure 57.

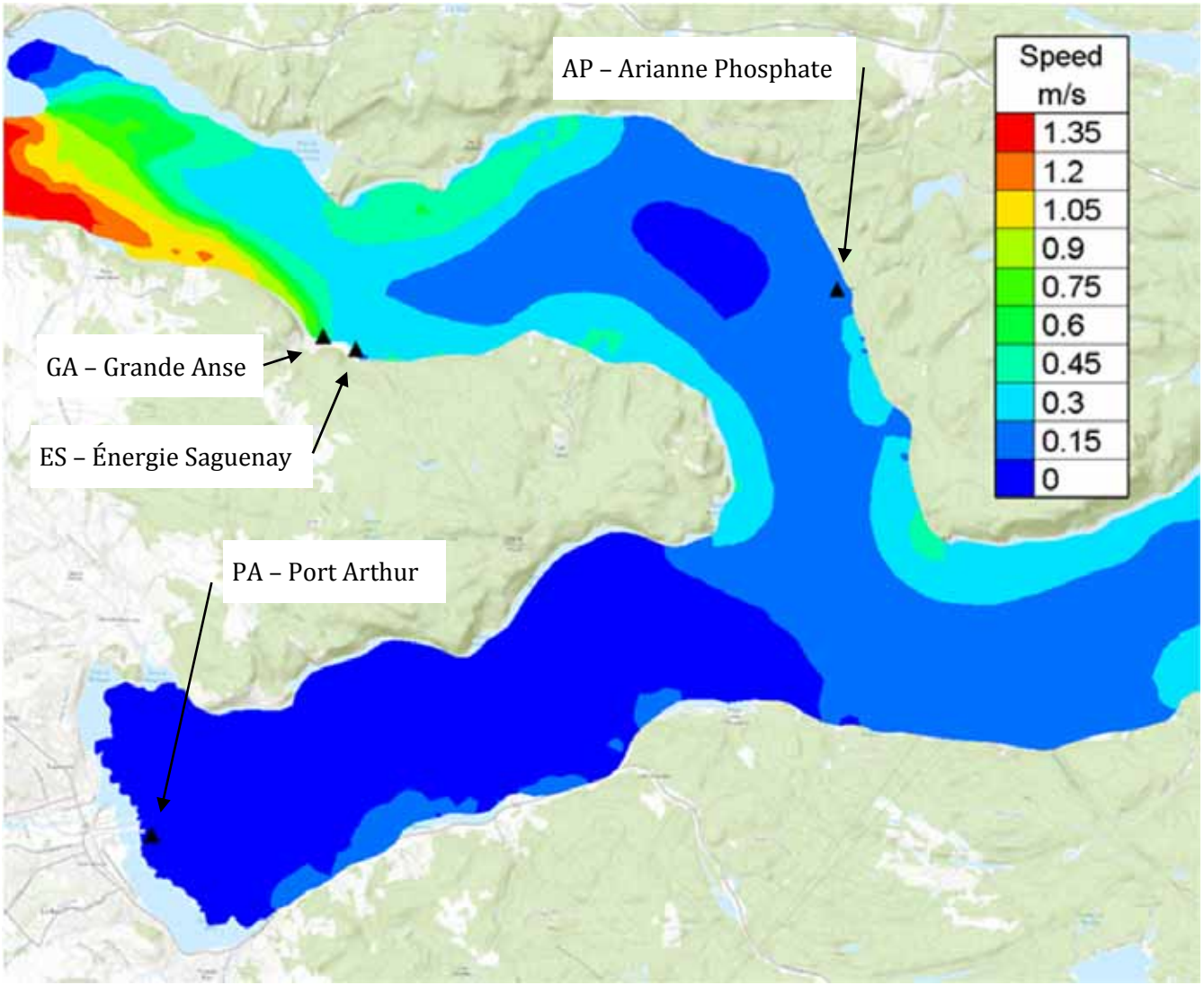


Figure 52: Maximum surface current speed for Scenario 4.

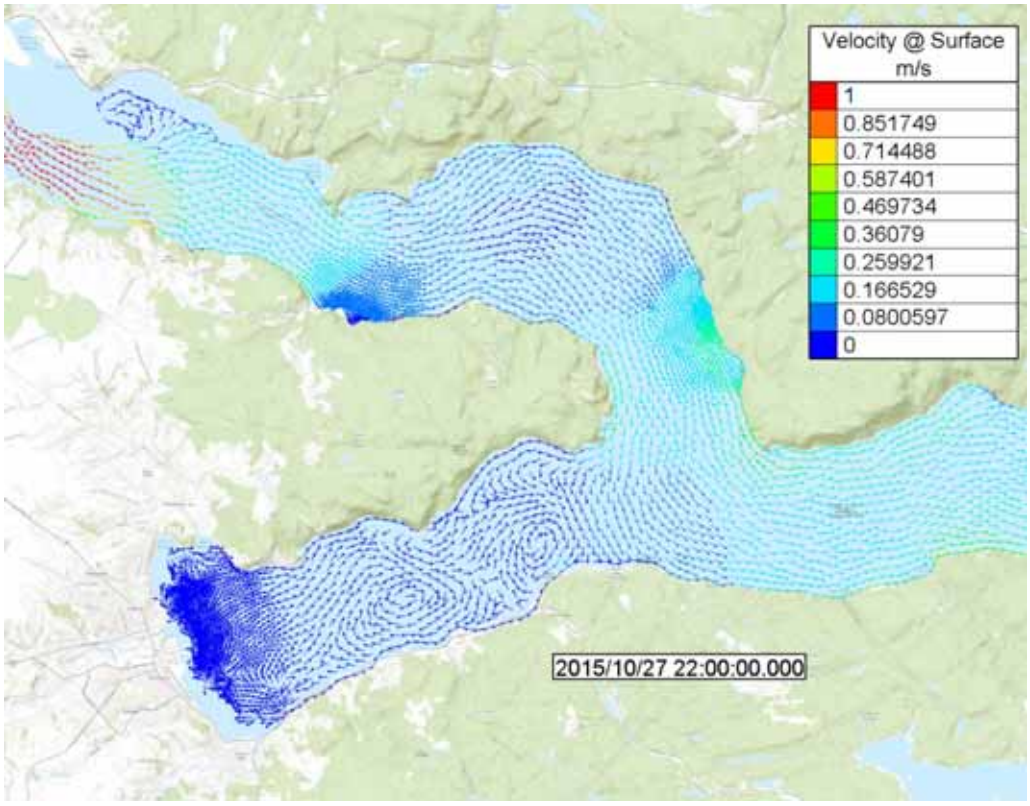


Figure 53: Surface current during Spring flood tide for Scenario 4.

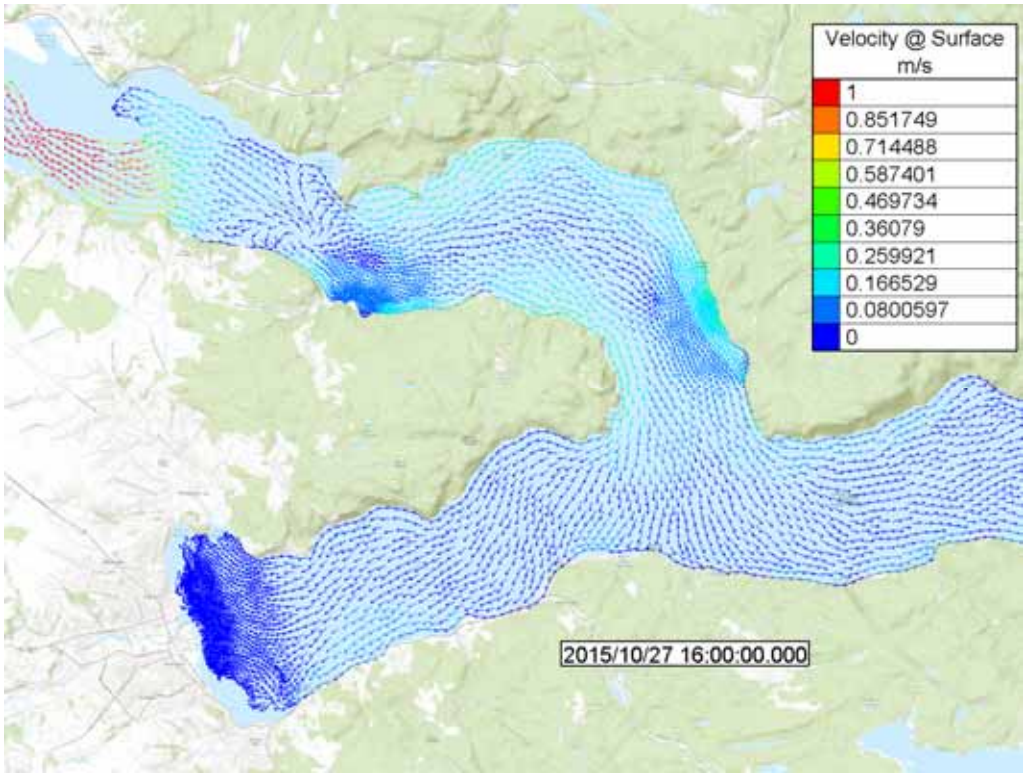


Figure 54: Surface current during Spring ebb tide for Scenario 4.

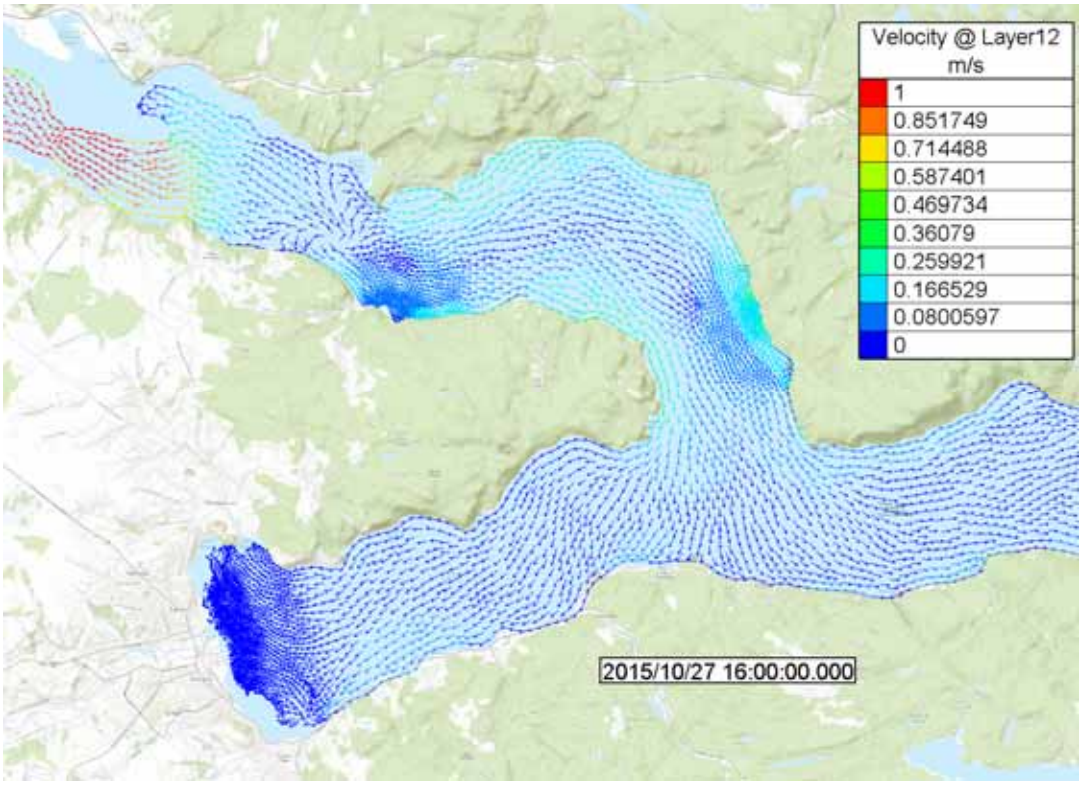


Figure 55: Mid-depth current during Spring flood tide for Scenario 4.

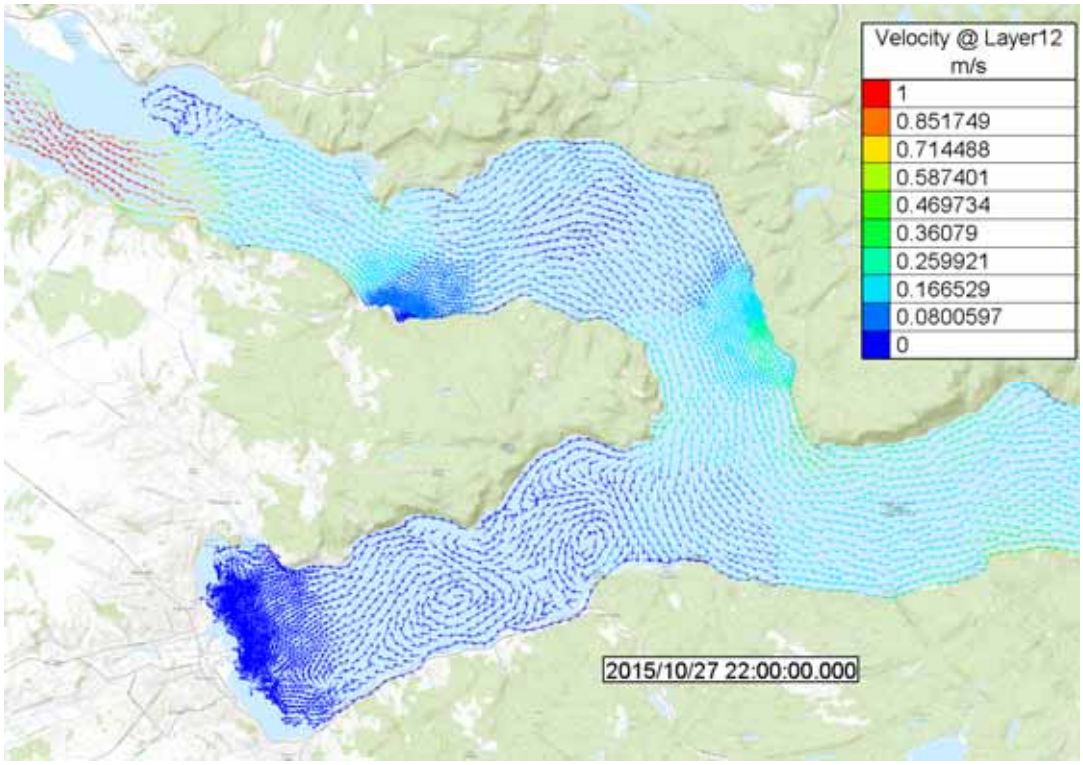
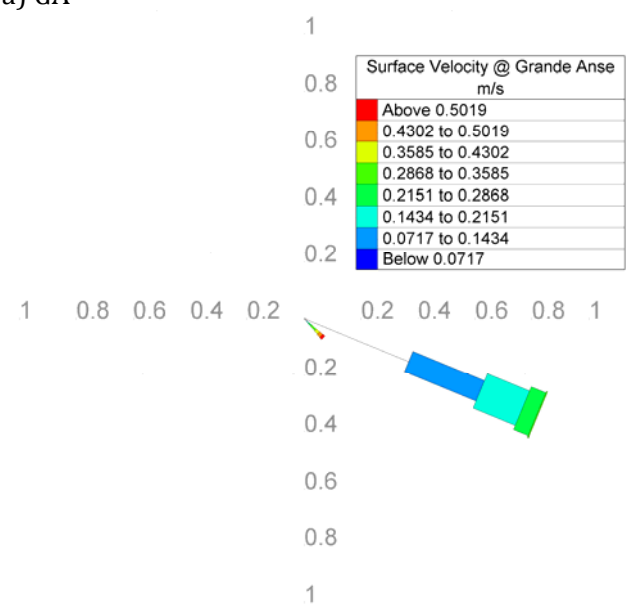
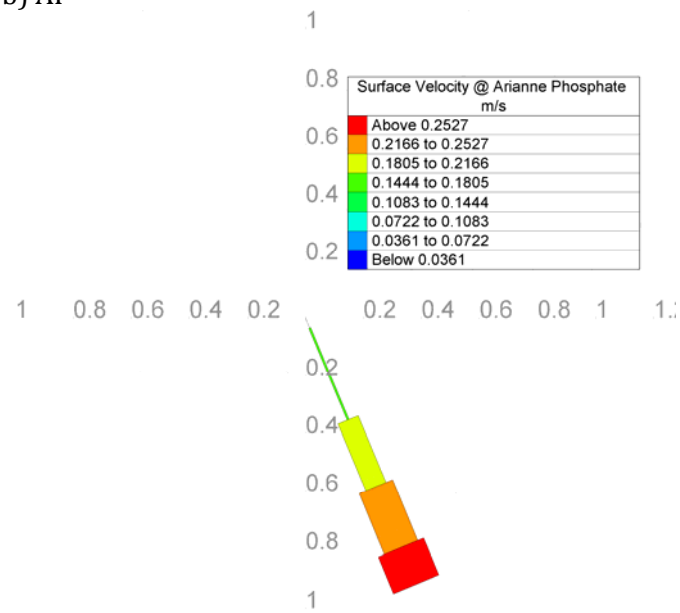


Figure 56: Mid-depth current during Spring ebb tide for Scenario 4.

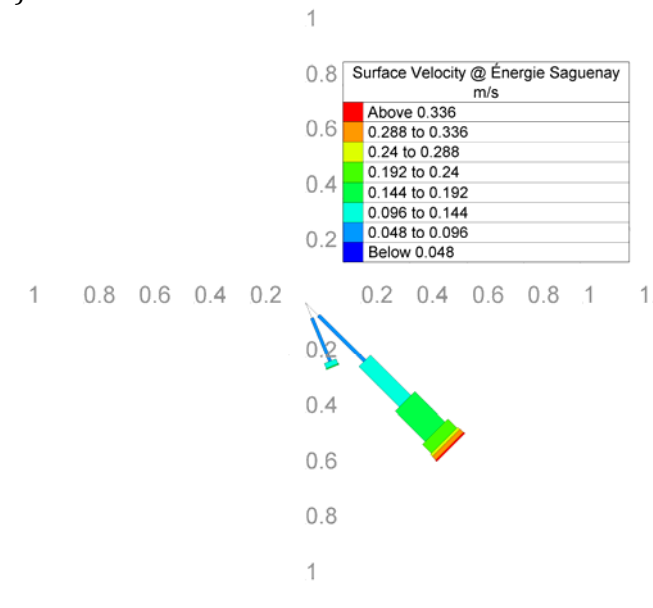
a) GA



b) AP



c) ES



d) PA

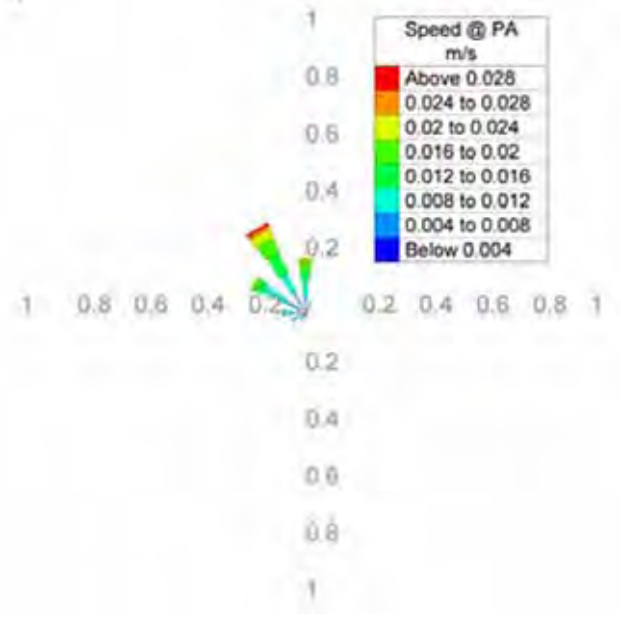


Figure 57: Surface current velocity rose at reference sites GA, AP, ES and PA for Scenario 4.

2.9 Summary and Conclusions

The simulation results presented above suggest that the surface currents and circulation at the four reference sites are dependent on the tide range, the phase of the tide (ebb or flood) and the rate of freshwater inflow to the upper fjord. The strongest currents tend to occur during Spring (large) tides when the water level is falling (ebb tide) and when the freshwater inflow discharge is high. The surface current at each site tends to weaken at times when the freshwater inflow is lower and when the tide is rising (flooding), and when the tide range is smaller. The currents and circulation below the surface tend

to be very different. Near mid-depth, the flows are influenced more strongly by the tides and less by the fresh-water inflow, such that the flow direction generally reverses every ~6.4hrs.

It should be noted that in reality the surface currents may also be influenced by the local wind conditions and the state of the ice cover (if any); however, these factors were not explored in the present study. It should also be noted that small eddies or gyres may form close to shore in small bays that were not resolved by the present hydrodynamic model and therefore are not captured in the simulation results.

Probability curves for the surface current speed at each reference site (Grande Anse, Énergie Saguenay, Arianne Phosphate and Port Alfred) have been created from the simulation results for each Scenario. These curves, which indicate the percentage of the time that a particular speed is equalled or exceeded, are presented together in Figure 58 below. The surface current speeds corresponding to five different exceedance probabilities (2.5%, 10%, 50%, 90% and 97.5%) have been tabulated for easy reference in Table 5 to Table 8. Scenarios 3 and 4 produced very similar results, as expected, considering that the initial conditions and tide signal forcing were identical and the upstream freshwater inflows were very similar in these two cases. Surface current speeds for Scenario 2 were general slightly larger than for Scenarios 3 and 4; a result that can be attributed to the greater freshwater inflow (1,907 m^3/s in Scenario 2 compared to ~1,200 m^3/s in Scenarios 3 and 4). The surface current speeds at all four reference sites were consistently greatest for Scenario 1; in which an upstream freshwater inflow of 4,297 m^3/s was modelled.

The simulation results indicate that the surface current at the Grande Anse site tends to flow parallel to shore towards the ESE during both flood (rising) and ebb (falling) tides, and when the freshwater inflow is both moderate and strong. As seen in Table 5 the surface current flow speeds during Scenario 1 (with high freshwater inflow) range from 0.08 m/s (97.5% probability of exceedance) up to ~0.59 m/s (2.5% probability of exceedance), while the flow speeds during Scenario 3 (with moderate freshwater inflow) range from 0.01 m/s up to ~0.35 m/s.

The simulation results indicate that the surface current near the Énergie Saguenay site is similar to, but weaker than at Grande Anse. This may be partially due to the fact that the reference point for the Énergie Saguenay site was taken where the local depth is ~31 m, whereas the depth at the Grande Anse reference site is only ~17 m. As seen in Table 6 the surface current flow speeds during Scenario 1 (with high freshwater inflow) range from 0.08 m/s (97.5% probability of exceedance) up to ~0.42 m/s (2.5% probability of exceedance), while the flow speeds during Scenario 3 (with moderate freshwater inflow) range from 0.03 m/s up to ~0.24 m/s.

At the Arianne Phosphate site, the numerical simulations indicate, for each Scenario, a non-reversing surface current flowing parallel to the shoreline towards the SSE. As seen in Table 7 the flow speeds during Scenario 1 (with high freshwater inflow) range from 0.24 m/s (97.5% probability of exceedance) up to ~0.38 m/s (2.5% probability of exceedance), while the flow speeds during Scenario 3 (with moderate freshwater inflow) range from 0.15 m/s up to ~0.27 m/s.

Finally, the simulation results from the four Scenarios indicate that the surface currents near Port Alfred are generally very weak (Table 8)

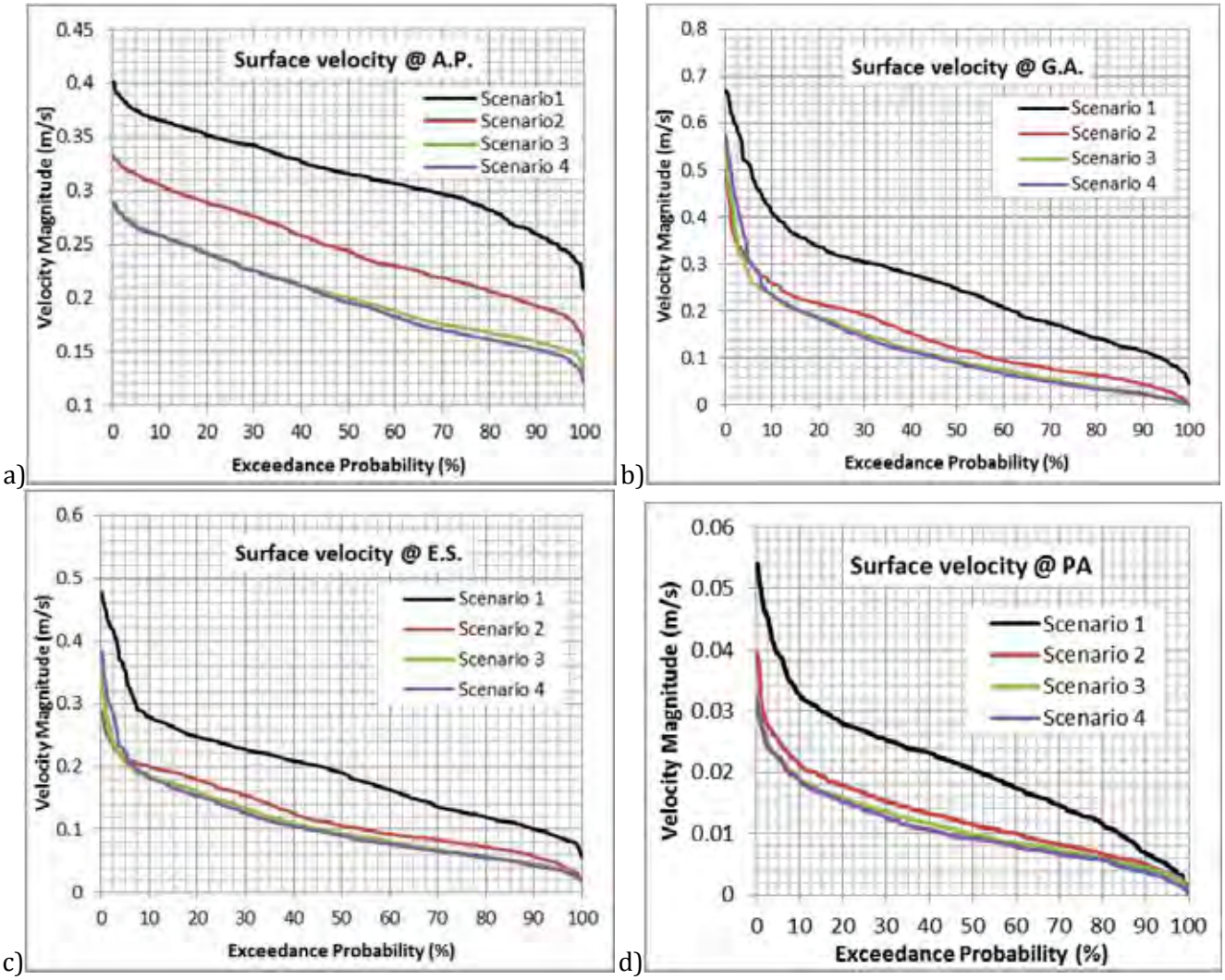


Figure 58: Exceedance probability curves for surface current velocity at reference sites AP, GA, ES and PA, Scenarios 1-4.

Table 5. Surface current speed near Grande Anse for Scenarios 1-4.

	Surface current speed (m/s)			
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Freshwater inflow (m^3/s)	4297	1907	1244	1120
Probability level				
97.5% exceedance	0.08	0.02	0.01	0.01
90% exceedance	0.12	0.04	0.02	0.02
50% exceedance	0.25	0.12	0.09	0.09
10% exceedance	0.41	0.26	0.23	0.23
2.5% exceedance	0.59	0.35	0.35	0.43

Table 6. Surface current speed near the Énergie Saguenay site for Scenarios 1-4.

	Surface current speed (m/s)			
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Freshwater inflow (m3/s)	4297	1907	1244	1120
Probability level				
97.5% exceedance	0.08	0.04	0.03	0.03
90% exceedance	0.10	0.06	0.04	0.04
50% exceedance	0.19	0.11	0.09	0.09
10% exceedance	0.28	0.20	0.18	0.18
2.5% exceedance	0.42	0.23	0.24	0.28

Table 7. Surface current speed near the Arianne Phosphate site for Scenarios 1-4.

	Surface current speed (m/s)			
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Freshwater inflow (m^3/s)	4297	1907	1244	1120
Probability level				
97.5% exceedance	0.24	0.18	0.15	0.14
90% exceedance	0.26	0.19	0.16	0.15
50% exceedance	0.32	0.24	0.20	0.20
10% exceedance	0.37	0.31	0.26	0.26
2.5% exceedance	0.38	0.32	0.27	0.27

Table 8. Surface current speed near Port Alfred for Scenarios 1-4.

	Surface current speed (m/s)			
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Freshwater inflow (m^3/s)	4297	1907	1244	1120
Probability level				
97.5% exceedance	0.0	0.0	0.0	0.0
90% exceedance	0.01	0.0	0.0	0.0
50% exceedance	0.02	0.01	0.01	0.01
10% exceedance	0.03	0.02	002	0.02
2.5% exceedance	0.04	0.03	0.02	0.02

3 WIND MODELLING AND CHARACTERIZATION

3.1 Introduction

The wind conditions in the region surrounding the proposed port locations have been investigated through two different approaches. The first approach involves analysis of historical wind measurements and the second approach involves numerical simulation of wind fields for a few selected steady state conditions. These two approaches and the results that have been obtained are summarized in this Chapter.

The following convention for wind direction has been adopted in this study: the wind direction specifies the direction, in azimuth degrees, from which the wind originates. Hence, a 90° wind is a wind blowing from east towards west.

3.2 Measured Wind Data

Nearly real time hourly surface wind conditions (up to yesterday) are accessible for five locations relevant to the region of interest. The data is available through Environment Canada's Climate web page. The five locations are shown on Figure 59 (blue balloons). Some of the five locations have a summary of their climate normal which lists long term wind and gust information for each month of the year. Environment Canada also provides long term climate normals for some other locations in the region where recording of climate states has stopped sometimes in the past. Two of these decommissioned climate stations are also shown in Figure 59 (yellow balloons).

Among the climate stations shown in Figure 59, two stations were selected for this analysis based on their proximity to the sites of interest and the availability of more recent wind data.



Figure 59. Locations of active and decommissioned climate stations in the Saguenay region. (Yellow balloons denote decommissioned stations, blue balloons denote active climate stations.)

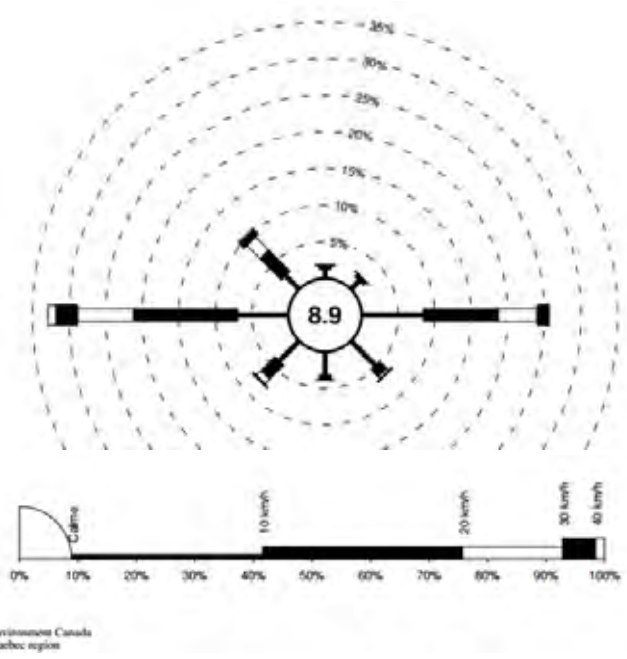
3.2.1 Bagotville Airport Station

Figure 60 shows the annual wind rose and summary statistics for Bagotville airport calculated based on hourly historical data from 1971-2000. Note that the wind roses in this report do not include wind gusts with durations less than 60 s.

More than half of the time, the surface wind is blowing from either east or west. The next dominant wind direction is NW (10% of total observations). The magnitude of E, W and NW winds can exceed 40 km/h.

Table 9 provides a detailed summary of monthly wind conditions at Bagotville airport for the same 1971-2000 period. Based on this information, the maximum recorded hourly wind speeds are approximately 4.9 times larger than the monthly average. Wind gust speeds are approximately 7.4 times larger than monthly average wind speeds.

a)



b)

		Direction								
		NE	**E**	**SE**	**S**	**SW**	**W**	**NW**	**N**	**All**
Speed in km/hr	**< 1**									8.9
	1-10	1.6	8.4	4.7	3.2	3.9	7.0	2.6	1.3	32.6
	11-20	0.5	10.2	1.4	0.6	2.7	14.2	4.1	0.4	34.2
	21-30	0.1	5.3	0.4	0.1	0.9	7.7	2.5	0.1	17.1
	31-40	0.0	1.5	0.1	0.0	0.2	3.0	0.9	0.0	5.6
	41+	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.1	0.2	0.0	1.5
	All	2.2	25.6	6.6	3.9	7.6	32.9	10.4	1.8	100.0
	Avg. speed	9.0	15.7	9.0	7.6	12.1	18.6	17.9	8.8	14.2

Figure 60. Annual wind rose and summary statistics (frequency of occurrence in %) for Bagotville Airport (source: Environment Canada).

Table 9. Summary statistics by month for Bagotville Airport (source: Environment Canada).

1971 to 2000 Canadian Climate Normals station data

Wind	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Speed (km/h)	15.5	15.4	16.5	16.5	15.0	13.1	11.5	10.9	12.7	14.0	15.2	15.0
Most Frequent Direction	W	W	W	E	E	E	W	W	E	E	W	W
Maximum Hourly Speed (km/h)	72	80	72	71	72	68	56	61	63	63	76	**80**
Date (yyyy/dd)	1959/ 05	1953/ 21	1974/ 07	1956/ 16	1953/ 10	1958/ 14	1953/ 31	1980/ 09	1974/ 30	1979/ 06	1957/ 09	**2000/ 18**
Maximum Gust Speed (km/h)	100	106	113	96	106	92	101	93	111	111	113	**121**
Date (yyyy/dd)	1962/ 07	1965/ 25	1966/ 05	1981/ 14	1991/ 12	1965/ 24	1964/ 18	1978/ 13	1964/ 27	1964/ 04	1959/ 14	**1956/ 12**
Direction of Maximum Gust	E	E	E	W	W	SW	NW	NW	S	W	SW	W
Date (yyyy/dd)	1962/ 07	1965/ 25	1966/ 05	1981/ 14	1991/ 12	1965/ 24	1964/ 18	1978/ 13	1964/ 27	1964/ 04	1959/ 14	1956/ 12
Days with Winds >= 52 km/h	2.3	1.2	1.9	1.5	0.8	0.7	0.5	0.3	0.8	0.9	1.6	2.3
Days with Winds >= 63 km/h	0.5	0.1	0.6	0.5	0.3	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5

Climate normals for Bagotville Airport are also available for the period of 1981-2010 from the same source. Wind conditions for this period are generally similar to the 1971-2000 period. The annual average wind speeds for the more recent period are about 2% greater than for the older period.

A third dataset of hourly winds for approximately the last ten years has been retrieved from http://bagotville.weatherstats.ca/ and analyzed. Figure 61 shows the wind rose calculated from the data for this time period. Similar to the wind rose for the 1971-2000 period (Figure 60) the three major wind directions for Bagotville Airport are E, W, and NW. The peak wind speeds derived from the two data sets are also very similar.

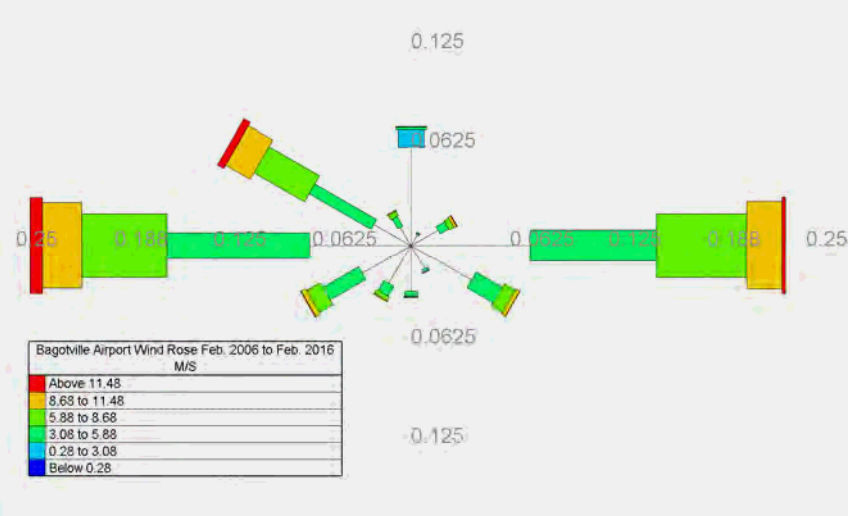
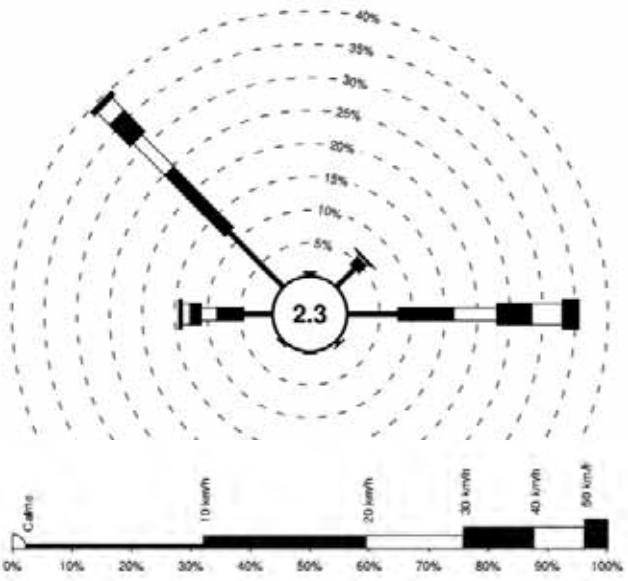


Figure 61. Annual wind rose for Bagotville airport derived from hourly data for 2006-2016 (source: http://bagotville.weatherstats.ca/).

3.2.2 Cap-Rouge Station

The Cap Rouge climate station is located ~12 km east of the study area and very close to north the shore of Saguenay Fjord at 7.3 m elevation. The annual wind rose and summary statistics for this location, based on data for the 1994-2000 period, is shown in Figure 62. The wind climate in this location is significantly different from the wind condition at Bagotville Airport discussed above. More than 70% of the time the wind direction is either E or NW. The third major wind direction is W (approximately 15% of the time). Hourly wind speeds can exceed 50 km/h along the three major wind directions, while hourly NE winds can exceed 40 km/h. Monthly wind roses for this location are provided in the appendix.



FREQUENCE DES VENTS PAR DIRECTION A 8 POINTS DE COMPAS
(Vitesses en km/h; fréquences en pourcentage)

	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	
CALME									2.3
1- 10	4.0	7.8	0.6	0.2	0.4	4.4	11.8	0.6	29.8
11- 20	1.6	8.6	0.1	0.0	0.0	4.1	13.0	0.0	27.4
21- 30	0.4	6.6	0.0	0.0	0.0	2.4	6.9	0.0	16.3
31- 40	0.2	5.4	0.0	0.0	0.0	1.8	4.5	0.0	11.8
41- 50	0.1	4.7	0.0	0.0	0.0	1.2	2.6	0.0	8.5
51+	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	3.8
Toutes	6.2	35.6	0.7	0.2	0.4	14.3	39.6	0.6	
Vit moy.	10.5	25.2	5.9	3.6	4.4	20.1	19.3	3.3	20.3

Figure 62. Annual wind rose and summary statistics (frequency of occurrence in %) for Cap Rouge (source: Environment Canada).

3.3 Numerical Modelling of Extreme Winds

AnemoScope© is a computer tool which has been developed collaboratively by the National Research Council of Canada and Environment Canada. The main part of the tool's core is Environment Canada's Mesoscale Community Compressible (MC2) wind model. The MC2 model solves the transient Navier-

Stokes equations (governing flow dynamics) in three-dimensions for the compressible and non-hydrostatic case. The model outputs steady state wind conditions in three-dimensions. This model has been successfully employed to generate the Canadian Wind Atlas[1] used to identify potential high-wind energy regions in Canada for the generation of wind-based electricity. The tool has been also validated against observed winds in different regions including the Gaspe Peninsula[2].

3.3.1 AnemoScope© Model Set-up

The Anemoscope-MC2 model was applied with a 250 m by 250 m horizontal resolution over a 50 km by 50 km computational domain centered on the study area. The main steps in setting up the Anemoscope©-MC2 model and the resulting predictions of surface winds at the study sites are summarized below.

3.3.1.1 Topography

A high resolution digital elevation model (approximately 30m horizontal resolution) of the region was obtained from the Canadian Digital Elevation Database through Natural Resources Canada's website[3]. Figure 63 and Figure 64 show the topography in the upper fjord region and the extent of the 50 km x 50 km computational grid.

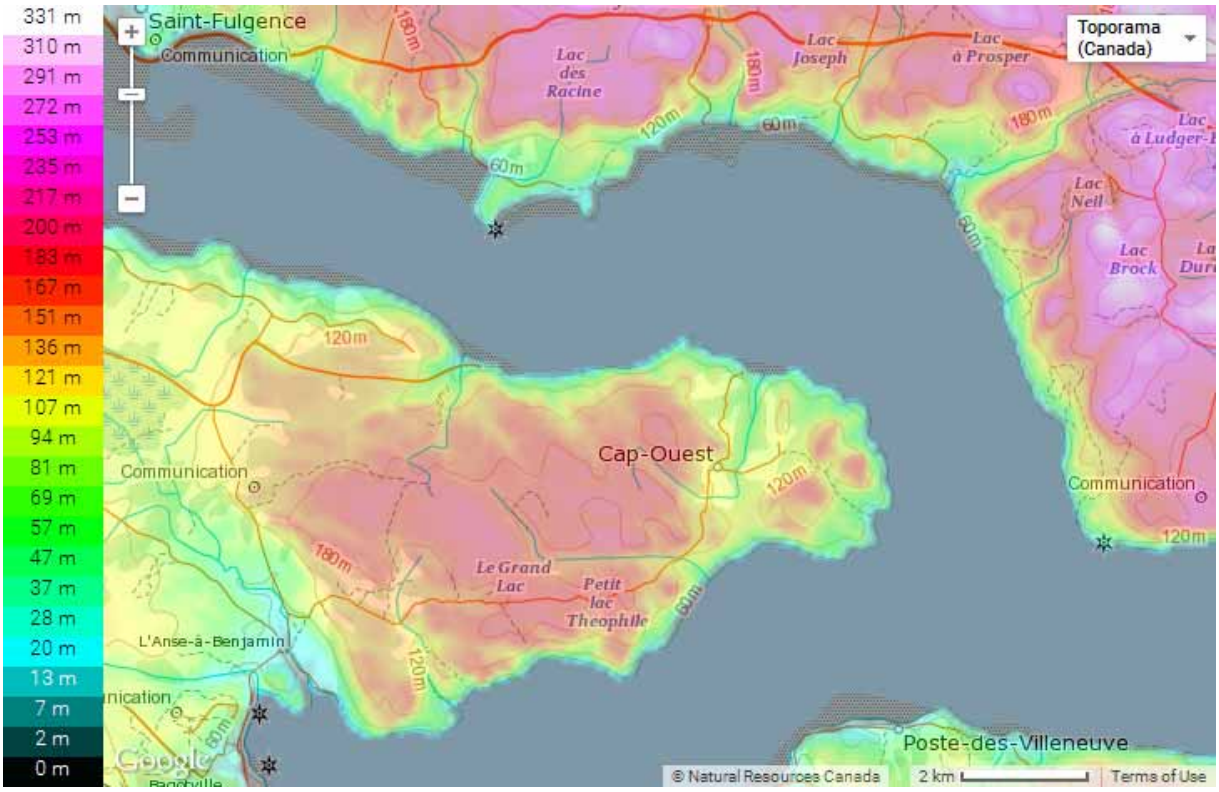


Figure 63. Topography in the region of interest.

[1] http://www.windatlas.ca/

[2] Yu, W., Benoit R., Girard, C., Glazer, A., Lemarquis, D., Salmon, J.R., and Pinard, J. (2006) "Wind Energy Simulation Toolkit (WEST): a wind mapping system for use by the wind-energy industry", *Wind Engineering*, 30, pp. 14-33.

[3] ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geobase/official/cded/50k_dem

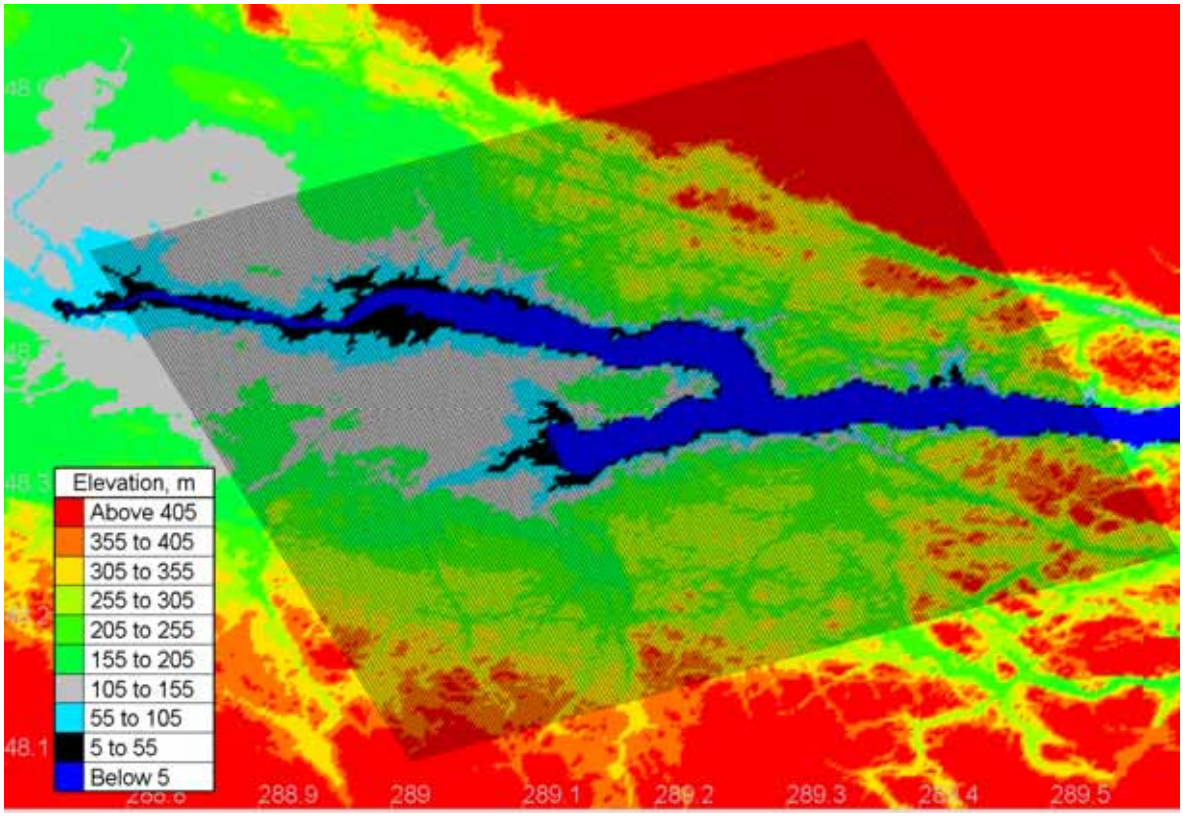


Figure 64. Topography around the upper Saguenay Fjord and the extent of the computational grid.

3.3.1.2 Land Cover Data

Information on the land cover in the region was based on the Land Cover, circa 2000-Vector (LCC2000-V) data of the Natural Resources Canada[4]. Land cover class ID's were re-numbered for AnemoScope© compatibility. Each land cover ID is associated with a roughness length required for the modelling of wind close to the ground. Some of the similar land cover types were combined and totally eleven land cover classes were used to represent the range of surface roughness in the Saguenay Fjord region. Table 10 shows the re-numbering and the combination of the original land cover classes to follow the input requirements for AnemoScope©, while Table 11 shows the roughness values and land cover description for each roughness class. Figure 65 shows the spatial distribution of land cover ID's for the fjord region. The land cover and topography information was mapped onto the computational grid using Anemoscope©.

[4] http://geogratis.gc.ca/

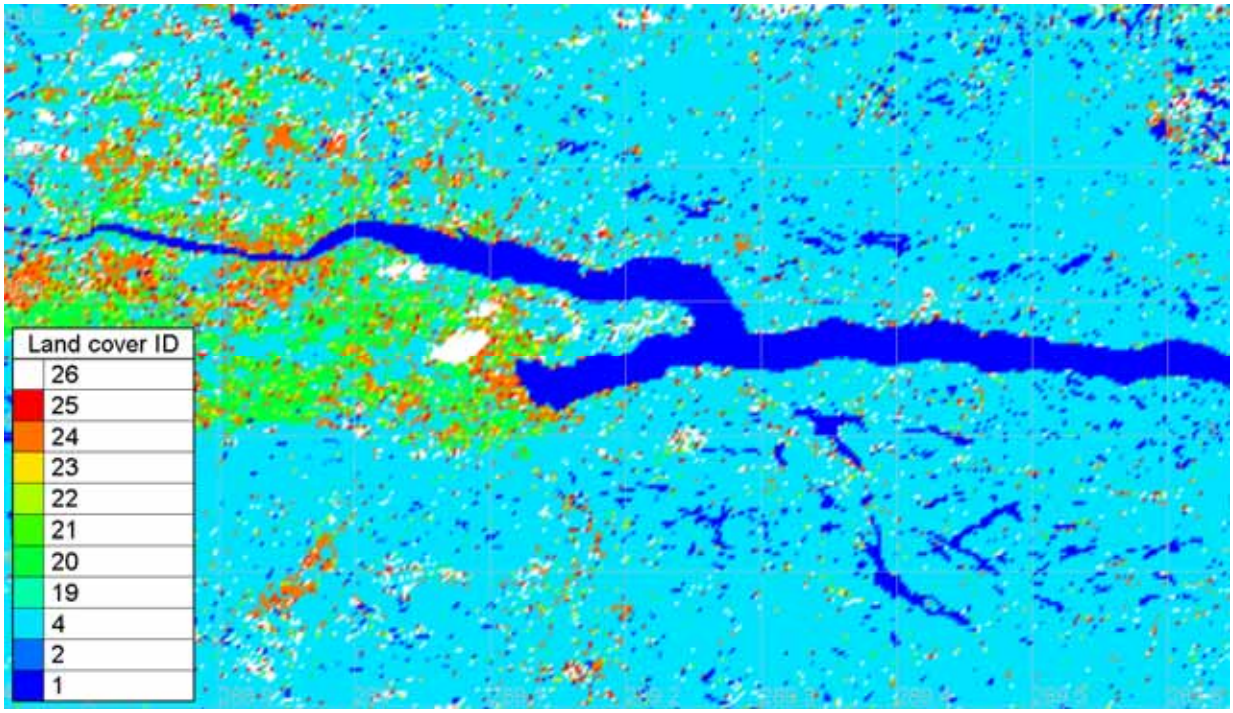


Figure 65. Land cover ID in the fjord region (dominated by evergreen trees).

Table 10. Cross-walk table for converting original land cover ID's to the ID's required by AnemoScope©.

Original Land Cover ID (LCC2000-V)	Roughness class in Table 3
210	25
33	24
80	23
101, 103, 104	22
34	21
100, 120, 121, 122	20
50, 102	19
200 or higher	4
20	1
31	2
Anything else	26

Table 11. Roughness values and land cover description for roughness classes 1-26.

Roughness Class	z_o (m)	Surface description
1	0.001	water
2	0.001	ice
3	0.001	inland lake
4	1.5	evergreen needleleaf tree
5	3.5	evergreen broadleaf tree
6	1	deciduous needleleaf tree
7	2	deciduous broadleaf tree
8	3	tropical broadleaf tree
9	0.8	drought deciduous tree
10	0.05	evergreen broadleaf shrub
11	0.15	deciduous shrub
12	0.15	thorn shrub
13	0.02	short grass and forbs
14	0.08	long grass
15	0.08	arable
16	0.08	rice
17	0.35	sugar
18	0.25	maize
19	0.1	cotton
20	0.08	irrigated crop
21	1.35	urban
22	0.01	tundra
23	0.05	swamp
24	0.05	soil
25	1.5	mixed wood forest
26	0.05	transitional forest

3.3.2 Scenario Definition

Horizontal wind vectors and temperature at four different elevations (1500 m, 3000 m, 5500 m and at sea level) are required as boundary conditions of the model. For the present study, the boundary conditions were obtained from a subset of the NCEP/NCAR six-hourly wind reanalysis database for 1958-2000[5]. This database is available for the globe with 2.5° resolution. The selected subset database is based on an annual statistical analysis of the main database in which wind vectors are binned into 14 wind magnitude, 16 wind direction, and 2 shear (whether the wind magnitude at 1500 m is higher than the sea level magnitude) bins.

Sixteen different atmospheric states (set of boundary conditions) were selected for detailed simulation, see Table 12. Each of the selected atmospheric states is associated with the maximum wind sea-level speed for one of the eight main wind direction bins (N, NE, E, SE, S, SW, W, and NW) and for two different wind shear conditions. When the shear factor is +1, the wind magnitude at 1500 m above the ground is larger than the wind magnitude at sea level; the shear factor is -1 otherwise. u and v are components of the wind vector and positive when towards east and towards north, respectively. All of the atmospheric states represent extreme and rare events having occurrence probabilities less than 0.1%. The summed frequency of occurrence of all 16 extreme atmospheric states is approximately 0.4%.

[5] Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Leetmaa, A., Reynolds, B., Chelliah, M., Esbisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K., C. ROPELEWSKI, Wang, J., Jenne, R., Joseph, D. (1996). "The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis project". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, pp. 437–471.

The simulations were conducted over a 50 km x 50 km domain discretized into a 250 m x 250 m rectangular grid with 28 vertical layers. The computational time required for each simulation was approximately three days on a single 3.2 GHz processor.

Table 12. Summary of sixteen extreme atmospheric states selected for wind modelling.

Climate State ID in the Subset Dataset	Direction at Sea Level , Deg.	Magnitude at Sea Level , m/s	Shear Factor	Frequency of Occurance , %	u_1.5km , m/s	u_3km , m/s	u_5.5km , m/s	v_1.5km , m/s	v_3km , m/s	v_5.5km , m/s	temperature_SeaLevel , K	temperature_1.5km , K	temperature_3km , K	temperature_5.5km , K
ANU1D023C14M	21.159	37.215	-1	0.0571	-9.661	-7.117	-5.055	-23.75	-16.5	-4.881	259.125	255.344	253.688	240.695
ANU1D068C14M	65.693	38.829	-1	0.0107	-25.19	-18.24	-11.04	-6.821	1.207	13.081	263.164	259.547	257.141	244.719
ANU1D090C14M	90.499	36.573	-1	0.0142	-24	-14.7	-3.345	3.785	8.096	16.077	267.023	263.93	264.047	251.383
ANU1D135C14M	130.417	39.757	-1	0.0078	-17.88	-11.72	-8.416	25.327	28.756	35.249	274.523	270.617	270.297	254.203
ANU1D180C14M	181.413	36.438	-1	0.0142	8.729	12.667	17.147	28.922	27.75	29.883	276.789	272.43	269.016	254.992
ANU1D225C14M	222.745	35.117	-1	0.0046	25.993	26.737	28.201	19.084	18.13	18.858	285.258	279.828	272.453	258.508
ANU1D270C14M	261.993	34.113	-1	0.0015	35.442	30.638	21.701	9.535	15.732	23.172	284.398	272.336	261.602	247.031
ANU1D293C14M	300.918	41.888	-1	0.0015	25.807	18.379	0.391	-15.75	-15.55	-6.756	251.711	241.789	252.703	241.492
ANU1D000C11P	358.18	23.736	1	0.0318	2.984	4.071	4.628	-24.69	-26.2	-26.83	266.82	261.867	257.953	243.797
ANU1D068C08P	65.595	14.798	1	0.0207	-13.86	-15.63	-17.85	-6.382	-6.621	-6.284	276.555	268.375	262.008	247.602
ANU1D113C06P	110.38	10.985	1	0.0302	-10.3	-10.29	-10.02	2.982	3.503	5.935	279.633	271.039	265.336	251.156
ANU1D135C07P	134.998	12.993	1	0.035	-7.689	-5.569	-2.564	10.144	11.375	13.985	280.117	274.313	268.961	254.414
ANU1D180C10P	183.46	19.519	1	0.0573	8.545	14.148	19.449	19.078	20.015	21.854	278.219	273.633	268.07	252.961
ANU1D248C12P	244.962	27.157	1	0.0286	23.917	24.204	26.042	10.182	10.715	12.787	283.125	276.969	269.992	255.781
ANU1D248C11P	250.973	23.539	1	0.0446	23.973	26.84	30.751	6.274	6.551	7.826	282.617	277.031	269.984	254.516
ANU1D293C12P	297.172	26.955	1	0.0207	22.747	22.874	22.603	-8.088	-4.89	-0.31	274.727	265.844	260.313	246.07

3.3.3 AnemoScope© Model Results

Figure 66 summarizes the model results at ground level for all 16 atmospheric states that have been modelled, for the two potential new port locations and for Bagotville airport. The results of each run are also summarized in Table 13. The exceedance probabilities for each Scenario are given in column 2 of this table.

Peak wind magnitudes for the airport predicted by the Anemoscope-MC2 model agree well with the maximum observed hourly wind speeds for the airport given in Table 9. The model results summarized in Figure 66 and Table 13 suggest that the speed of the extreme hourly winds at the port sites will be similar to extreme hourly wind speeds observed at Bagotville airport.

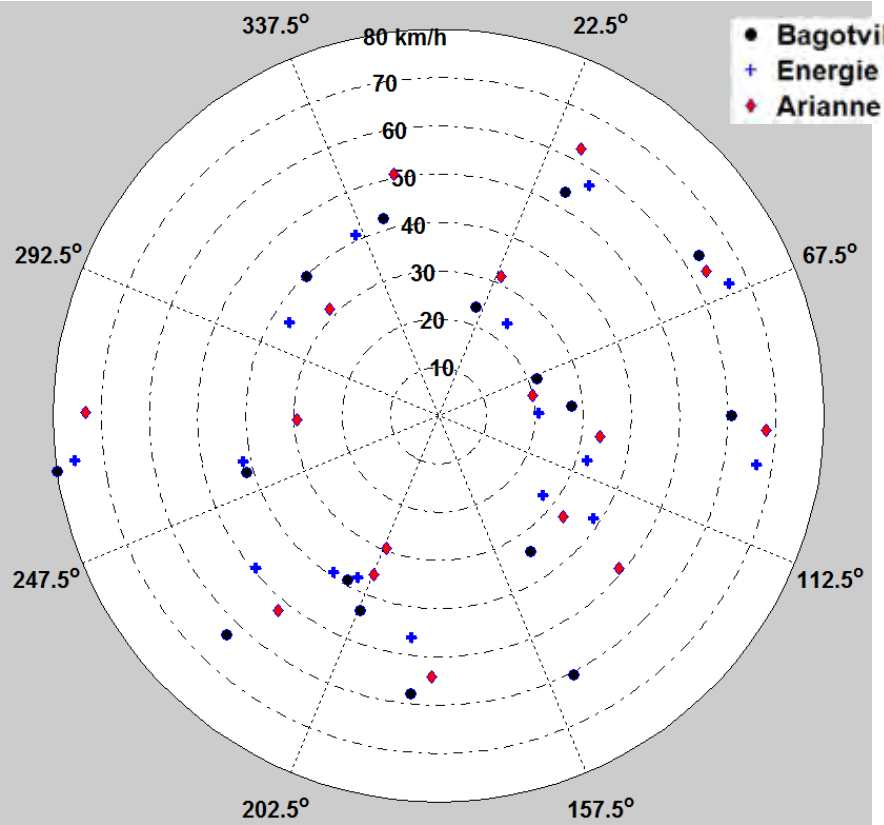


Figure 66. AnemoScope© model predictions of wind speed and direction at proposed port locations and Bagotville Airport for 16 extreme atmospheric states.

Table 13. Summary of AnemoScope© model predictions of wind speed and direction at proposed port locations and Bagotville Airport for 16 extreme atmospheric states

Atmospheric State ID	Exceedance Probability %	Arianne Phosphate		Energie Saguenay		Bagotville Airport	
		Speed (km/h)	Direction (°)	Speed (km/h)	Direction (°)	Speed (km/h)	Direction (°)
ANU1D090C14M	0.0142	63.15	61.74	66.30	65.68	63.34	58.48
ANU1D113C06P	0.0302	20.00	78.29	20.93	88.84	21.85	69.28
ANU1D248C11P	0.0446	29.63	201.54	39.08	213.71	38.89	209.20
ANU1D270C14M	0.0015	52.23	219.52	49.45	230.15	63.15	224.12
ANU1D293C12P	0.0207	29.45	268.41	41.67	256.62	41.48	253.62
ANU1D293C14M	0.0015	73.34	270.47	75.93	262.87	80.01	261.71
ANU1D000C11P	0.0318	31.48	314.18	36.48	301.95	39.82	316.45
ANU1D023C14M	0.0571	50.74	349.54	41.11	335.25	42.41	344.19
ANU1D068C08P	0.0207	31.48	24.18	23.71	37.10	23.71	19.03
ANU1D068C14M	0.0107	62.60	28.12	57.04	33.33	53.15	29.58
ANU1D135C07P	0.035	33.71	97.33	32.22	107.05	27.59	85.76
ANU1D135C14M	0.0078	68.15	92.52	66.86	98.88	60.75	90.10
ANU1D180C10P	0.0573	33.34	128.92	27.41	127.49	34.08	145.88
ANU1D180C14M	0.0142	48.89	130.22	38.71	123.51	60.56	152.30
ANU1D225C14M	0.0046	54.26	181.46	46.30	186.93	57.97	185.62
ANU1D248C12P	0.0286	35.56	202.28	37.60	206.51	43.52	201.95

Figure 67 shows the ground-level wind speed and direction vectors predicted for atmosphere state ANU1D293C14M (the red row in Table 13), the case associated with the peak wind magnitudes at the Arianne Phosphate site (~73 km/h coming from West) and the Énergie Saguenay site (~76 km/h coming from West). Note that the distance between the Énergie Saguenay and the Grande-Anse Marine Terminal is approximately 700 m. For enhanced clarity, the spatial resolution of the wind vectors in Figure 67 (and Figure 68 - Figure 70) has been reduced from 250 m to 1 km.

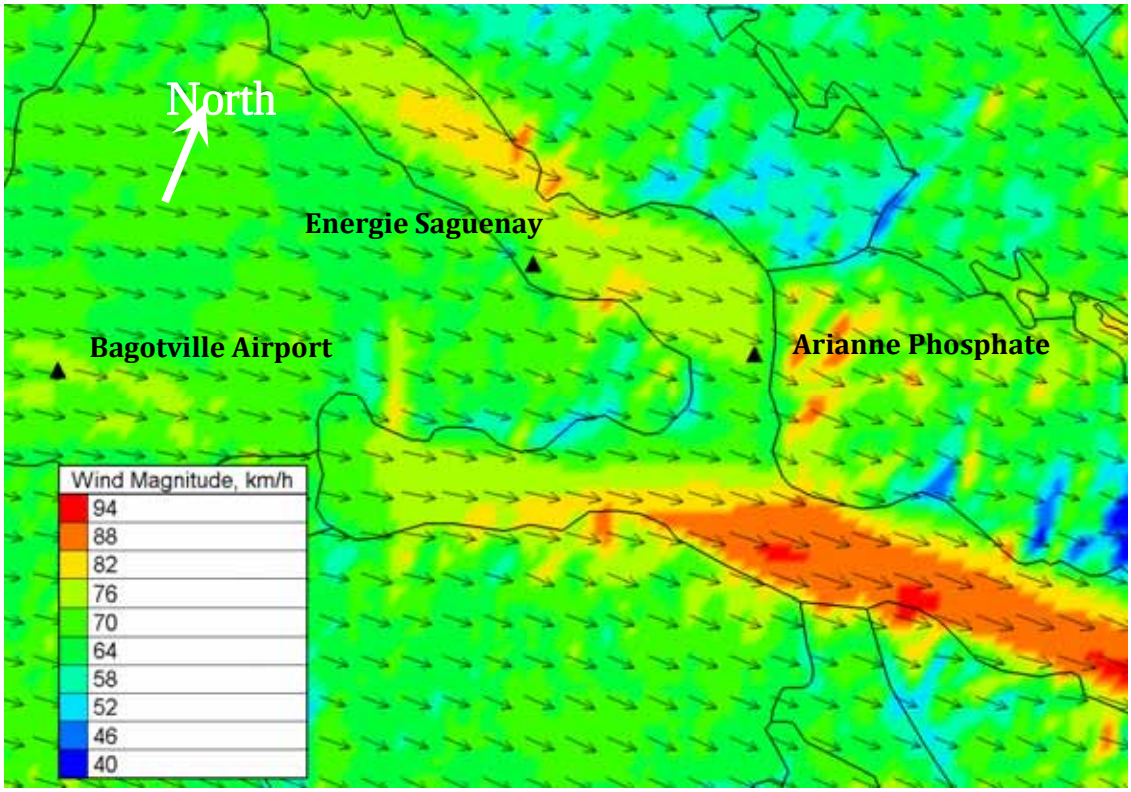


Figure 67. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D293C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).

Figure 68 shows the ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric wind state ANU1D135C14M (the brown row in Table 13), the case that produces the second largest wind magnitudes at the Arianne Phosphate (~68 km/h coming from East) and the Énergie Saguenay sites (~67 km/h coming from East); while Figure 69 shows the wind speed and direction vectors for atmosphere state ANU1D068C14M (the violet row in Table 13) associated with vectors approximately perpendicular to the coastline at Énergie Saguenay (~57 km/h coming from NNE direction). Among all investigated atmospheric states, this later wind condition might be expected to produce the highest ice pressures at the Énergie Saguenay site. Ice pressures at the proposed port locations are discussed in Chapter 5.

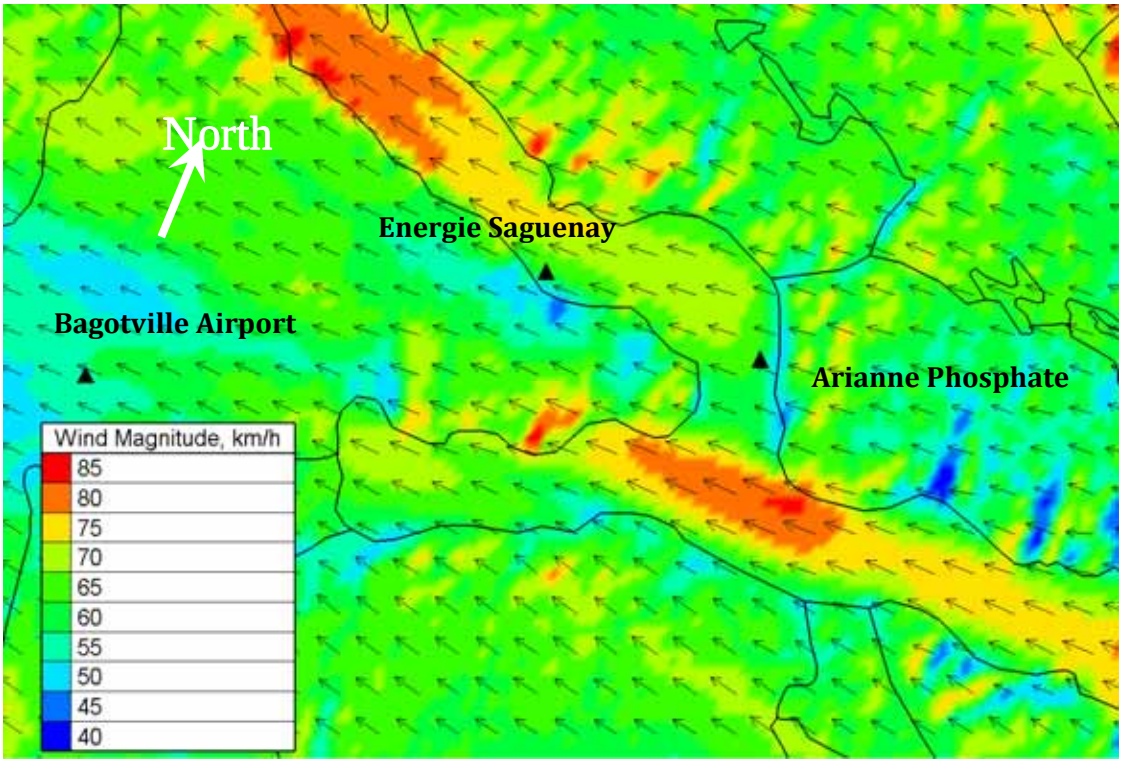


Figure 68. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D135C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).

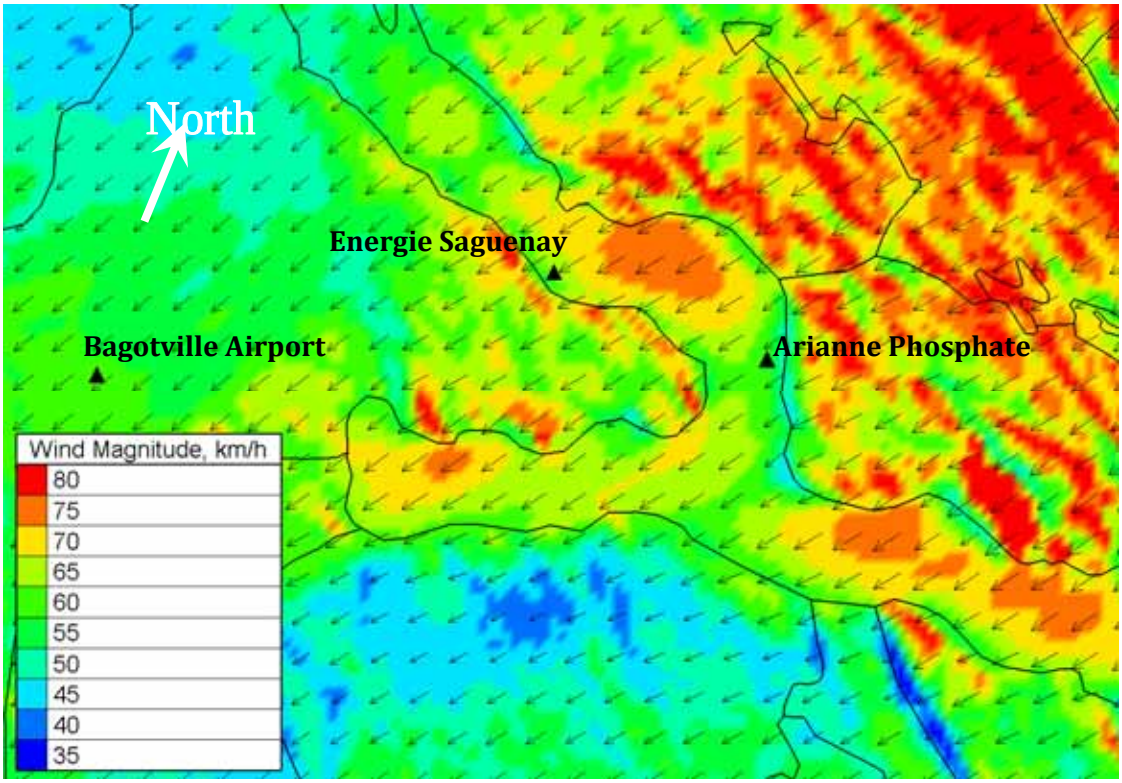


Figure 69. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D068C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).

Figure 70 shows results for atmospheric wind state ANU1D270C14M (the blue row in Table 13) where the wind vectors are approximately perpendicular to the coastline at the Arianne Phosphate site. Although the wind speed at the Arianne Phosphate site for this condition (~52 km/h coming from SW direction) is not as high as for the other cases shown in Figure 67 - Figure 69, this wind condition might lead to higher ice pressures at Arianne Phosphate site due to the roughly shore-normal direction.

Based on Table 9, the maximum observed gust speed for the Bagotville Airport is approximately 1.5 times larger than the maximum observed hourly wind speed. If the ratio of the maximum gust speed to hourly wind speed for the proposed port locations is similar to that of the Airport, one could expect short-lived wind speeds up to approximately 115 km/h for the proposed port locations. Such extreme speeds can be expected to occur very infrequently.

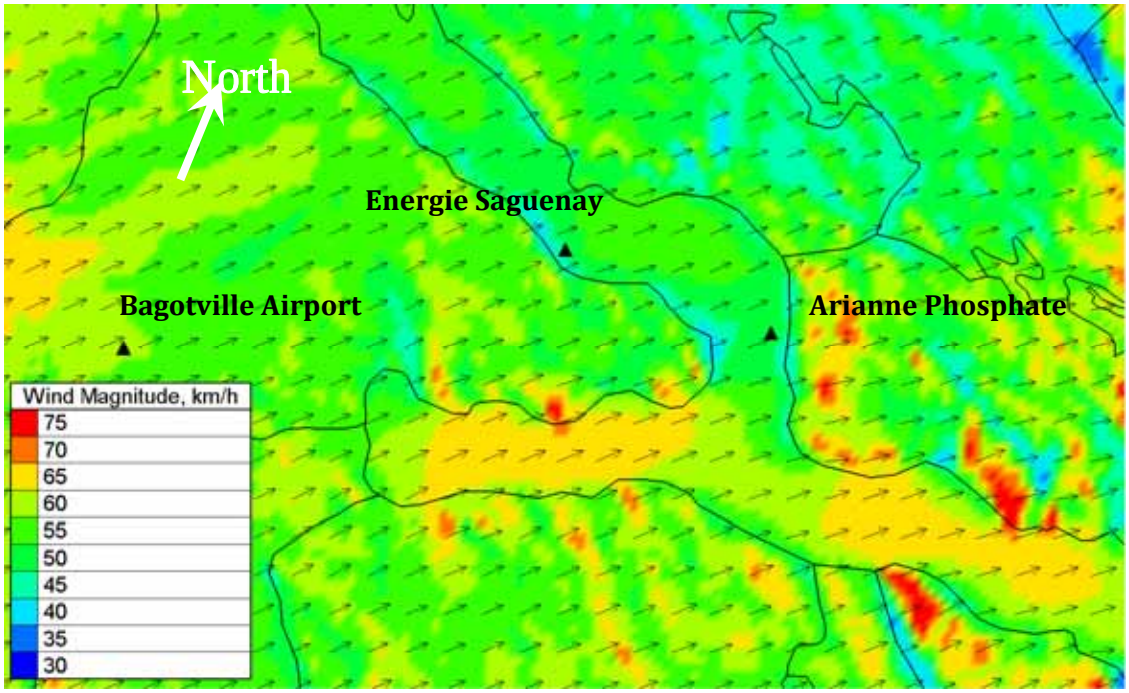


Figure 70. Modelled ground-level wind speed and direction vectors for atmospheric state ANU1D270C14M (For greater clarity, not all the computed vectors are shown).

4 CHARACTERIZATION OF ICE CONDITIONS

4.1 Introduction

Beginning in either late November or early December, a solid ice cover starts to form over the upper part of the Saguenay Fjord, including the region near Grande Anse. The solid ice cover thickens over the winter months at various rates, mainly depending on annual climatic conditions. During winter, commercial ships accessing port facilities in Chicoutimi, Grande Anse and Port Alfred are escorted by ice breaking vessels operated by the Canadian Coast Guard. The vessel transits create a slender open channel in the solid ice cover leading to/from the port facilities. In most years the ice cover weakens, breaks up, and is swept downstream during mid-March. Ice breaking vessels are normally deployed during the second or third week of March to initiate the break-up and assist with the ice clearing operations[6].

Available information on the ice conditions in the upper part of the Saguenay Fjord is reviewed and summarized in this interim report. The review is based on:

- Analysis of ice charts created by the Canadian Coast Guard between 2011-2016;
- Analysis of ice thickness data recorded by Environment Canada between 1983 and 2002;
- Analysis of Landsat images since 1972; and
- Theoretical consideration of potential ice thickness.

4.2 Review of ice charts

Ice conditions observed onboard Canadian Coast Guard ships and helicopters are the basis of observed ice charts for St. Lawrence River and some of its tributaries. These charts are available through the Canadian Coast Guard's marinfo.gc.ca portal. Depending on the visibility conditions, the resolution of the observed ice charts could be as high as 2 m, which is the average width of brash ice.

Observed ice charts for the Saguenay Fjord and the Chicoutimi Channel are available for the months of December through March since 2011. There are totally 100 ice charts and counting for this region. Note that the time spacing of the charts is not constant, i.e., sometimes multiple charts are produced over a short period of time while at other times no charts are produced over a similar period.

Each ice chart sub-divides the waterway into several sub-regions and an Egg code is provided for each sub-region describing the average ice concentration, the stage of development (or age) of the ice, and the typical form (or floe size). A summary diagram describing the Egg code system is shown in Figure 71. Further information is available at "https://ec.gc.ca/glaces-ice/default.asp?lang=En&n=D5F7EA14".

The present Section summarizes the ice conditions based on the observed ice charts for the Grande Anse area and the two other sites under consideration for future development, for the months of December through March.

[6] Anonymous, Winter Navigation on the St. Lawrence River, A Report by Department of Fisheries and Ocean, retrieved from http://www.dfo-mpo.gc.ca/library/252660.pdf on 29 March 2016

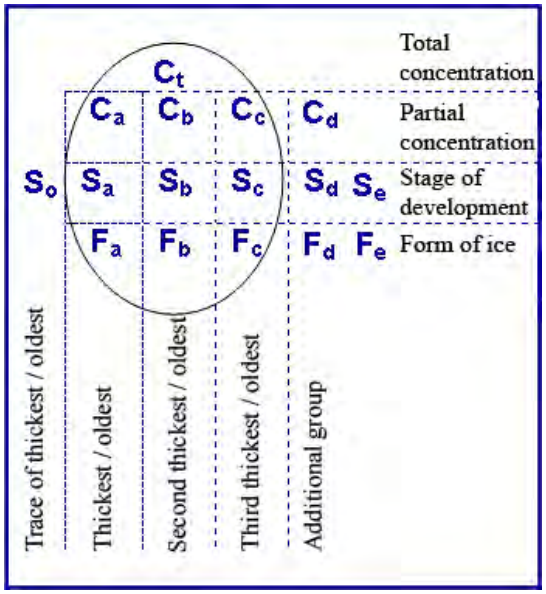


Figure 71. Summary diagram describing the Egg code used to describe ice concentration, age and form (floe size).

4.2.1 Ice conditions in December

The concentration of ice is 8/10 to 9+/10 for the majority of the observations, although concentrations as low as 3/10 have been also reported. The stage of development for ice varies between grey ice (Egg code thickness range: 10 cm to 15 cm) to nilas and new ice (Egg code thickness range: less than 10 cm). Some low concentration ice rafting has been also reported. The ice form varies between small ice cake, brash ice, and agglomerated ice to ice cake, small floe and medium floe. The majority of the thickest ice in each observation is small floes (Egg code width range: 20 m to 100 m). Medium floes (Egg code width range: 100 m to 500 m) has been also observed. Minority of the times, the ice is land fast in the proposed port and neighboring regions.

4.2.2 Ice conditions in January

A large majority of observed ice concentrations are 9+/10 or higher. The stage of development for ice is frequently gray ice and gray-white Ice (Egg code thickness range, respectively: 10 cm to 15 cm, and 15 cm to 30 cm). The stage of development of ice is occasionally thin first-year ice (Egg code thickness range: 30 cm to 70 cm thick). Majority of the times, the ice is land fast. Brash ice (Egg code width range: less than 2 m) is also present based on a small minority of the observations.

4.2.3 Ice conditions in February

Observed ice concentration is always 9+/10 or 10/10. The stage of development for ice is usually thin first-year ice (Egg code thickness range: 30 cm to 70 cm). Ice thickness has been measured at some locations and 36 cm, 56 cm and 57 cm thicknesses have been observed. Grey-white ice (Egg code thickness range: 15 cm to 30 cm) has been also occasionally observed. The ice is mostly land fast and occasionally brash.

4.2.4 Ice conditions in March

Ice charts for the month of March reveal a wide range of ice conditions for different locations and times. A selection of these ice charts is presented in Figure 72 - Figure 76. The proposed port locations could be in open waters or fast ice or an intermediate ice condition in terms of concentration. Ice is rarely reported to

be melting in the proposed location and the stage of development of ice could vary between thin first-year ice, grey-white ice and gray ice (Egg code thickness range with thickness ranges, respectively: 30 cm to 70 cm, 15 cm to 30 cm, and 10 cm to 15 cm). Occasionally, there are brash ice and nilas in the regions close to the proposed locations. Ice thickness has been measured at some locations and 43 cm and 58 cm values have been reported. Ridging of ice is also observed. Floe type could vary from ice cake (Egg code width range: 2 m to 20 m), small floe (Egg code width range: 20 m to 100 m), and medium floe (Egg code width range: 100 m to 500 m).

The ice charts also document the existence of pieces of land-fast ice that have broken off and are drifting. The maximum width of these drifting floes varies from 1 km to 4 km which is wide enough to span the entire width of the fjord. These drifting floes are usually the thickest ice feature in the region and are a potential threat to vessels and structures[7]. In Figure 72 - Figure 76, the large floes of land-fast origin are shown in dark brown.

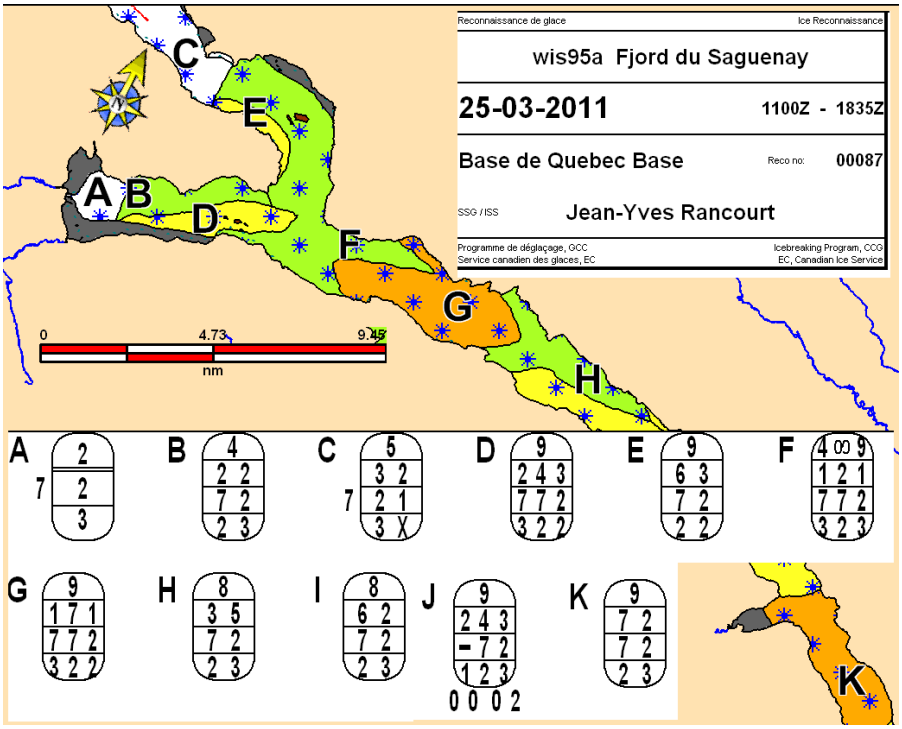


Figure 72. Ice chart for 25 March 2011.

[7] Personal communication with Eric Vaillant via Adrienne Tivy, both from the Canadian Ice Service

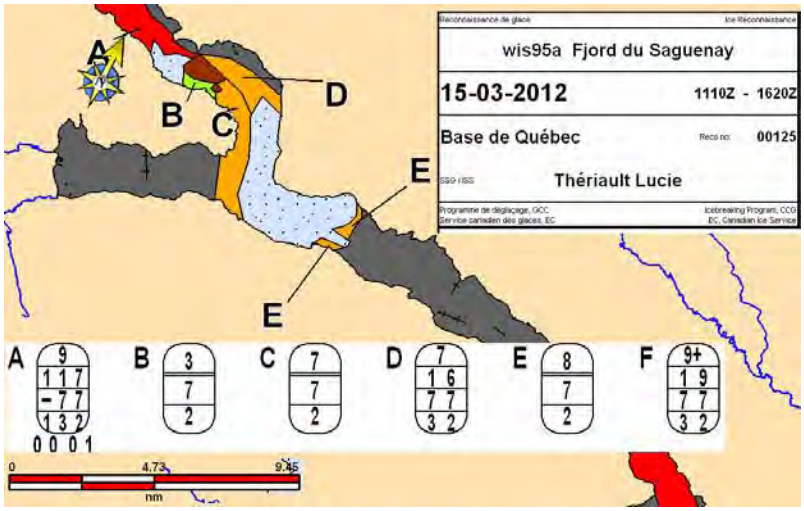


Figure 73. Ice chart for 15 March 2012.

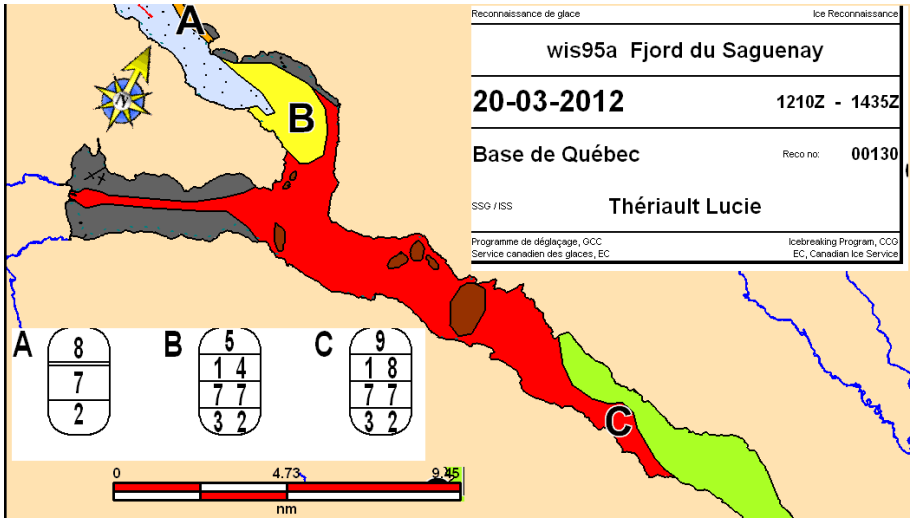


Figure 74. Ice chart for 20 March 2012.

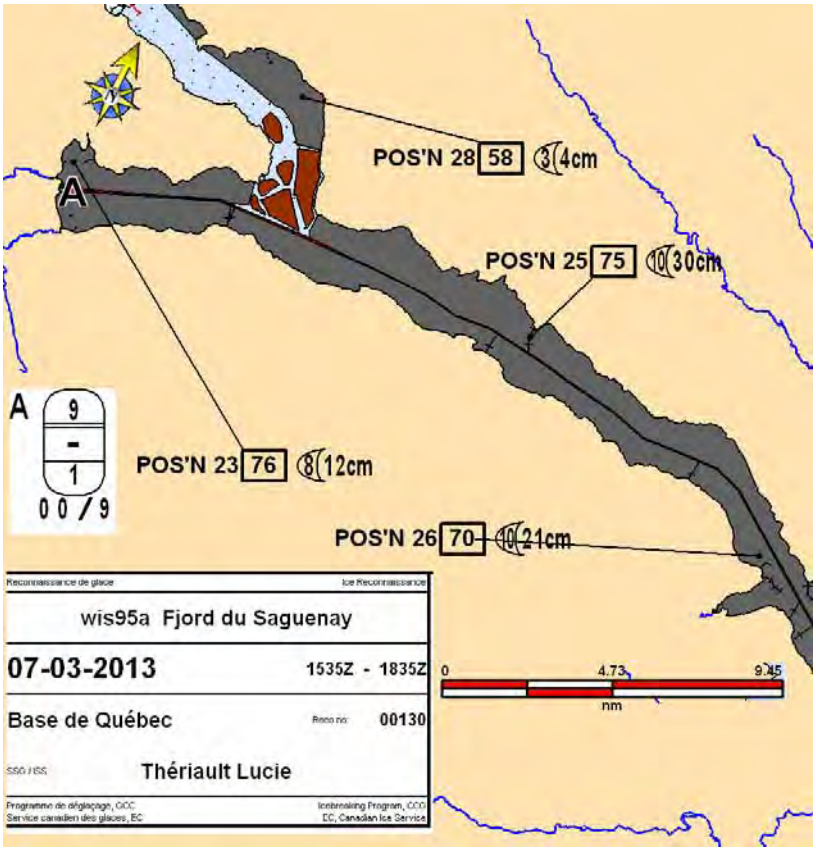


Figure 75. Ice chart for 7 March 2013.

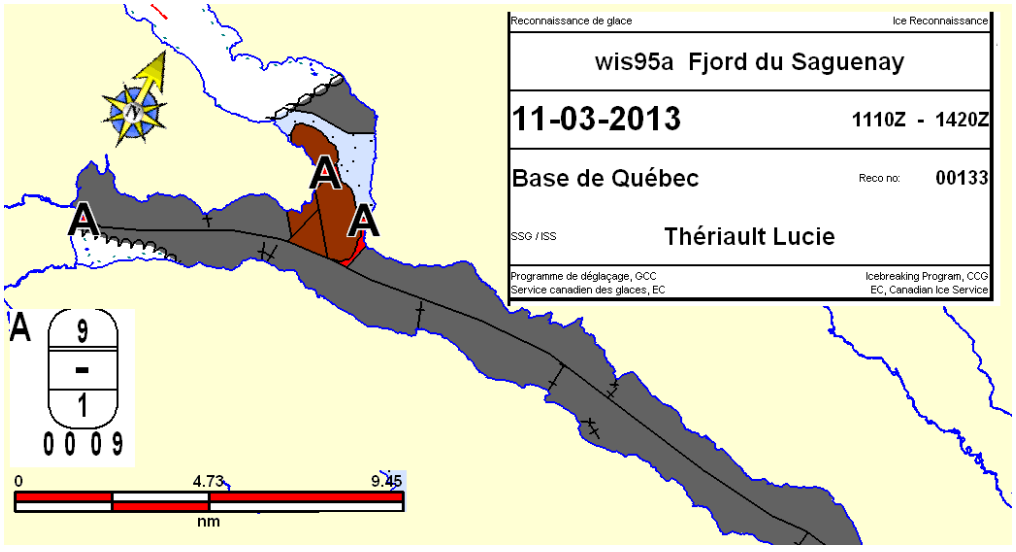


Figure 76. Ice chart for 11 March 2013.

4.3 Review of Landsat Imagery

Available Landsat images of the fjord for the period February to April have been collected (from landsatlook.usgs.gov) and analyzed. The main findings of this review are summarized below.

The month of February usually brings a high concentration of ice for the study area. This observation is consistent with the observed ice charts. During winter, commercial ships accessing port facilities in Chicoutimi, Grande Anse and Port Alfred are escorted by ice breaking vessels operated by the Canadian Coast Guard. The vessel transits create a slender open channel in the solid ice cover leading to/from the port facilities.

Images of the upper fjord during the month of February in four different years are shown in Figure 77. The extent of ice concentration varies from year to year, but the proposed port locations are in regions where ice concentrations are high during February.

The tracks of vessels accessing port facilities in the upper part of the fjord are clearly visible as darker linear shapes in most of these satellite images. The navigation corridors are very similar in different months of ice seasons. The navigation corridors generally follow the centerline of the fjord and La Baie except when vessels approach the Grande-Anse terminal, where vessels approach the shore. There is usually an approximately triangular channel shape at the junction between the branch of the river extending upstream towards Shipshaw and the other branch extending towards Port Alfred. This shape is created because of the navigation of vessels to Grande-Anse Marine Terminal, Port Alfred, and Saint Lawrence River; this is seen in Figure 77b. Based on observed ice charts and satellite images, the width of navigation channels is between 100 m to 150 m and the concentration of ice in navigation channels are usually 9+/10 and dominated by brash ice. A large portion of the brash ice in navigation channels is consisted of 1 m to 2 m floes.

a)



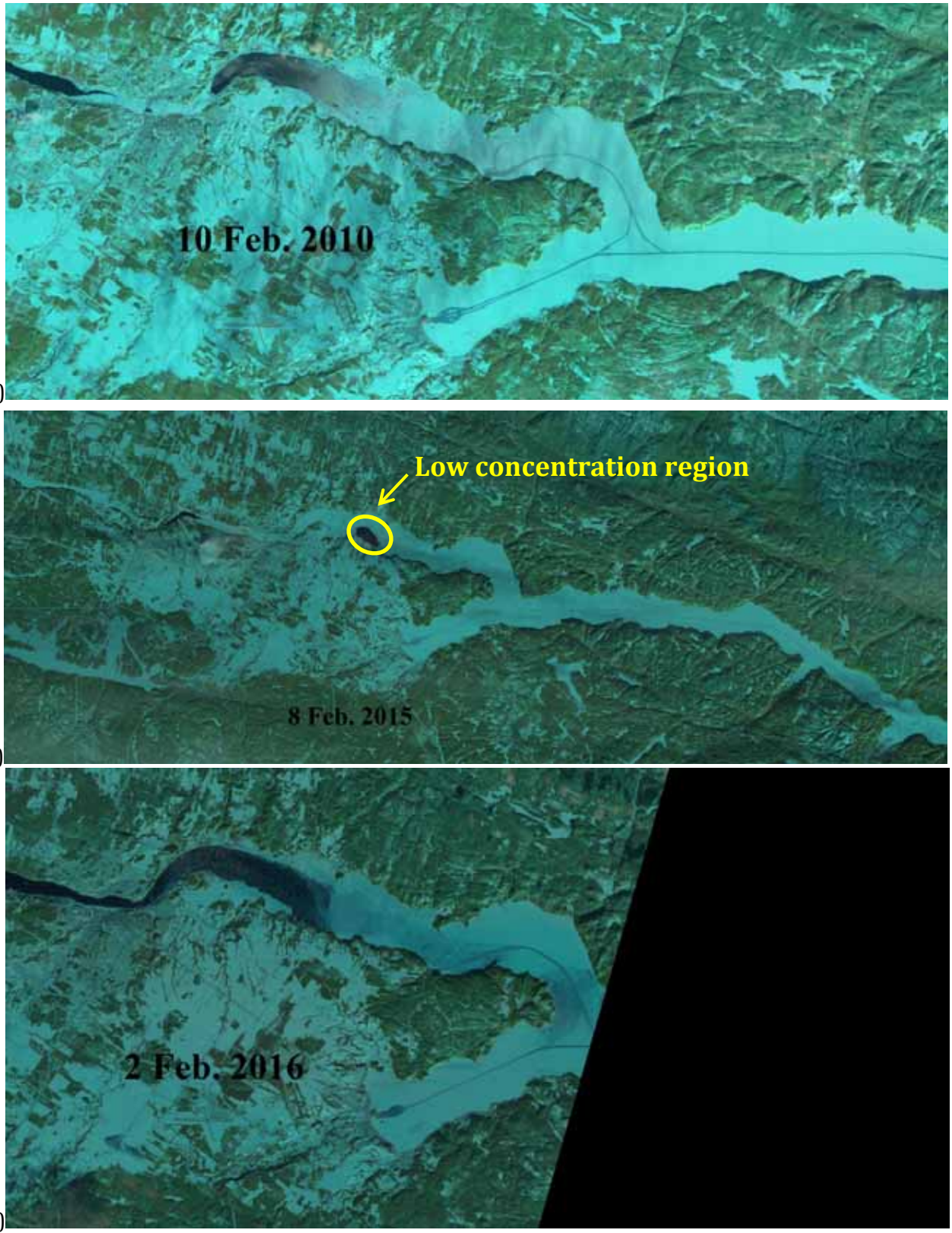
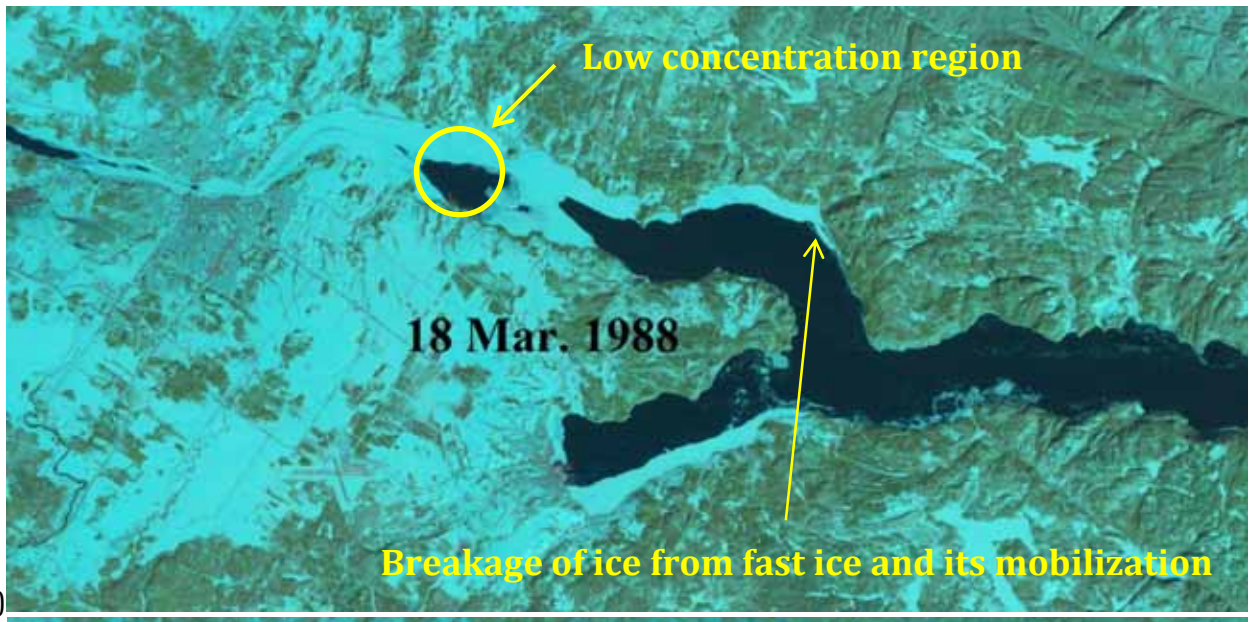


Figure 77. Selected Landsat images of the upper Saguenay Fjord region during February.

The ice concentration in the upper Saguenay Fjord during March is highly variable from week to week and from one year to another. High ice concentrations prevail in early March, before the Spring ice-breakup (assisted and managed by the Coast Guard), while much lower concentrations prevail over the second half of the month following the Spring breakup. Figure 78a through Figure 78e illustrate the variability in ice conditions during the month of March. During the breakup, the fast ice cover is broken up into floes of varying sizes that are swept downstream, pushed by westerly winds and ebb tides. Some of these floes can be seen in Figure 78a and Figure 78d.

There is not enough data to draw any conclusions concerning the variability in ice conditions at the three sites of interest (Grande Anse, Arianne Phosphate and Énergy Saguenay). The ice charts and satellite images suggest that the ice conditions and concentrations do not differ significantly between these sites. There is however a region (~7 km) upstream from Grande Anse terminal where the concentrations are usually very low throughout the whole ice season. This region is shown with a yellow circle in Figure 77a,c and Figure 78a, c.

a)



b)



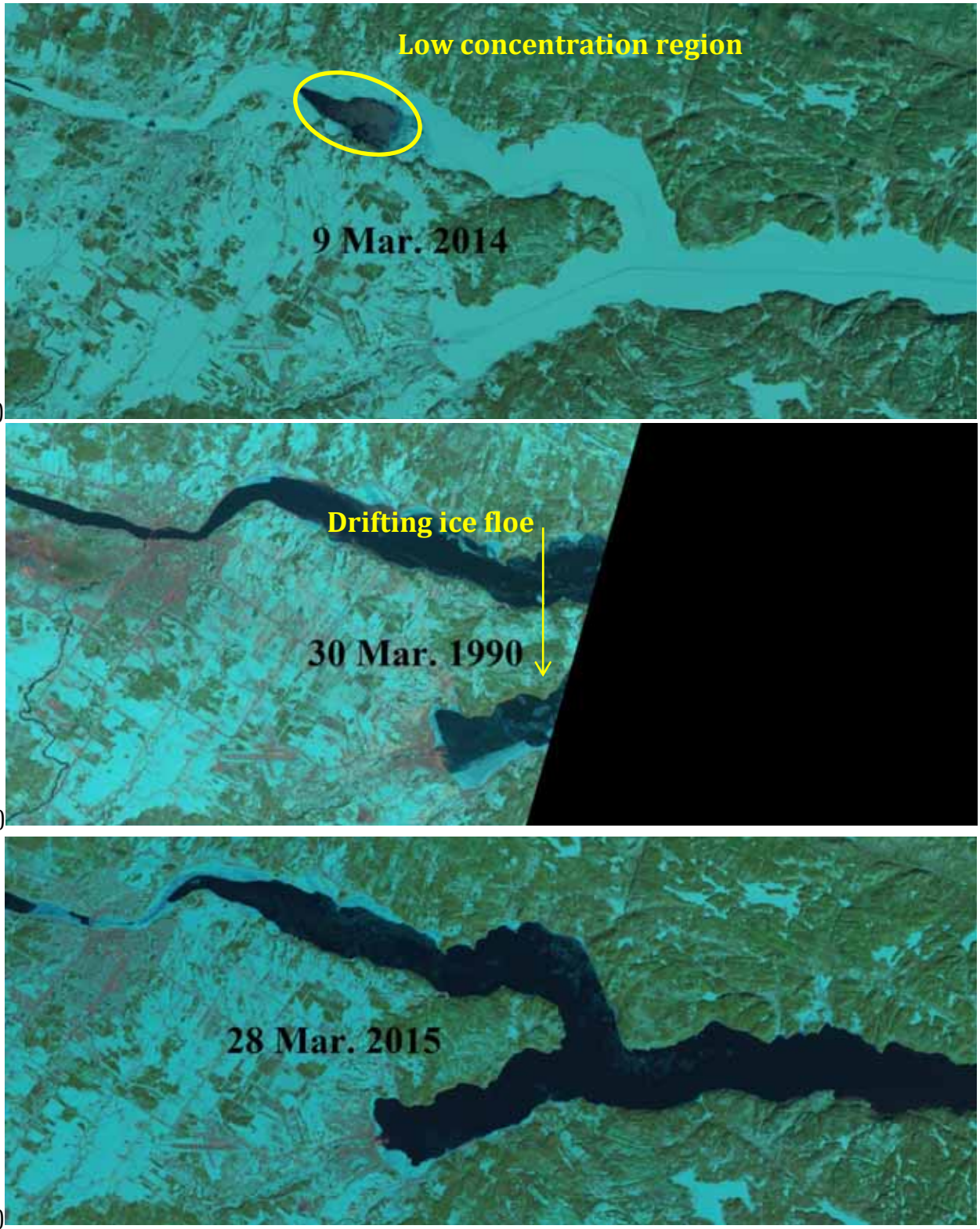


Figure 78. Selected Landsat images of the upper Saguenay Fjord region during March.

Although the regional concentration of ice is generally low during April, there is still a reasonable chance of encountering some remaining fast ice (probably highly decayed) and floes moving downstream. Figure 79 shows the existence of fast ice and floes in early April in three different years.

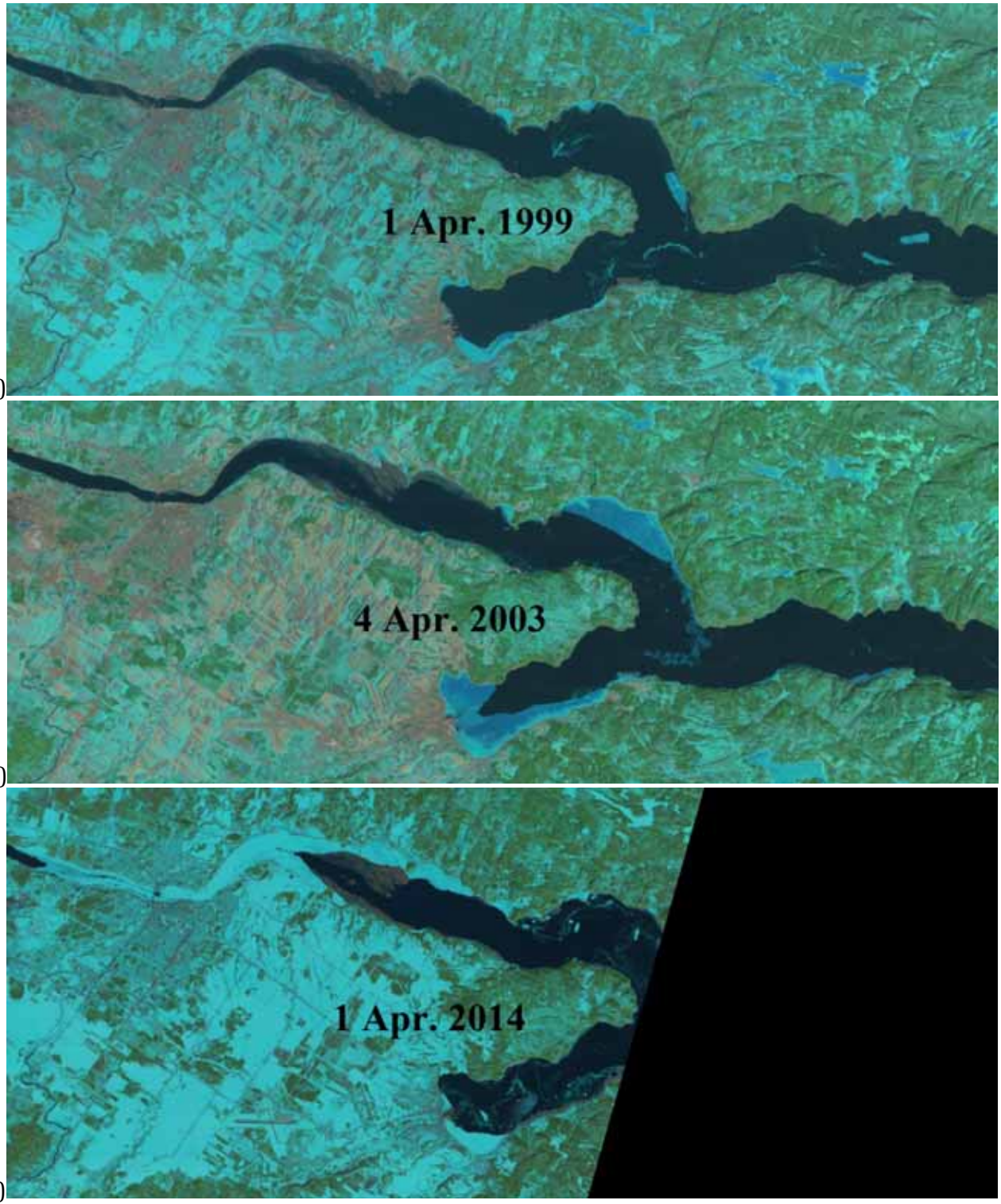


Figure 79. Selected Landsat images of the upper Saguenay Fjord region during early April.

4.4 Review of ice thickness data

Under the Ice Thickness Collection Program run by Environment Canada from 1947-2002, ice thickness and snow depth were recorded for many locations in Canada. The record length and frequency varies from location to location and could be up to 50 years for some Arctic locations. The record frequency (temporal resolution) could be as high as a week. Although the locations of ice thickness and snow depth measurements are close to shores, the maximum thickness of ice below the water level is always less than the water depth.

Some of the locations in the fjord region with available record are shown in Figure 80 (blue balloons). The data for locations P30 (La Grande Anse N), P28 (Anse A Pelletier), and P29 (La Grande Anse NW) which are the closest to the sites of interest has been analyzed.



Figure 80. Map of ice thickness measurement stations in the upper Saguenay Fjord.

One hundred five records are available for site P28 (Anse A Pelletier) over the 18 year period from 1984 to 2002. The peak and average ice thickness for this site are respectively 70 cm and 43 cm. There are only 16 records for site P29 (La Grande Anse NW) and they belong to years 1984-1986 and year 1990. The peak and average ice thickness for this limited number of records are respectively 43 cm and 26 cm. There are 88 record counts for site P30 (La Grande Anse N), for the same period as site P28. Peak and average ice thickness for site P30 are 60 cm and 36 cm, respectively. Figure 81 below shows all the ice thickness records for these three sites plotted against time.

Two different exceedance probability curves have been constructed from the thickness data for site P28, and both are plotted together in Figure 82. If all 105 observations are considered in the analysis, then the exceedance probability curve shown in blue is obtained. According to this curve, the probability of encountering ice with thickness of 70 cm or greater is 2%. Alternatively, if only the maximum thickness

recorded in each season is used, then the probability of encountering ice with thickness of 70 cm or more increases to 11% (red curve in Figure 82), which reflects the fact that 70 cm thick ice was measured in 2 of 18 seasons (1988 and 1994).

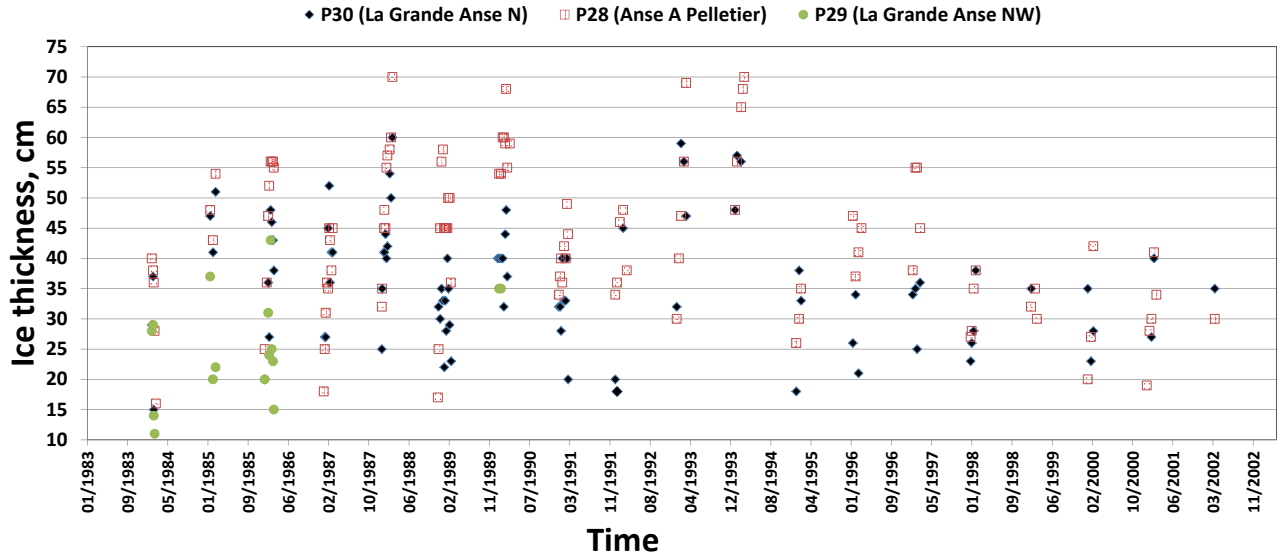


Figure 81. Historical ice thickness measured at three locations in the upper fjord (P28, P29, P30).

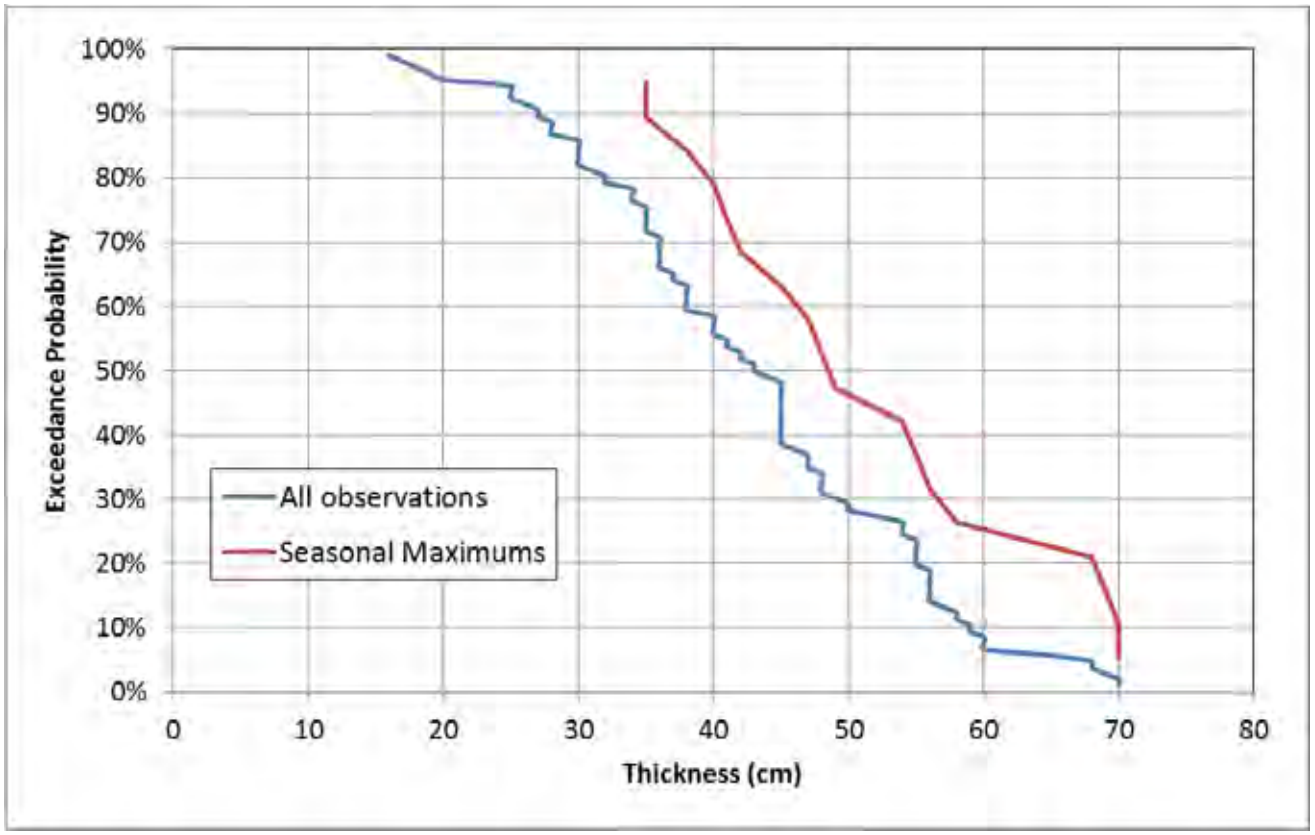


Figure 82. Exceedance probability for ice thickness at site P28.

4.5 Estimation of ice thickness from temperature data

Thermodynamic thickness growth of ice sheets can be approximated based on the following equation[8]:

$$h = 3.5 \times 10^{-2} \times CFDD^{0.5} \times \alpha$$

in which h and $CFDD$ are respectively ice thickness in meters and cumulative freezing degree days in degrees Celsius (°C). α is a positive number less than 1 and a function of thickness estimation location depending on wind and snow conditions. Note that this equation was originally developed to estimate ice thickness growth for lakes. The equation is thought to be applicable to streams when current speeds are smaller than approximately 0.6 m/s, which is the case for a large part of the upper Saguenay Fjord.

There are general recommendations concerning the value of α in literature. However, for the present study, an appropriate value of α is estimated based on the historical ice thickness observations provided by Environment Canada's Ice Thickness Program discussed earlier, while $CFDD$ is based on observed temperature. The calibrated α value is then used with historical $CFDD$ information to estimate ice thickness.

The coefficient α has been estimated based on the ice thickness observations for station P28 (Anse A Pelletier), shown in Figure 81. Since no temperature measurements exist for this specific location, $CFDD$ is based on the climate information at Bagotville Airport, which is only ~20 km away.

Two winter seasons associated with the peak ice thickness measurements at station P28 have been considered in calculating an appropriate value for α: 1987-1988 and 1993-1994. In both these winters an ice thickness of 70 cm was recorded at station P28. Appropriate values for $CFDD$ were calculated for the same seasons based on average daily temperatures from 1 Nov. (approximate time of the year after when negative temperature are continually observed) to 31 March (approximate time of the year when there is no ice in the fjord). The resulting $CFDD$ values for the 1987-1988 and the 1993-1994 seasons are respectively, 1500 °C, and 1666 °C[9]. The corresponding values of α for the 1987-1988 and 1993-1994 seasons are 0.5164 and 0.4900, respectively. The average of these two estimates (α =0.503) was used for the remaining calculations. With this average α, the estimated ice thickness based on the above equation for the 1989-1990 season is ~72 cm; while the peak ice thickness observed was ~68 cm. This good agreement can be considered a successful validation of the method.

The seasonal value of $CFDD$ has been calculated for each winter (1 November to 31 March) from 1950 to 2015. The peak $CFDD$ for this period is approximately 1833 °C and belongs to the 1958-1959 season. With this peak $CFDD$ and assuming α = 0.503, the maximum ice thickness estimated over the 65 year period is 0.75 m.

[8] Gosink, J., Marcotte, N., Muller, A., and Osterkamp, T.E., Thermal Regime of Lakes and Rivers: Chapter 4 of River and Lake Ice Engineering, Edited by Larsen P., Ashton, G., Water Resources Publications, Colorado, 1986

[9] Daily temperatures are retrieved from Bagotville.weatherstats.ca on 15 March 2016.

5 ICE DYNAMICS MODELLING

5.1 Introduction

A numerical model of ice dynamics developed at the National Research Council of Canada has been set-up and applied to study ice dynamics in the upper Saguenay Fjord. Further details on the ice dynamics model are given in Appendix 1, and in Sayed *et al.* (2002) and Kubat *et al.* (2011, 2015). The model has been used to predict the evolution of ice pressure, ice concentration and ice thickness at two sites being evaluated by *Énergie Saguenay*, *Arianne Phosphate* and the *Port de Saguenay* as potential locations for new port facilities. Predictions for eleven different scenarios have been produced, each corresponding to a different combination of wind speed and direction, tide, freshwater inflow, initial ice thickness, and initial ice concentration. The scenarios include both extreme conditions with very low probability of occurrence, as well as less extreme conditions.

5.2 Model Set-up

5.2.1 Grid Set-up

The rectangular computational grid was set up to cover the two proposed port locations (see Figure 83). The grid extends 15 km along the east-west direction and 9 km along the north-south direction and is mapped to a Universal Transverse Mercator (UTM) projection using the NAD83 datum. This coordinate system was chosen to coincide with the computational grid from the hydrodynamics modelling. The area of interest is located in UTM Zone 19.

The grid cell size chosen was 25 meters which is required to properly model the ice corridor that ranges from 100 to 150 meters in width. The final grid is composed of 600 cells in the east-west direction and 360 cells in the south-north direction.

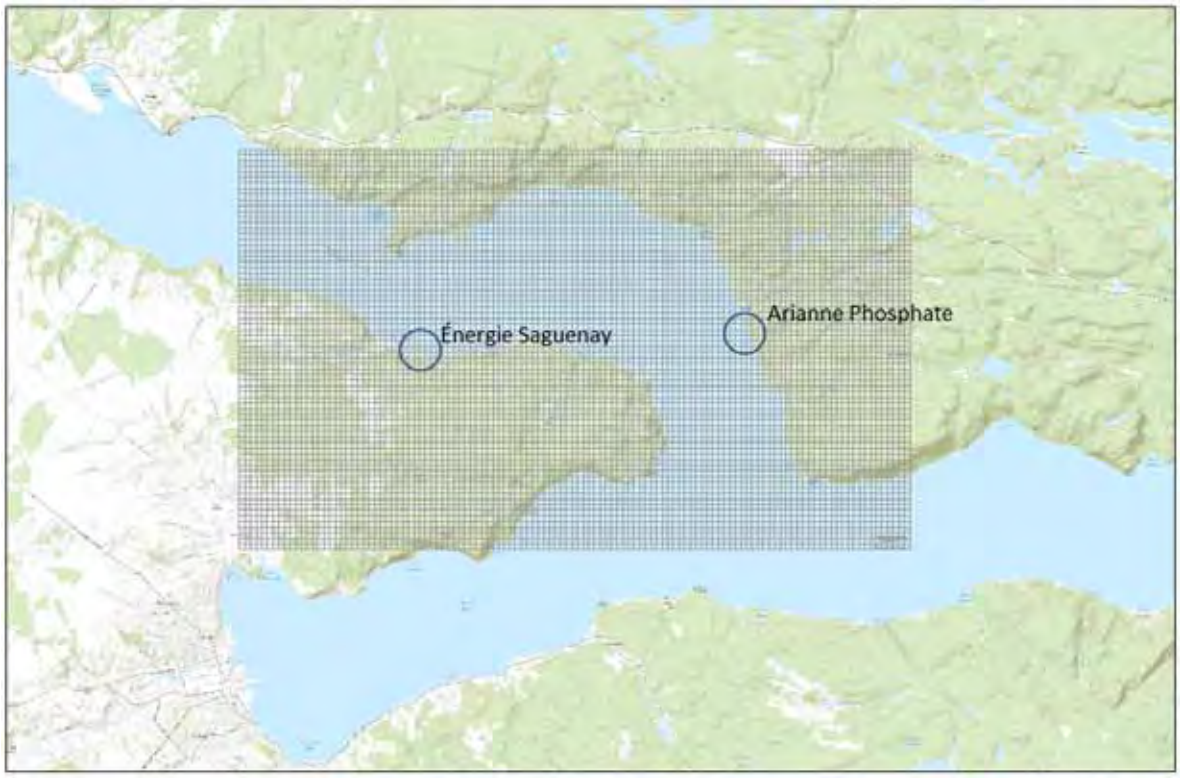


Figure 83: Ice dynamics model computational domain and rectangular grid

5.2.2 Initial Ice conditions

Each model simulation required the initial ice thickness and initial ice concentration to be specified in each cell of the computational grid. Two ice thicknesses were selected for modelling based on the ice characterization study described in Chapter 4. A thickness of 43 cm was adopted to represent typical conditions during an "average" winter, while a thickness of 70 cm was adopted to represent extreme conditions during a cold winter. Based on the analysis presented in Section 4.4, the probability of encountering ice with thickness equal to or greater than 43 cm is roughly 50%, while the probability of encountering a thickness of 70 cm or more is approximately 2%. It should be noted that the probabilities are larger if only annual maximums are considered.

Two different initial ice concentrations were also considered: corresponding to 95% and 70% ice cover. The 95% concentration represents a nearly continuous and relatively strong ice cover with some rafting, ridging and re-consolidation, while the 70% concentration represents conditions after the start of the Spring break-up, when the ice cover has broken into a loose network of discrete floes and open-water leads. Ice concentration was applied over the entire grid except where the ice-free corridors were defined. The grid cells overlapping the ice-free corridors were defined to have zero ice thickness and zero concentration. Initial ice conditions for one of the runs are shown in Figure 84. For illustrative purposes, the ice concentration maps use the World Meteorological Organization (WMO) colour code to represent ice concentration levels.

Note that the maps in Figure 84 and all subsequent output maps use black wind barbs to display the surface wind speed and direction, and black arrows (vectors) to denote the speed and direction of the surface water current. The feathers or pennants at the tail of the wind barb denote wind speed while the head of the barb points to the direction the wind is going. Half of a wind barb indicates a wind speed of five knots, a full barb ten knots, and a pennant flag fifty knots. Calm wind conditions are denoted by an open circle. Figure 85 shows the wind speed values corresponding to each style of wind barb.

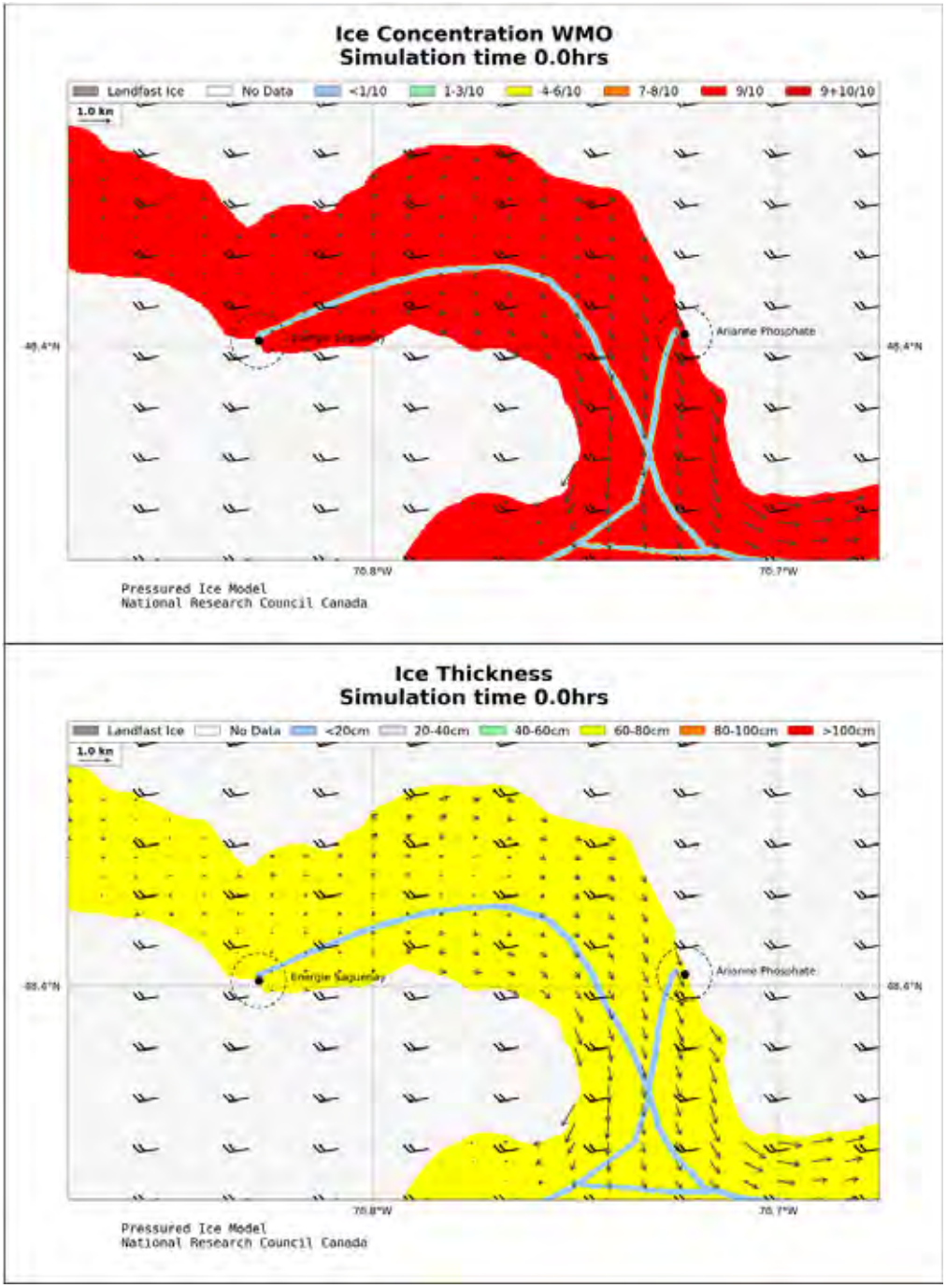


Figure 84: Initial Ice concentration (95%) and thickness (70cm) for Scenario 7. Note the access corridors have zero concentration and zero thickness

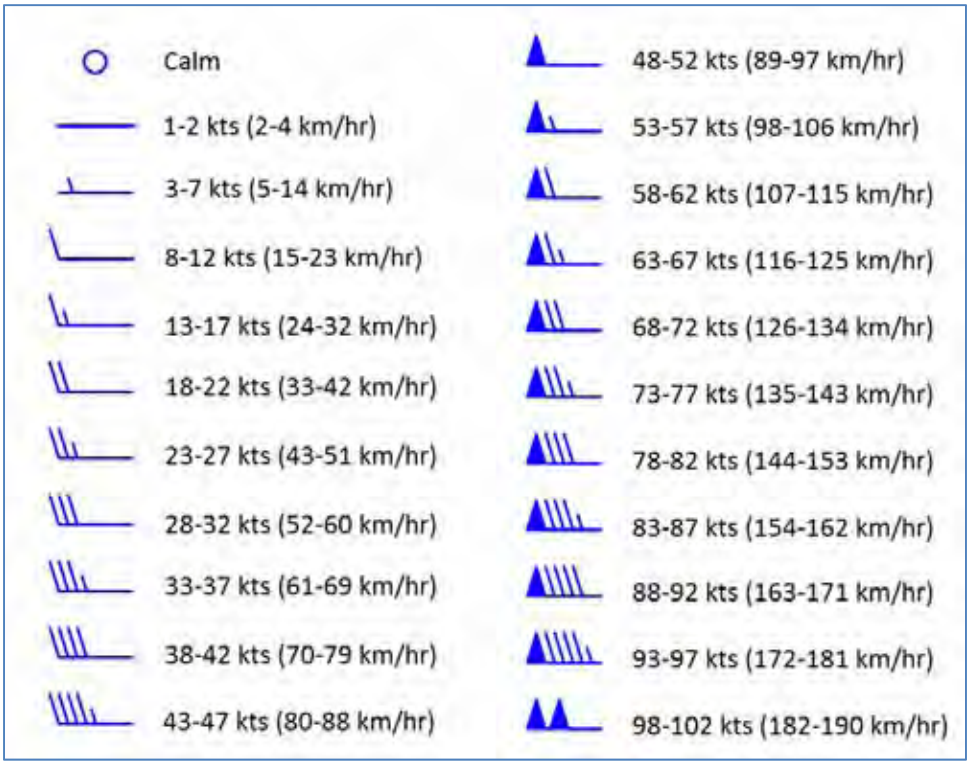


Figure 85: Wind barb legend.

5.2.3 Hydrodynamic forcing

The ice dynamics model was forced using both ground-level wind and surface water current. Surface water currents that varied over both space and time were extracted from the top layer of the 3D hydrodynamic modelling results described in Chapter 2. The hydrodynamic data resides on an unstructured triangular mesh with a resolution ranging from 40 metres near the sites of interest (*Énergie Saguenay* and *Arianne Phosphate*) to approximately 250 metres for the rest of the grid. The grid projection and datum are UTM Zone 19 and NAD83 respectively. The magnitude and direction of the surface currents vary with time and are updated every 30 minutes. Figure 86 shows the hydrodynamics model grid over the ice model grid.

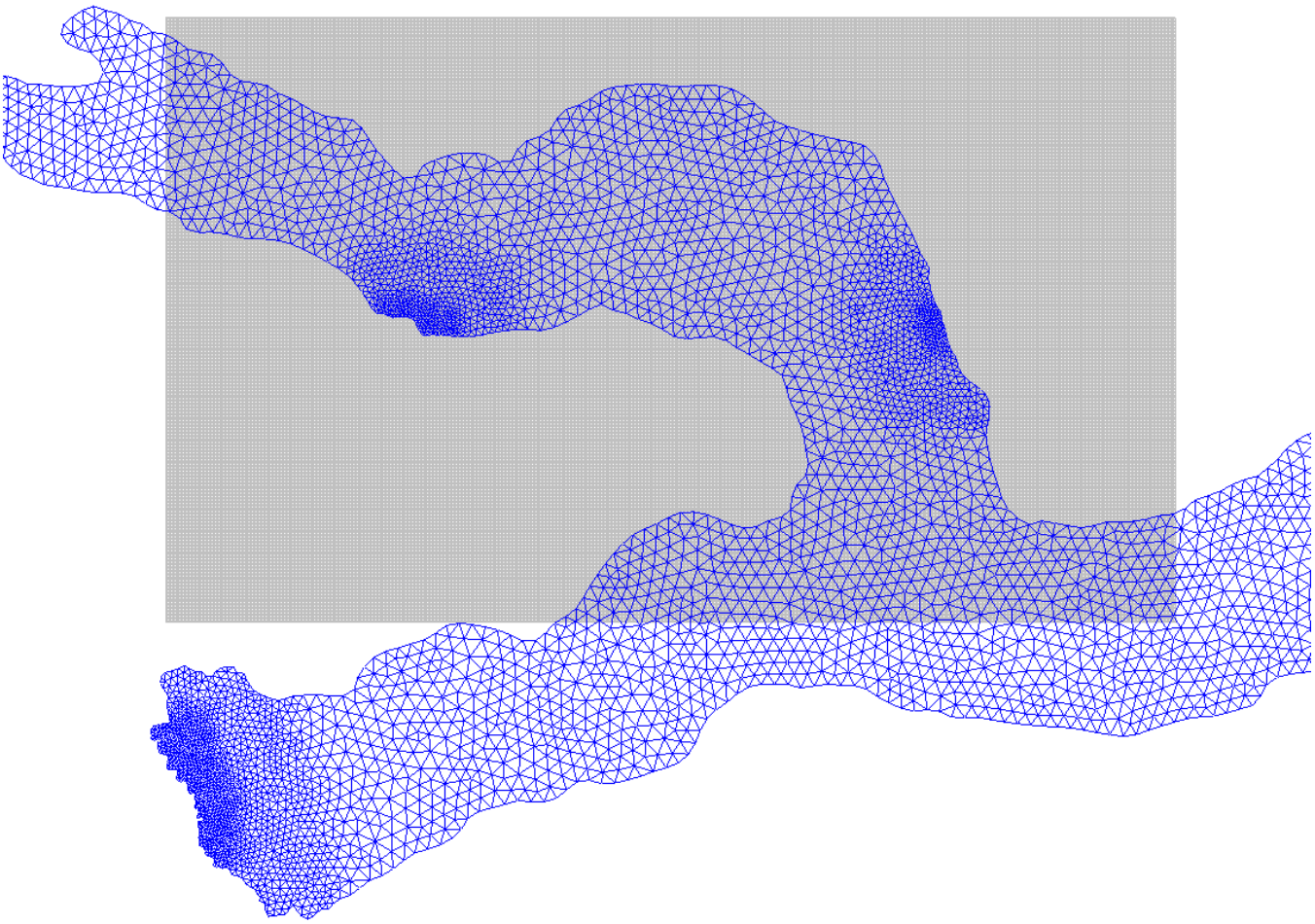


Figure 86: The hydrodynamics model grid overlaying the ice model grid.

Two different hydrodynamic scenarios were selected for use in the ice dynamics modelling:

- Hydrodynamics Scenario 2 with freshwater inflow 1907 m^3/s – the maximum freshwater inflow observed during March at the end of the ice cover season; and
- Hydrodynamics Scenario 3 with freshwater inflow 1244 m^3/s – the average freshwater inflow observed during March.

The 15-day tide signal (15-30 October 2015) used to force the downstream boundary of the hydrodynamic model is shown in Figure 87. The portion of the hydrodynamic simulations representing flows during the larger Spring tides was used in the ice dynamics modelling, as indicated by the blue box in Figure 87.

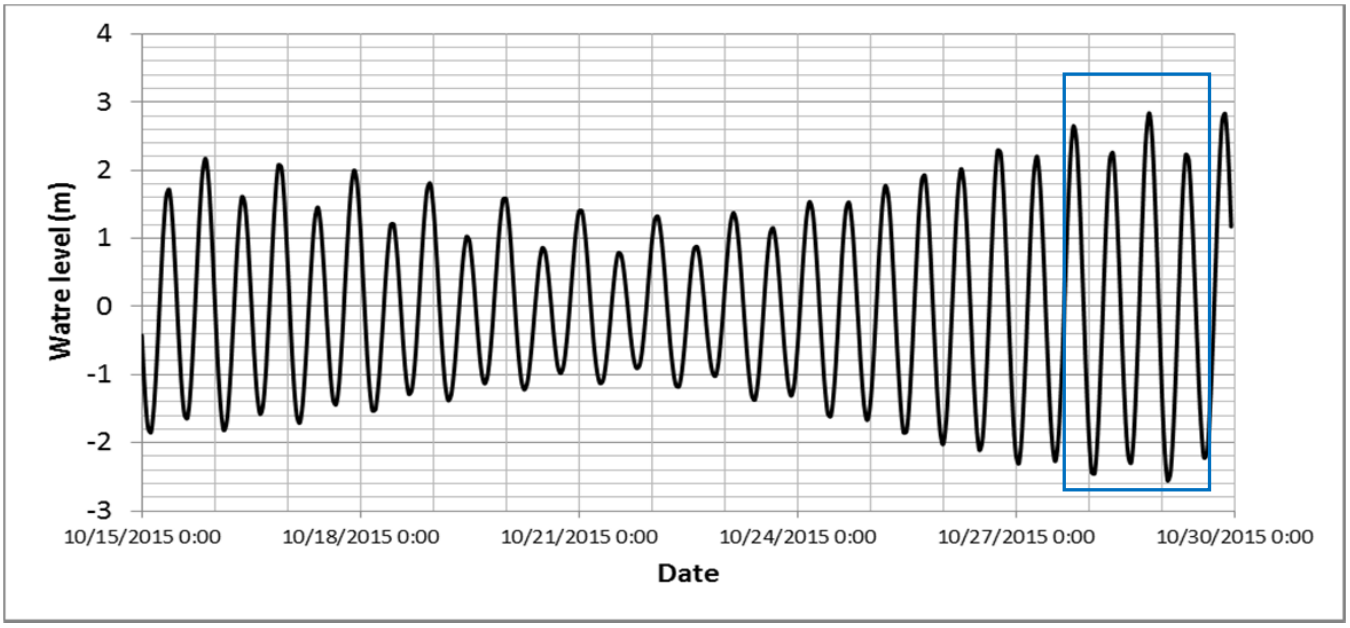


Figure 87: Tide signal applied to force the downstream model boundary in the hydrodynamic simulations.

5.2.4 Wind forcing

Only steady wind fields (that do not vary with time) were considered in this study. In all cases, the wind was assumed to remain steady throughout the ice dynamics simulation. Two different types of wind fields were input to the ice dynamics model: spatially varying wind fields and spatially uniform wind fields. The spatially varying wind fields were estimated by the Anemoscope© wind model as described in Section 3.3. Ground-level wind fields for sixteen different extreme atmospheric conditions were estimated using the Anemoscope© model. The spatially uniform wind fields were assumed based on statistical analysis of wind measurements from Bagotville Airport.

The Anemoscope© model produced wind data on a rectangular grid with a resolution is 250 m in both the x and y direction. The grid projection native to Anemoscope© is Polar Stereographic and the Earth is treated as a Sphere. The wind data was converted at run time to UTM Zone 19 for use in the ice model simulations.

Three Anemoscope© wind fields were selected for use in the ice dynamics modelling from sixteen available scenarios or atmospheric states:

- ANU1D293C14M – the wind scenario generating the highest wind speed at both sites and wind directed onshore at the *Arianne Phosphate* site (80 km/hr wind from west at Bagotville)
- ANU1D135C14M – the wind scenario generating the second highest wind speed at both sites (61 km/hr wind from east at Bagotville)
- ANU1D068C14M – the wind scenario generating the strongest wind blowing onshore to the *Grande Anse* and *Énergie Saguenay* sites (53 km/hr wind from NNE at Bagotville)

Figure 88 shows the wind vectors for wind scenario ANU1D068C14M over the ice model grid.

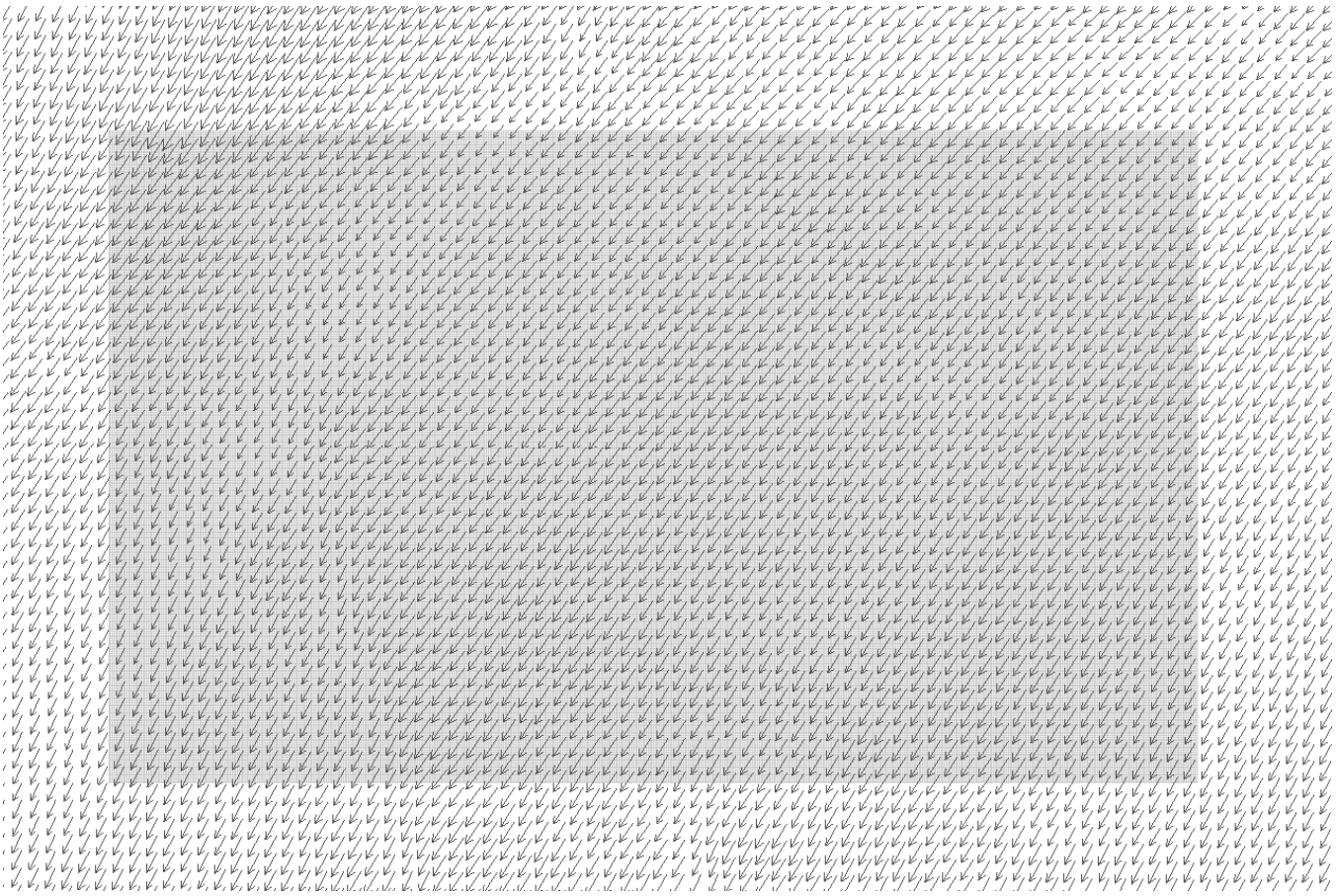


Figure 88: Wind vectors for wind Scenario ANU1D068C14M overlaying the ice model grid

In addition, four spatially uniform wind fields were used in the ice dynamics modelling: two from the W direction, blowing onshore towards the *Arianne Phosphate* site and two from the NNE, blowing onshore towards the *Énergie Saguenay* site. The wind speeds for these four wind fields were based on the measured wind statistics for Bagotville airport, summarized in Figure 60. The details of the four spatially uniform wind scenarios are as follows:

- Wind Direction 260° (W), Wind speed 19 km/hr – the average westerly wind at Bagotville and the westerly wind associated with an exceedance probability of ~13.2%
- Wind Direction 260° (W), Wind speed 35 km/hr – the westerly wind associated with an exceedance probability of ~2.6%
- Wind Direction 22.5° (NNE), Wind speed 9 km/hr – the average wind speed from both the N and NE directions – exceedance probability of ~0.7%
- Wind Direction 22.5° (NNE), Wind speed 25 km/hr – the wind speed from NNE associated with an exceedance probability of ~0.05%

5.2.5 Calibration of the Set-up

Test simulations were carried out to ensure that the model set-up could appropriately simulate the ice dynamics over the area of interest. The tests examined the grid extent, grid cell size and simulation time step.

5.2.6 Model Simulation Parameters

A simulation time step of 5 seconds was used for all model simulations reported here. The model updates the input surface currents every 30 minutes. The initial wind inputs are sustained for the full duration of the simulations. All input conditions are spatially interpolated to the cells of the ice grid. Ice model output was generated every 15 minutes.

5.3 Scenario Definition

Eleven scenarios were defined for the ice model simulations as summarized below in Table 14.

Scenario	Tide range	Initial water level	Freshwater inflow (cms)	Current field	Wind speed @ Bagotville (km/hr)	Wind direction (deg N)	Wind field	Initial ice concentration (%)	Intial ice thickness (cm)
1	Spring	High	1907	Spatially and time varying	0	-	Spatially varying	95	70
2	Spring	High	1907	Spatially and time varying	80 [1]	262 (W) [1]	Spatially varying	95	70
3	Spring	High	1907	Spatially and time varying	53 [2]	30 (NNE) [2]	Spatially varying	95	70
4	Spring	High	1907	Spatially and time varying	61 [3]	90 (E) [3]	Spatially varying	95	70
5	Spring	High	1244	Spatially and time varying	19	260 (W)	Spatially uniform	95	43
6	Spring	High	1244	Spatially and time varying	35	260 (W)	Spatially uniform	95	43
7	Spring	High	1244	Spatially and time varying	35	260 (W)	Spatially uniform	95	70
8	Spring	High	1244	Spatially and time varying	35	260 (W)	Spatially uniform	70	43
9	Spring	High	1244	Spatially and time varying	9	22.5 (NNE)	Spatially uniform	95	43
10	Spring	High	1244	Spatially and time varying	25	22.5 (NNE)	Spatially uniform	95	43
11	Spring	High	1244	Spatially and time varying	25	22.5 (NNE)	Spatially uniform	70	43

1 Wind field derived from Climate State ANU1D293C14M (AnemoScope Simulation)
2 Wind field derived from Climate State ANU1D068C14M (AnemoScope Simulation)
3 Wind field derived from Climate State ANU1D135C14M (AnemoScope Simulation)

Table 14: Scenarios adopted for ice dynamics modelling.

All eleven scenarios assume a Spring (large) tide and begin when the initial water level in the upper fjord is high. Hence, the water level falls during the first 6 hours of each simulation, then rises between the 6th and 12th hours. The ice-free corridors shown in Figure 84 were included in all scenarios.

Scenarios 1 to 4 have a high freshwater inflow of 1907 m^3/s with an initial ice thickness of 70 cm and an initial ice concentration of 95%. As described in Chapter 2, the 1907 m^3/s inflow is the maximum freshwater inflow recorded during the month of March. Scenario 1 has no wind (zero speed) while Scenarios 2 to 4 use extreme wind fields calculated by AnemoScope© as described in Chapter 3.3. It is worth noting that in these ice dynamics simulations the extreme winds were sustained and held constant for the full duration of each simulation, typically more than six hours. The effect of extreme winds acting for shorter durations can be estimated from intermediary simulation outputs (i.e. outputs after the duration of interest).

Scenarios 5 to 11 all assume a freshwater inflow of 1244 m^3/s which is the average freshwater inflow to the upper fjord during March. Initial ice thickness is either 43 cm (average ice thickness) or 70 cm (thick ice). Initial ice concentrations are either 95% (virtually uniform ice cover) or 70% (ice floes of various sizes with 30% open water).

For Scenarios 5 to 8, the wind direction at 260° (from the W) is approximately shore normal to the *Arianne Phosphate* site. Two wind speeds are modelled: 19 km/hr and 35 km/hr. Again, it is worth noting that the winds were held constant for the full duration of each Scenario.

For Scenarios 9 to 11, the wind direction at 22.5^o (NNE) is approximately shore normal to the *Énergie Saguenay* site. Two wind speeds are modelled: 9 km/hr and 25 km/hr. These winds were sustained for the full duration of each Scenario.

The initial ice conditions and wind forcing for each Scenario are summarized in Table 15, together with estimates of the exceedance probability for the ice thickness condition alone and for the wind forcing condition alone (wind speed and direction), as well as the combined exceedance probability of equalling or exceeding both conditions at the same time. For Scenarios 2 – 4, in which the wind fields were obtained from AnemoScope© simulations of extreme conditions, the exceedance probabilities for each wind condition were obtained from the NCEP/NCAR six-hourly subset database (see Table 13). For Scenarios 1 and 5 - 11, the exceedance probabilities for these spatially uniform wind conditions were derived from analysis of the wind statistics for Bagotville airport.

The combined probabilities shown in Table 15 include consideration of the wind speed, wind direction and ice thickness. The combined probabilities for each Scenario were obtained by multiplying the corresponding probabilities for the wind condition and ice thickness, a simple approach which is valid so long as the wind condition and ice thickness are not correlated - a reasonable assumption in this case. As discussed below, the resulting ice dynamics in the upper fjord were found to be sensitive to all three of these variables. Conversely, the ice dynamics were found to be relatively insensitive to the prevailing hydrodynamics, which implies that the tide range and freshwater inflow are of secondary importance relative to wind speed, wind direction and ice thickness. Hence, the tide range and freshwater inflow were not considered when calculating the combined probabilities shown in Table 15. The initial ice concentration was also not considered when calculating the combined probability for each Scenario due to a lack of quantitative data. However, it is known that the ice concentration near the sites of interest is normally very high (>9/10) throughout the winter season up until the start of the Spring break-up. Hence the probability of encountering an ice concentration of >9/10 is likely close to 100% up until the start of the Spring break-up.

Table 15. Initial conditions, environmental forcing and exceedance probabilities for Scenarios 1-11.

Scenario	Initial Ice Properties		Wind Forcing		Est. exceedance probability (%)		
	Thickness (cm)	Concen-tration (%)	Speed (km/hr)	Direction (°)	Ice Thickness	Wind	Combined
1	70	95	0	-	2	8.9	0.18
2	70	95	~80	~262 (W)	2	0.0015	0.00003
3	70	95	~53	~30 (NNE)	2	0.0107	0.0002
4	70	95	~61	~90 (E)	2	0.0078	0.00016
5	43	95	19	260 (W)	50	13.2	6.6
6	43	95	35	260 (W)	50	2.6	1.3
7	70	95	35	260 (W)	2	2.6	0.05
8	43	70	35	260 (W)	50	2.6	1.3
9	43	95	9	22.5 (NNE)	50	0.7	0.35
10	43	95	25	22.5 (NNE)	50	0.05	0.025
11	43	70	25	22.5 (NNE)	50	0.05	0.025

As described in Section 4.4, the probability estimates for ice thickness were obtained from a statistical analysis of 105 ice thickness measurements collected at Station P28 at irregular intervals over 18 winter seasons. The exceedance probabilities in Table 15 were obtained by considering all 105 observations, even though they are not truly independent observations. If only the 18 annual maximum thickness values are included in the statistical analysis, the resulting probability of encountering ice 70 cm thick or

thicker increases by a factor of 5.5 times from 2% to 11%. In this case, the combined probabilities in Table 15 would become 5.5 times larger as well. Similarly, the probability of encountering ice 43 cm thick or thicker increases by a factor of 1.34 times from 50% to 67%, and the combined probabilities would increase by the same factor.

5.4 Simulation Results

Each simulation of the scenarios listed in Table 14 gives the evolution of the distributions of ice thickness, ice concentration and the stresses (or pressure) within the ice cover. Those results are used to estimate the severity of ice conditions at each site, which is expressed in terms of ice thickness, ice concentration and pressure. We note that the pressure values resulting from the present simulations correspond to compaction and deformation processes that take place along length scales of 100s of meters. They are indicative of the severity of ice conditions that may be manifested in ridging, rafting and pile-up of ice. They should not be used, however, to quantify ice forces on a dock or a vessel. Therefore, the resulting pressure distributions will be presented in terms of severity as *light*, *moderate*, *strong* or *very strong*. These categories of pressure correspond to the following numerical values:

- no pressure: < 6 kN/m
- light: 6 to12 kN/m
- moderate: 12 to 24 kN/m
- strong: 24 to 40 kN/m
- very strong: >40 kN/m

These values are based on experience with the effect of pressure levels on the ability of vessels to sail through an ice cover (Kubat et al., 2015).

We present here in some detail the results for two scenarios. One of those (Scenario 6) produces pronounced ice action against the *Arianne Phosphate* site. The other (Scenario 10) produces ice action against the *Énergie Saguenay* site. The complete output for all simulation runs is given in Appendix 2. The predicted ice conditions in the vicinity of the two proposed sites are then summarized. Finally, the roles of the significant environmental conditions such as wind speed and direction, water current and ice thickness are evaluated.

5.4.1 Westerly wind- Scenario 6

The initial ice cover was considered to have a uniform thickness of 0.43 m, and a uniform concentration of 95%. Figure 89 and Figure 90 show the initial conditions for the simulation. The ice-free navigation corridors were included in the initial conditions. For environmental forcing, westerly wind (at 260° clockwise from the North) was maintained at 35 km/hour throughout the simulation. The water current was representative of Spring tide conditions during March. The simulation began at high tide.

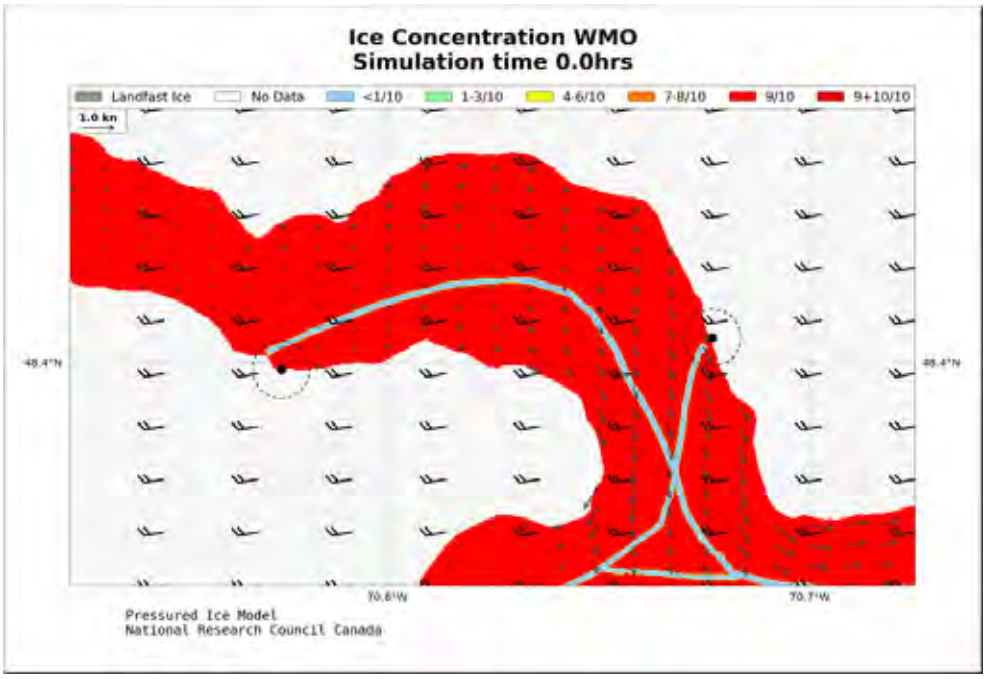


Figure 89: Initial distribution of ice concentration for simulation scenario 6.

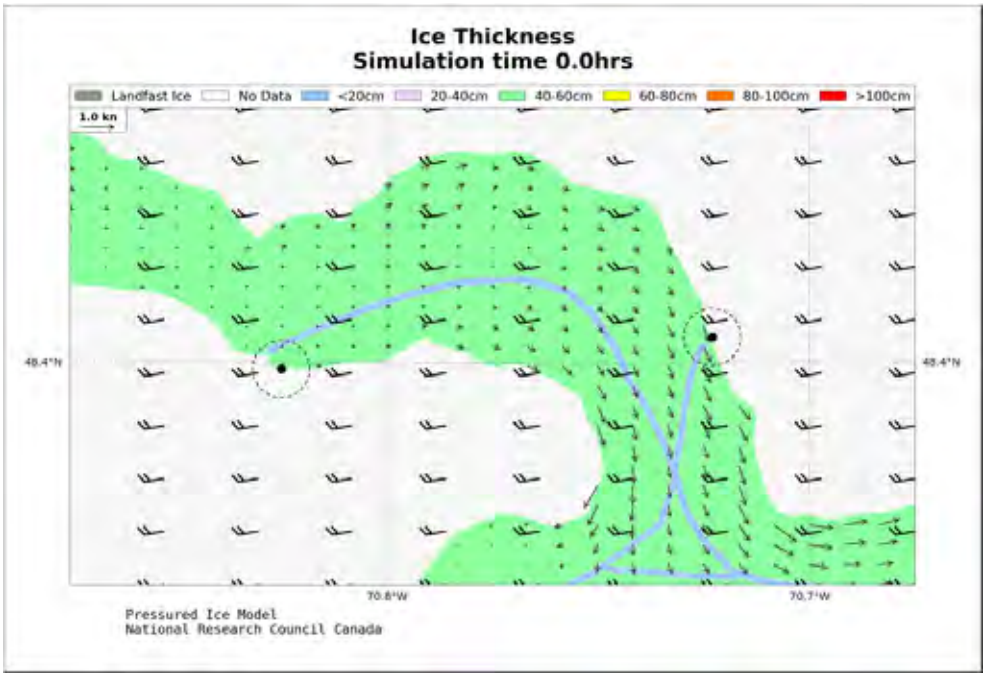


Figure 90: Initial distribution of ice thickness for simulation scenario 6.

The simulation was carried out for a 7.25 hour duration. The resulting distributions of ice concentration, thickness and pressure at the end of the simulation are shown in Figure 91, Figure 92 and Figure 93, respectively. The results show that the ice cover moved to the East and compacted against the East shoreline. The navigation channel closed early in the simulation as the wind pushed the ice eastwards. By the end of the simulation (after 7.25 hours) the ice cover reached a stable state. The results show that the *Arianne Phosphate* site experienced relatively severe ice conditions. In the vicinity of the site, ice

compacted to near 100% concentration, the average ice thickness was between 0.6 m and 0.8 m, and the pressure was relatively strong. Note that the *Énergie Saguenay* site became ice-free by the end of the simulation.

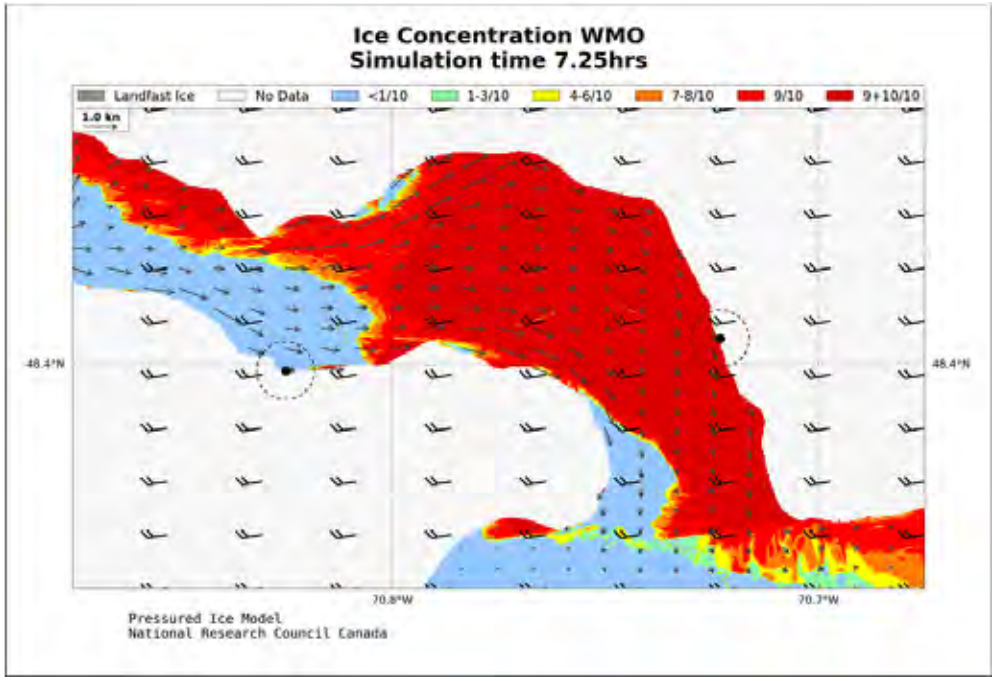


Figure 91: Ice concentration at the end of the simulation of scenario 6.

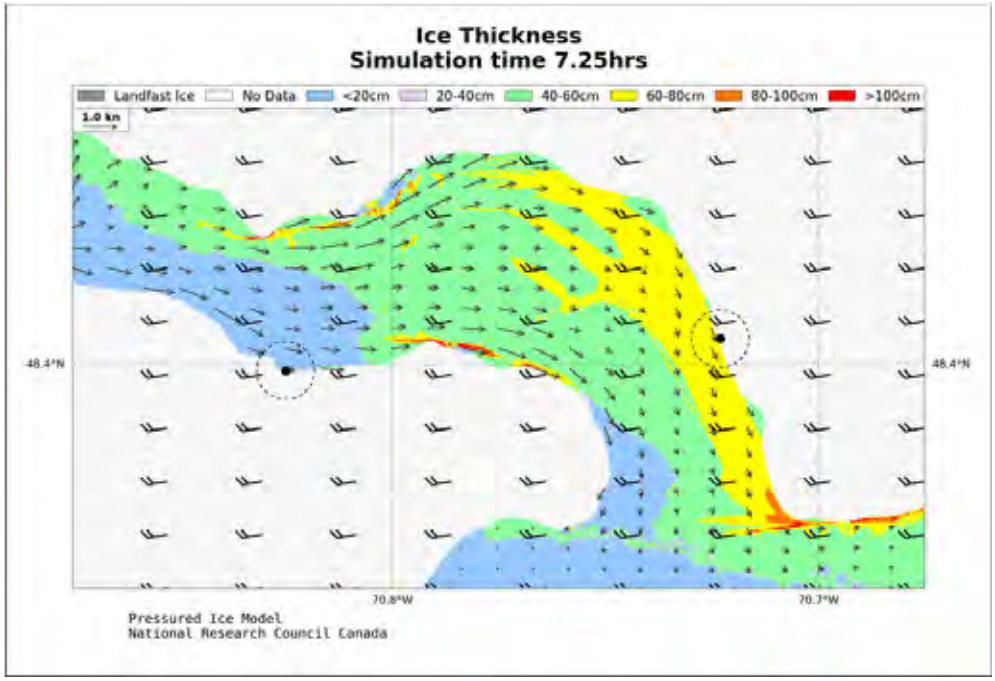


Figure 92: Ice thickness at the end of the simulation of scenario 6.

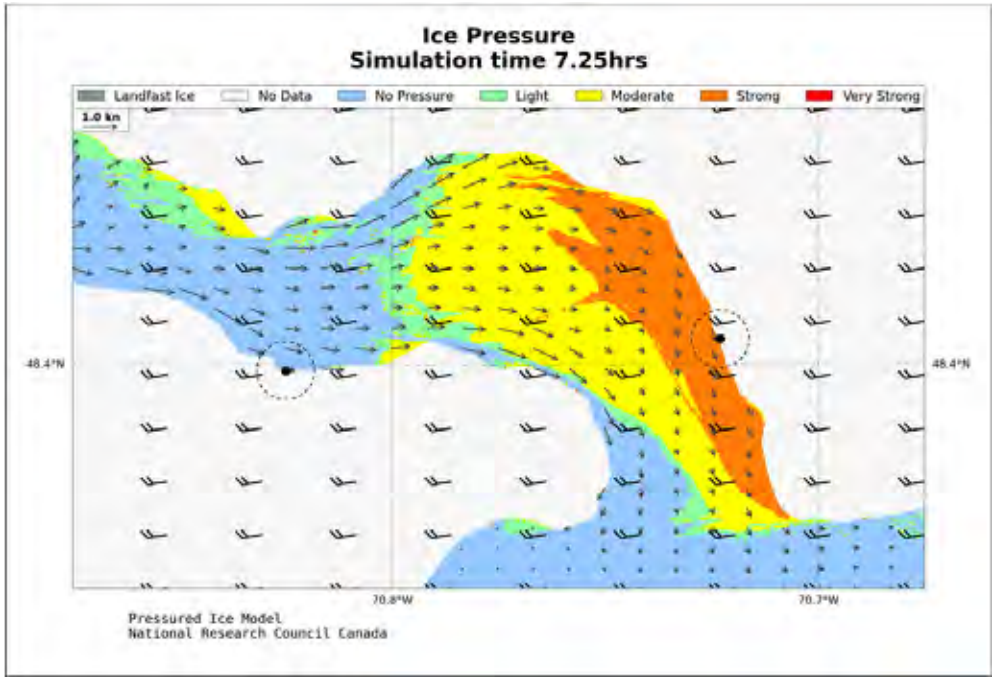


Figure 93: Ice pressure severity at the end of the simulation of scenario 6.

5.4.2 North-Northeast wind- Scenario 10

The initial ice cover for scenario 10 was similar to that used in scenario 6, with uniform thickness of 0.43 m and uniform concentration of 95% (see Figure 89 and Figure 90). The water current forcing was identical to scenario 6. The wind, however, was considered to act from a North-Northeast direction (22.5° clockwise from the North) and to maintain a steady speed of 25 km/hour.

The resulting distributions of ice concentration, thickness and pressure are shown in Figure 94, Figure 95 and Figure 96, respectively. The duration of the simulation was 9.5 hours. By the end of the simulation, ice conditions appeared to reach a stable state. The ice compacted against the south shoreline, with the *Énergie Saguenay* site experiencing relatively severe ice conditions. The ice cover in the vicinity of that site reached a concentration of near 100% with an average thickness between 0.8 m and 1.0 m. The corresponding pressure severity ranged from *strong* to *very strong*. In contrast, the *Arianne Phosphate* site was ice-free.

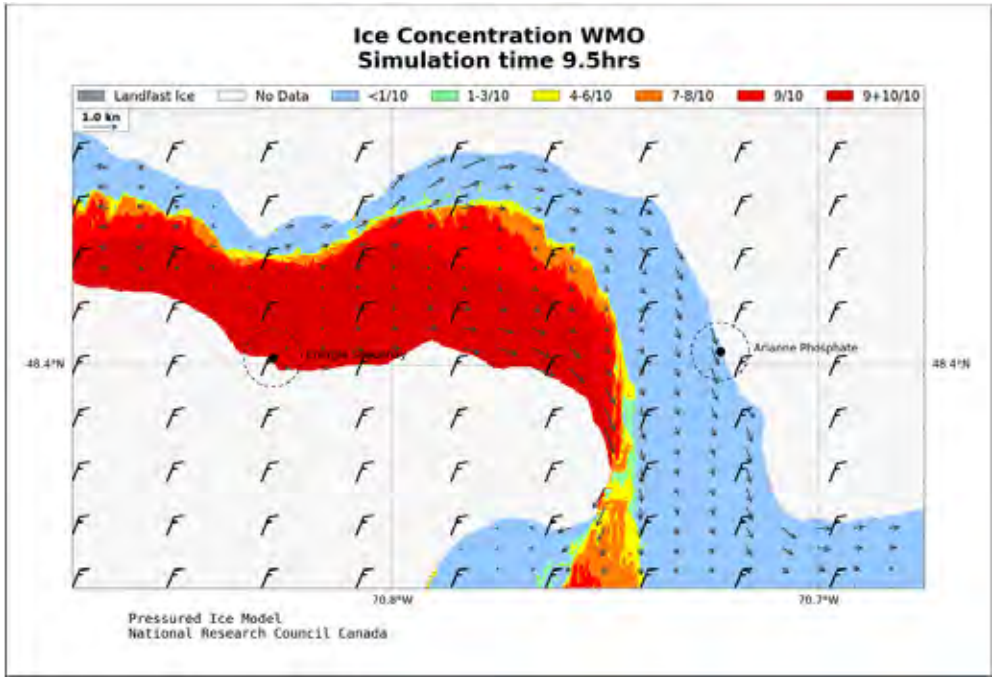


Figure 94: Ice concentration at the end of the simulation of scenario 10.

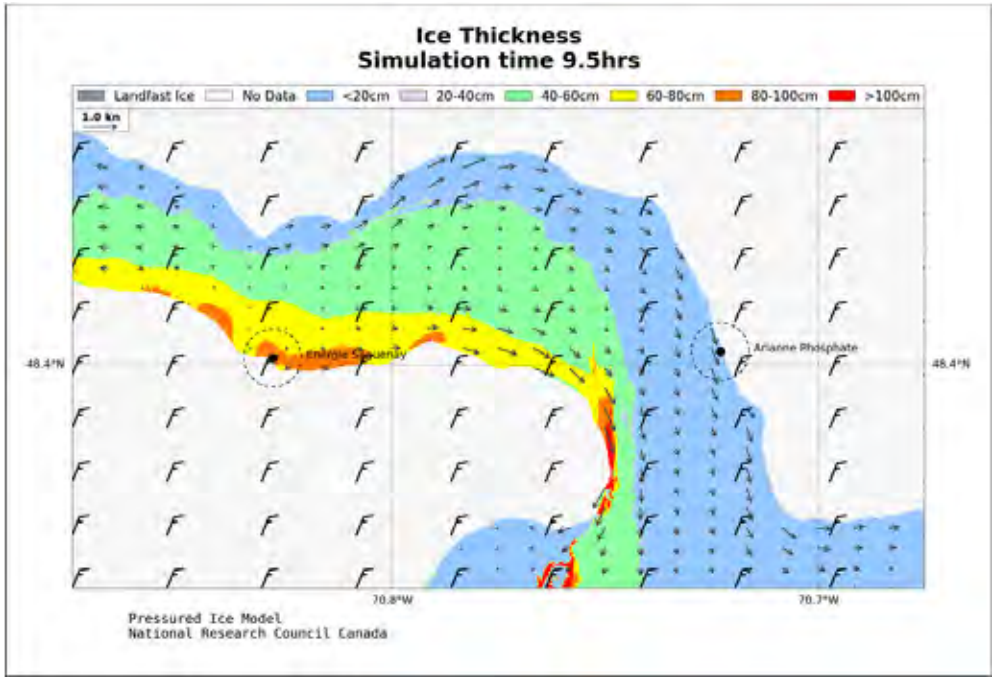


Figure 95: Ice thickness at the end of the simulation of scenario 10.

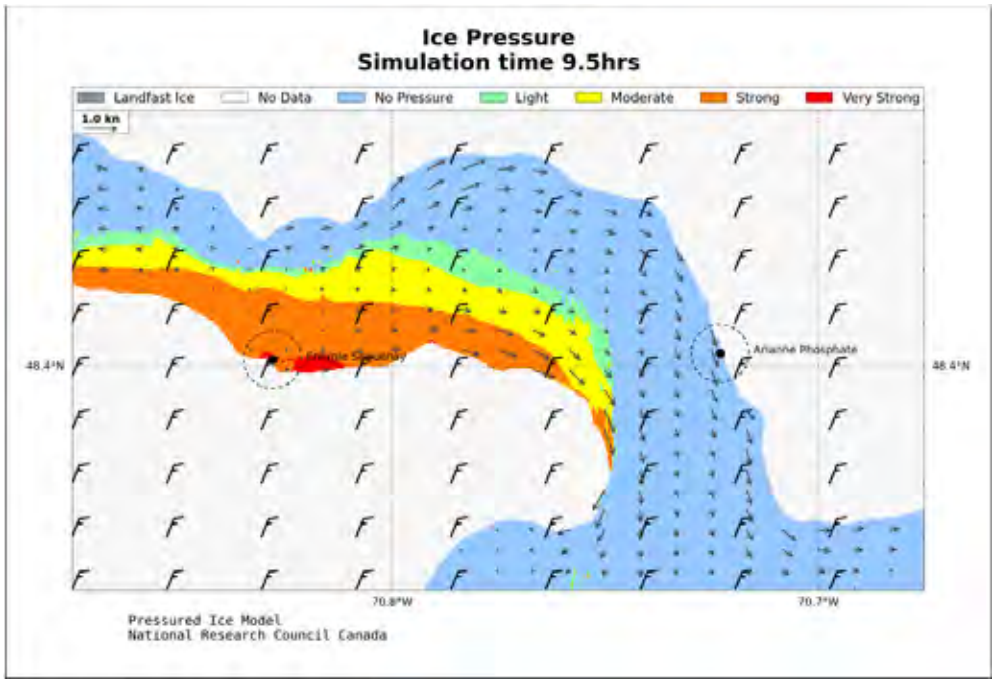


Figure 96: Ice pressure severity at the end of the simulation of scenario 10.

5.5 Summary and Conclusion

Appendix 2 presents maps showing the distributions of ice concentration, thickness and pressure at the 5 hour mark (5 hour duration) for all scenarios. Similar maps of ice concentration, thickness and pressure and at the end of each simulation are presented in Appendix 3. A summary of the resulting ice conditions in the vicinity of each proposed site is given in Table 16 (5 hour duration) and Table 17 (end of simulation). These summary tables give the expected severity of ice conditions at the *Arianne Phosphate* and *Énergie Saguenay* sites for each scenario. Conditions at the *Grande Anse* site are similar to those at the *Énergie Saguenay site.*

Scenario 2 clearly produces high level of severity at the *Arianne Phosphate* site, with very strong pressure, relatively thick ice of 1.17 m, and full compaction (99% concentration). At the same time, the *Énergie Saguenay* site is ice-free. The strong sustained Westerly wind (80 km/hr at Bagotville) packs the ice against the *Arianne Phosphate* site and produces severe ice conditions.

Scenario 3 represents another extreme case of wind acting against the *Énergie Saguenay* site. A sustained North-Northeast wind of 53 km/hr (at Bagotville) pushes the ice against the shoreline and causes severe conditions with very strong pressure, very thick ice of 1.58 m, and full compaction (100% concentration). In this scenario, there is no ice action against the *Arianne Phosphate* site.

				Arianne Phosphate			Énergie Saguenay		
Scenario	Simulation Duration (hrs)	Initial Ice Thickness (cm)	Initial Ice Concentration (%)	Modelled Average Ice Thickness (cm)	Modelled Ice Concentration (%)	Modelled Ice Pressure (kN/m)	Modelled Average Ice Thickness (cm)	Modelled Ice Concentration (%)	Modelled Ice Pressure (kN/m)
1	5	70	95	70.0	95.0	light (8.7)	70.0	95.0	light (9.4)
2	5	70	95	116.8	98.9	very strong (44.7)	8.8	10.1	no pressure (0.3)
3	5	70	95	0.0	0.0	no pressure (0.0)	132.8	99.9	very strong (61.4)
4	5	70	95	0.0	0.0	no pressure (0.0)	53.6	53.6	no pressure (5.7)
5	5	43	95	57.9	99.7	strong (26.3)	0.0	0.0	no pressure (0.0)
6	5	43	95	59.4	99.3	strong (26.5)	0.0	0.0	no pressure (0.0)
7	5	70	95	98.7	99.1	very strong (43.2)	0.0	0.0	no pressure (0.0)
8	5	43	70	43.0	94.8	light (7.6)	0.0	0.0	no pressure (0.0)
9	5	43	95	14.1	26.5	no pressure (1.3)	53.2	99.8	strong (24.4)
10	5	43	95	0.0	0.0	no pressure (0.0)	69.2	100.0	strong (32.0)
11	5	43	70	0.0	0.0	no pressure (0.0)	42.9	95.7	light (10.1)

Table 16: Ice model results after 5 hours.

				Arianne Phosphate			Énergie Saguenay		
Scenario	Simulation Duration (hrs)	Initial Ice Thickness (cm)	Initial Ice Concentration (%)	Modelled Average Ice Thickness (cm)	Modelled Ice Concentration (%)	Modelled Ice Pressure (kN/m)	Modelled Average Ice Thickness (cm)	Modelled Ice Concentration (%)	Modelled Ice Pressure (kN/m)
1	36	70	95	70.0	95.0	light (7.3)	70.0	95.0	light (10.9)
2	5.5	70	95	117.1	98.9	very strong (44.6)	9.2	10.5	no pressure (0.3)
3	9.25	70	95	0.0	0.0	no pressure (0.0)	157.9	99.7	very strong (72.5)
4	6	70	95	0.0	0.0	no pressure (0.0)	52.9	53.3	no pressure (5.6)
5	5.25	43	95	58.5	99.8	strong (26.6)	0.6	0.7	no pressure (0.0)
6	7.25	43	95	66.0	99.0	strong (27.6)	0.0	0.0	no pressure (0.0)
7	12	70	95	126.5	99.0	very strong (52.7)	0.0	0.0	no pressure (0.0)
8	12	43	70	61.7	99.0	strong (25.5)	0.0	0.0	no pressure (0.0)
9	8.5	43	95	1.3	1.7	no pressure (0.0)	58.1	98.9	strong (26.7)
10	9.5	43	95	0.0	0.0	no pressure (0.0)	82.3	100.0	strong (38.5)
11	10	43	70	0.0	0.0	no pressure (0.0)	50.6	99.9	moderate (23.3)

Table 17: Ice model results at end of simulation.

Aside from the above two extremes, scenarios 5 to 8 produce moderate to severe ice conditions at the *Arianne Phosphate* site. The pressures at that site are plotted versus time in Figure 97. The Westerly direction of the wind assumed in scenarios 5 – 8 pushes the ice against the eastern shoreline creating potentially hazardous conditions at the *Arianne Phosphate* site. Considering the results for scenarios 5 to 8 alone, the pressure build up at the *Arianne Phosphate* site is greatest for scenario 7 in which relatively thick 70 cm ice was modelled. For scenario 8, which combines average ice thickness (43 cm) with reduced initial ice concentration (70%), the build-up of ice pressure is delayed in comparison with scenarios 5 to 7 in which higher initial ice concentrations of 95% were modelled.

Figure 98 shows the build-up of ice pressure over time at the *Énergie Saguenay* site for scenarios 9 – 11. The North-Northeast wind direction modelled in these scenarios produces appreciable ice action against the *Énergie Saguenay* site. Note that scenario 11 corresponds to relatively small values of ice thickness (43 cm) combined with lower initial ice concentration of 70%, which resulted in only moderate ice pressure build-up. The simulation results thus suggest that wind conditions are the primary factor in causing severe ice conditions at the proposed sites. Moderate and strong sustained winds acting against either shoreline can be expected to increase the severity of ice conditions.

In contrast to wind action, water current does not appear to play a major role in increasing ice severity near the two sites. This conclusion is corroborated by the results of scenario 1, which did not include wind forcing (calm wind conditions). Only the water current acted on the ice cover in scenario 1. In this scenario the ice cover remains in place with no detectable movement. The navigation channels remain intact and ice free, and the pressures remain light throughout the region.

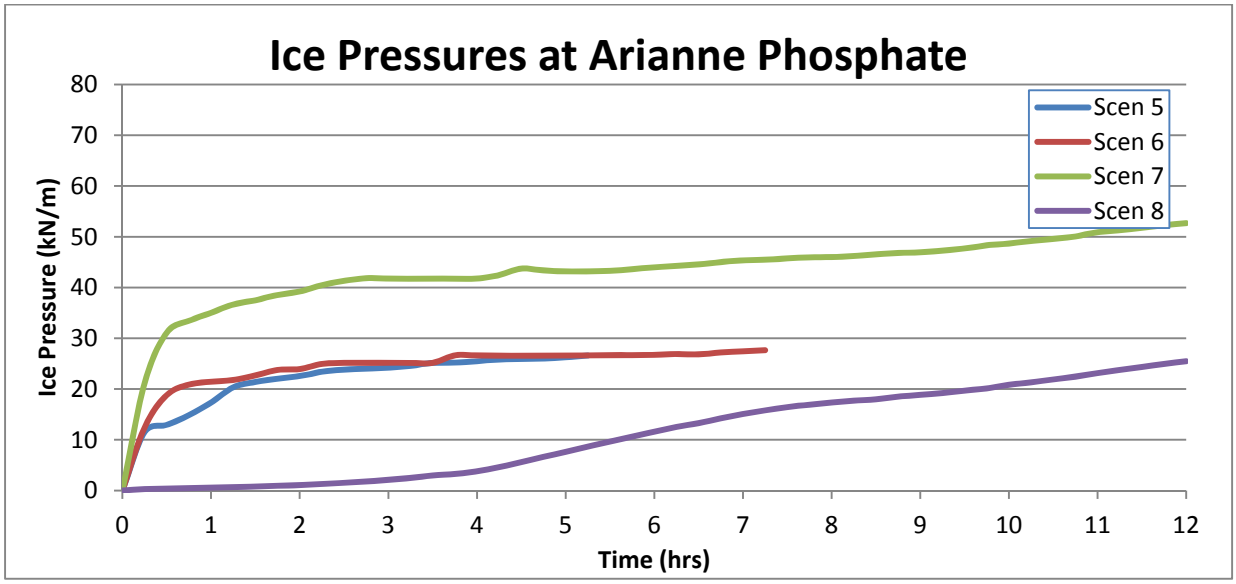


Figure 97: Ice pressure in the vicinity of *Arianne Phosphate* site for scenarios 5 to 8.

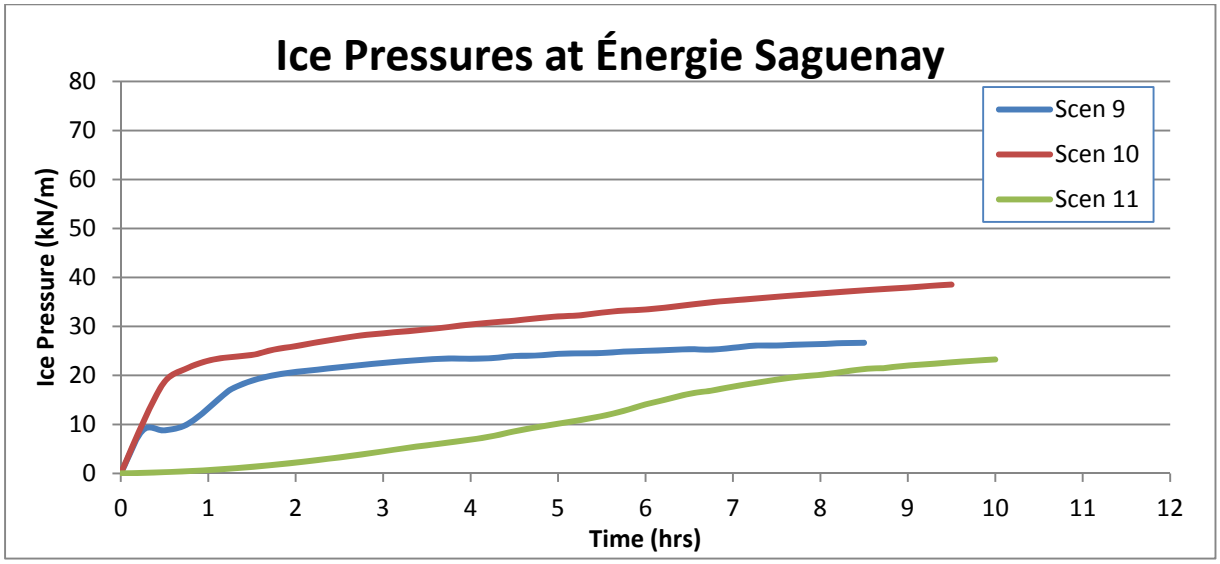


Figure 98: Ice pressure in the vicinity of *Énergie Saguenay* site for scenarios 9 to 11.

6 REFERENCES AND BIBLIOGRAPHY

Arctec Canada Ltd., 1980. Ice Conditions at a Proposed Dock Site at Grande Anse, Saguenay River. Report to the SNC Group.

Bourgault, D., Galbraith, P., Winkler, G., 2011. Exploratory Observations of Winter Oceanographic Conditions in the Saguenay Fjord. J. *ATMOSPHERE-OCEAN* 50 (1) 2012, 17–30.

De Vernal, A., St-Onge, G., Gilbert, D., 2011. Oceanography and Quaternary geology of the St. Lawrence Estuary and the Saguenay Fjord. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 14 (2011).

Faure, T., 2008. *Modelisation numerique bidimensionnelle de la Riviere Saguenay pour evaluer l'energie cinetique des courants*. National Research Council Canada Report CHC-CTR-080.

Foreman, M.G.G., 1977. Manual for Tidal Heights Analysis and Prediction. Pacific Marine Science Report 77-10, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C., 58 pp. (2004 revision).

Gosink, J., Marcotte, N., Muller, A., and Osterkamp, T.E., (1986) Thermal Regime of Lakes and Rivers: Chapter 4 of *River and Lake Ice Engineering*, edited by Larsen P., Ashton, G., Water Resources Publications, Colorado.

Hervouet, J-M, 2007. *Hydrodynamics of Free Surface Flows: Modelling with the Finite Element Method*. Wiley Scientific. 360 pages.

Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Leetmaa, A., Reynolds, B., Chelliah, M., Esbisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K., C. ROPELEWSKI, Wang, J., Jenne, R., Joseph, D. (1996). "The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis project". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, pp. 437–471.

Kubat, I., Watson, D. and Sayed, M. (2011). "Characterization of Pressured Ice Threat to Shipping", *Proc. 21st International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC)*, 2011, Montreal, Canada, pp 11-136.

Kubat, I, Sayed, M., and Lamontagne, P. (2015) "Analysis of vessel besetting over the Gulf of St. Lawrence and the Strait of Belle Isle, winter 2013-2014," Proceedings of the 23rd International Conference on Ports and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC 15), June 14-18, Trondheim, Norway.

National Research Council Canada (NRC), 2006. AnemoScope© Reference Guide. 55 pages.

NRC-OCRE (11 March 2016) Interim Report 1 - Assessment of wind on the Saguenay Fjord region. Ottawa.

NRC-OCRE (17 March 2016) Interim Report 2 - Review of Ice Conditions on the Upper Saguenay Fjord. Ottawa.

NRC-OCRE (25 March 2016) Interim Report 3 – Numerical Simulation of Currents in the Saguenay Fjord. Ottawa.

NRC-OCRE (3 June 2016) Interim Report 4 – Dynamic Modelling of Ice in the Upper Saguenay Fjord. Ottawa.

Pinard, J., Benoit, R., and Yu, W. (2005) "A WEST Wind Climate Simulation of the Mountainous Yukon", *Atmosphere-Ocean*, 43, pp. 259–282

PORTHA, 2015. New Wharf Site Selection.

Savage, S.B. (2008). "Two Component Sea-Ice Thickness Redistribution Model," Cold Regions Science and Technology, Vol.51, Issue 1, pp 20-37.

Sayed, M., Carrieres, T., Tran, H. and Savage, S.B. (2002). "Development of an operational ice dynamics model for the Canadian Ice Service," Proc. Int. Offshore and Polar Eng. Conf., ISOPE, Kitakyushu, Japan , May 26-31, pp 841-848.

Urgeles, R., Locat, J., Lee, H., Martin, F., 2002. The Saguenay Fjord, Quebec, Canada: integrating marine

geotechnical and geophysical data for spatial seismic slope stability and hazard assessment. J Marine Geology 185 (2002) 319-340.

Yu, W., Benoit R., Girard, C., Glazer, A., Lemarquis, D., Salmon, J.R., and Pinard, J. (2006) "Wind Energy Simulation Toolkit (WEST): a wind mapping system for use by the wind-energy industry", *Wind Engineering*, 30, pp. 14-33.

APPENDIX 1

Description of the Numerical Ice Dynamics Model

Governing Equations

The present description of the model follows more detailed discussions which were given in a number of past publications (e.g. Sayed et al., 2002; Kubat et al., 2010). The governing equations for the ice cover represent the conservation of mass and linear momentum, and a plastic yield condition. Conservation of mass and linear momentum can be written as follows

$$\frac{d\left(\rho_i\, c_i\, h\right)}{d\,t} + \rho_i\, c_i\, h\, \nabla\cdot\mathbf{u} = 0 \qquad (1)$$

$$\rho_i\ c_i\ h\ \left[\frac{d\,\mathbf{u}}{d\,t}\right] = -\nabla\cdot\boldsymbol{\sigma} + C_w\, c_i\ \rho_w\ \left|\mathbf{u_w} - \mathbf{u}\right|\left(\mathbf{u_w} - \mathbf{u}\right) + C_a\, c_i\ \rho_a\ U_a^2 + \rho_i\ c_i\ h\ f\ \mathbf{k}\times\mathbf{u} \qquad (2)$$

where c_i is area coverage or concentration of ice (area of ice/total area), h is ice thickness, ρ_i is the ice density, u is the velocity, $\boldsymbol{\sigma}$ is the stress tensor C_w and Ca are the drag coefficients for water and air respectively, $\mathbf{u}_w$ is water velocity, ρ_a is air density, U_a is wind velocity, f is the Coriolis parameter, and $\mathbf{k}$ is the unit vector perpendicular to the plane of the ice cover.

The constitutive equations of the ice cover consist of a general stress-strain relationship, together with an expression for the yield conditions. The stress-strain relationship is expressed as

$$\sigma_{ij} = \boldsymbol{p}\,\delta_{ij} + \frac{\mu}{\Delta}\left(\dot{\varepsilon}_{ij} - \frac{1}{2}\,\dot{\varepsilon}_{kk}\,\delta_{ij}\right) \qquad (3)$$

where p is the pressure, and σ_{ij} and $\dot{\varepsilon}_{ij}$ are the stress and strain rate tensors, respectively. The strain rate, Δ is given by

$$\Delta = \max\left(\sqrt{2\,I_2}\ ,\ \dot{\varepsilon}_0\right) \qquad (4)$$

where I_2 is the second invariant of the strain rate tensor. We note that Eq. (3) gives stresses that are independent of the magnitude of the strain rates. In the numerical implementation, the strain rate Δ is limited by a very small value $\dot{\varepsilon}_0$ in order to prevent the singularity at zero strain rates.

The function μ is chosen to represent a cohesive Mohr-Coulomb yield criterion

$$\mu = -\sqrt{2}\left(\boldsymbol{C}\cos\varphi + \boldsymbol{p}\sin\varphi\right) \qquad (5)$$

where φ is the angle of internal friction and C is the cohesion. A tension cut-off is used to account for the tensile strength of ice. The compressibility of the ice cover is represented by

$$\boldsymbol{p} = \boldsymbol{P}^*\ \boldsymbol{h}\quad \exp\left[-\boldsymbol{k}\left(1-\boldsymbol{c_i}\right)\right] \qquad \textit{for}\ \nabla\cdot\mathbf{u} < 0$$

$$\boldsymbol{p} = 0 \qquad \textit{for}\ \nabla\cdot\mathbf{u} \geq 0 \qquad (6)$$

where the parameter P^* is proportional accounts for the compressive strength of ice. The parameter k is chosen to represent the dependence of the pressure on ice concentration; increasing the value of k corresponds to decreasing pressures more rapidly for lower concentrations.

In addition to the above equations that describe the dynamics of the ice cover, an ice thickness redistribution formulation (Savage, 2008) is employed. The transfer from level ice to ridges and opening of leads are accounted for by developing a function that expresses the energy required to form ridges as a result of compressive and shear strain rates. Details of the formulation were given by Savage (2008) and Kubat et al. (2010).

The Numerical Method

The approach is based on using a finite difference solution of the momentum equations. A Particle-In-Cell (PIC) method is used to advect the ice. That method employs discrete particles to represent the ice and cover. Each particle is assigned several attributes that describe the state of the ice cover, such as velocities, ice concentration and thickness. Those particles are advected in a Lagrangian manner. At each time step of a numerical simulation, the momentum equations are solved to determine ice stresses and velocities, as well as the changes of ice thickness. The updated variables (e.g. velocities and accelerations) are then mapped to the particles, which are advected to new positions.

References

Barker, A., Timco, G., Sayed, M., Wright, B. 2000. Numerical Simulation of the "Kulluk" in Pack Ice Conditions. Proceedings of the 15th IAHR International Symposium on Ice, Gdansk, Poland, August 28- September 1, Volume 1, pp 165-171.

Kubat, I., Sayed, M., Savage, S.B., and Carrieres, T. 2010. Numerical simulation of ice thickness redistribution in the Gulf of St. Lawrence. Cold Regions Science and Technology, Volume 60, pp. 15-28.

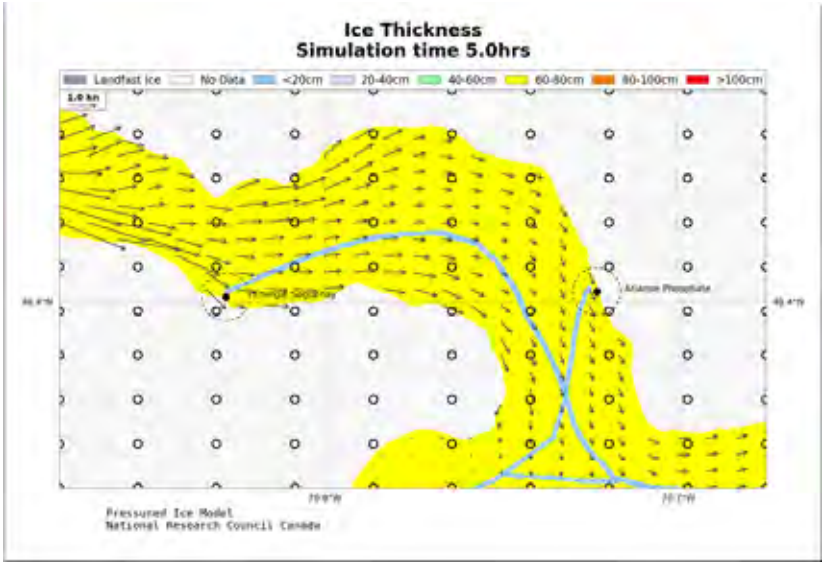
Savage, S.B. (2008). "Two Component Sea-Ice Thickness Redistribution Model," Cold Regions Science and Technology, Vol.51, Issue 1, pp 20-37.

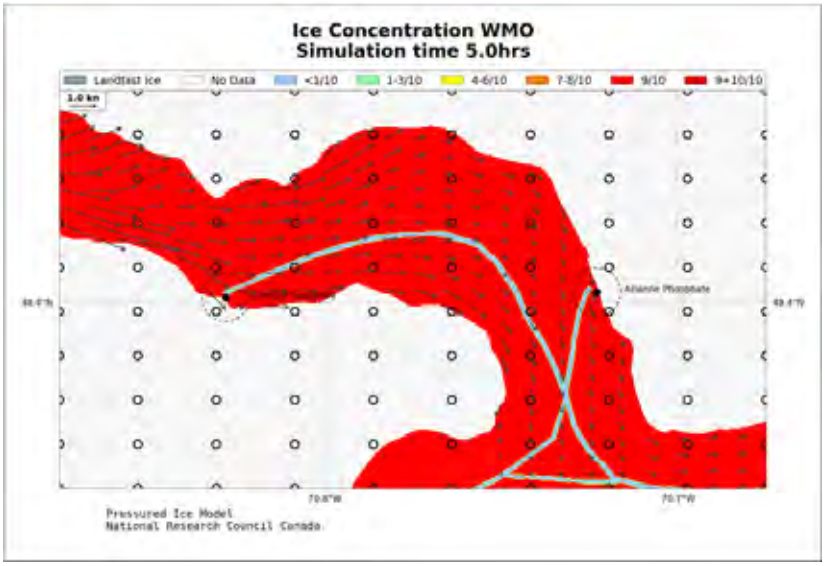
Sayed, M., Carrieres, T., Tran, H. and Savage, S.B. (2002). "Development of an operational ice dynamics model for the Canadian Ice Service," Proc. Int. Offshore and Polar Eng. Conf., ISOPE, Kitakyushu, Japan , May 26-31, pp. 841-848.

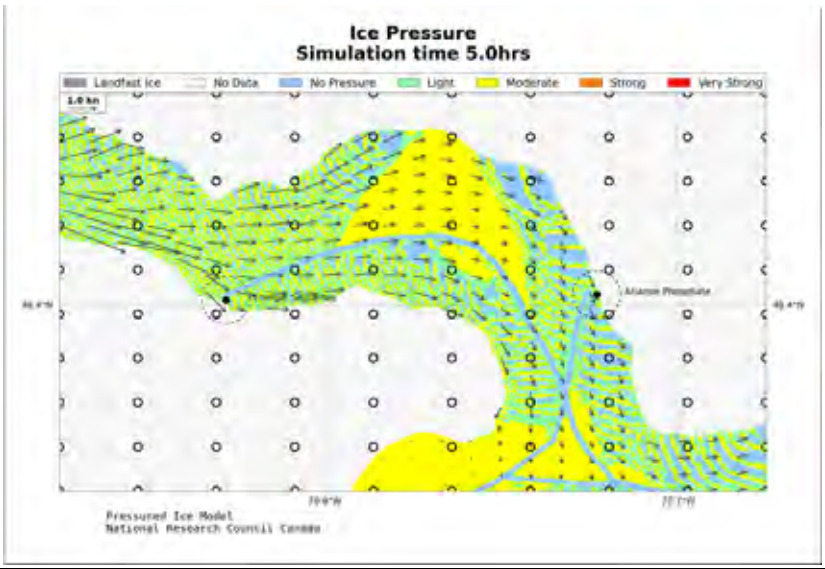
APPENDIX 2

Maps of ice thickness, ice concentration and ice pressure at the 5 hour mark for all scenarios.

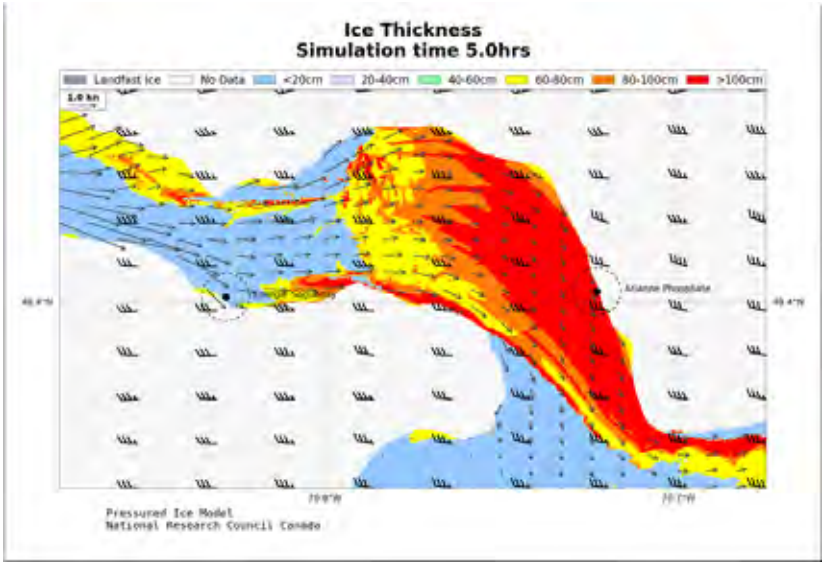
Scenario 1: After 5 hours

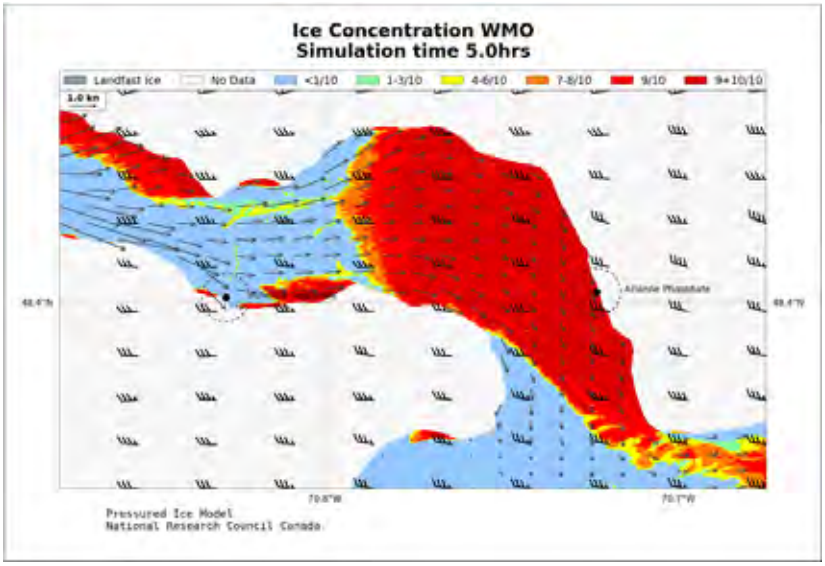


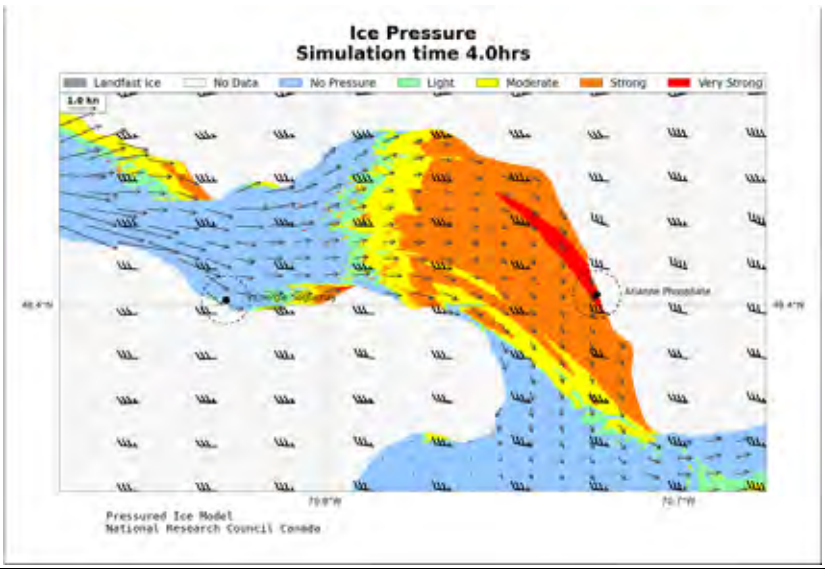




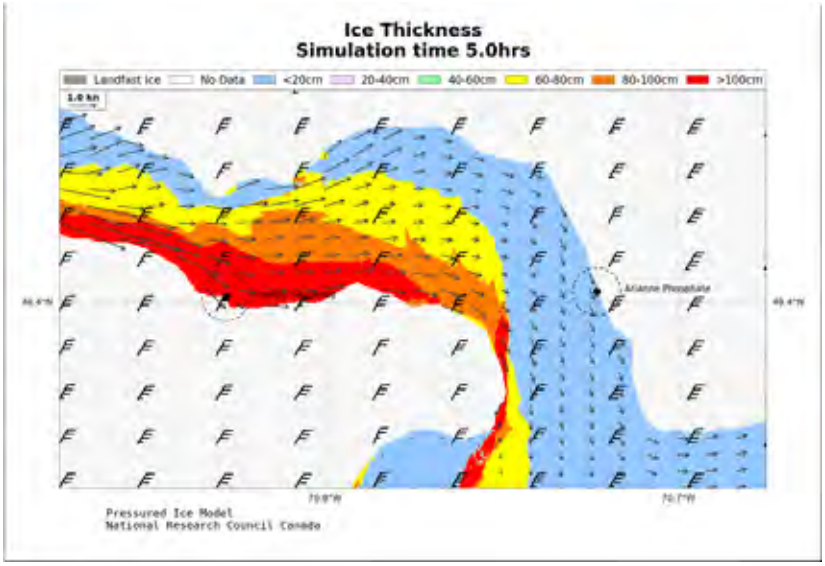
Scenario 2: After 5 hours

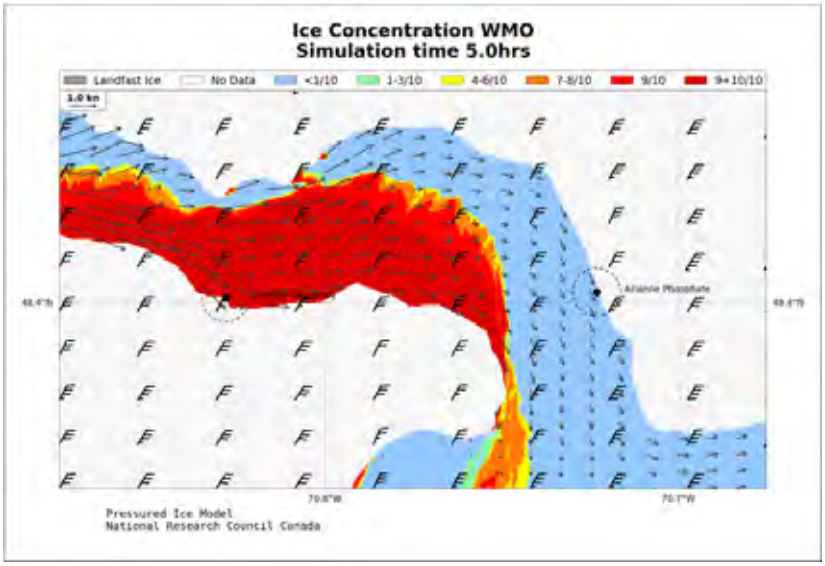


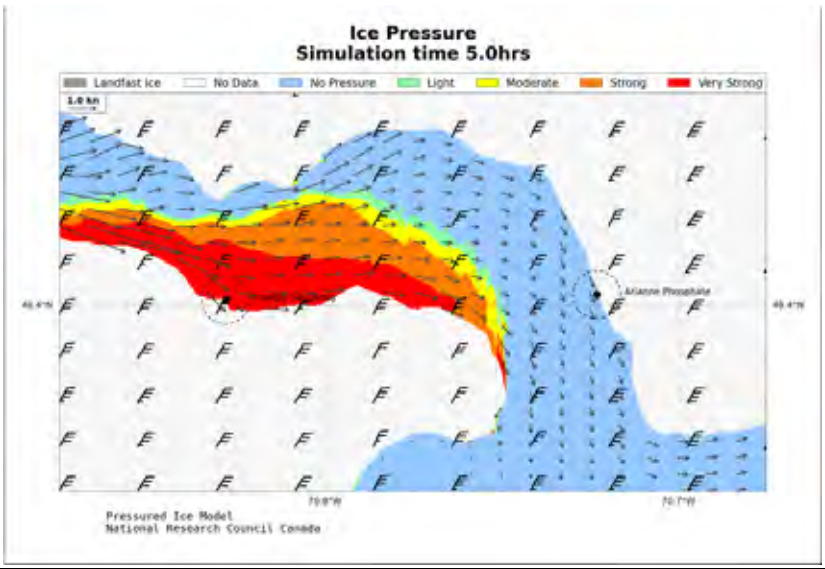




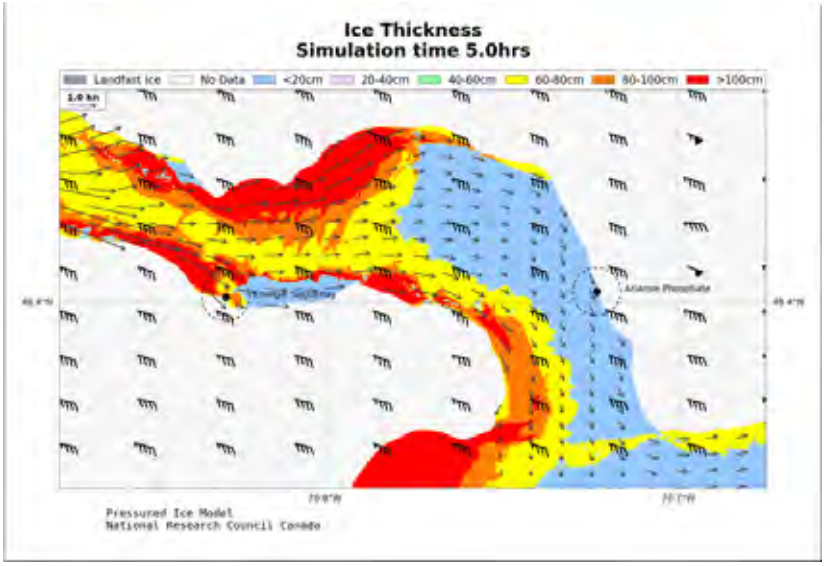
Scenario 3: After 5 hours

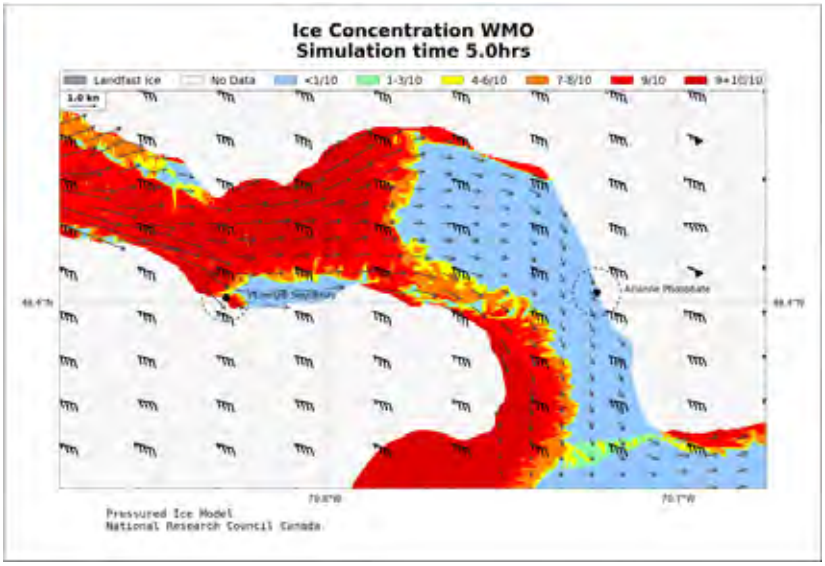


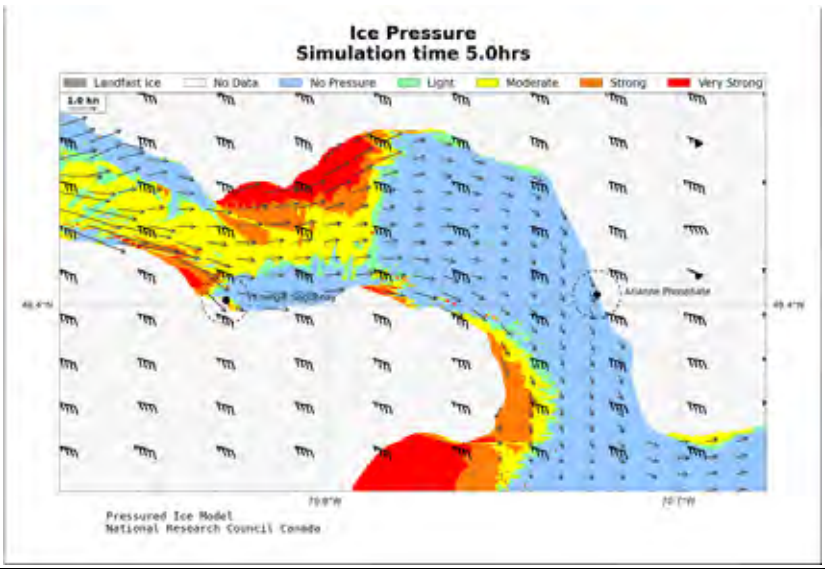




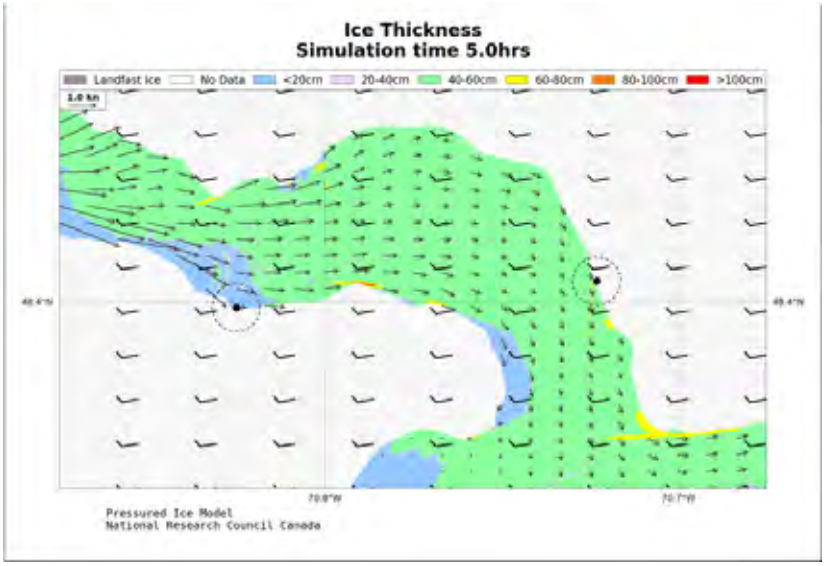
Scenario 4: After 5 hours

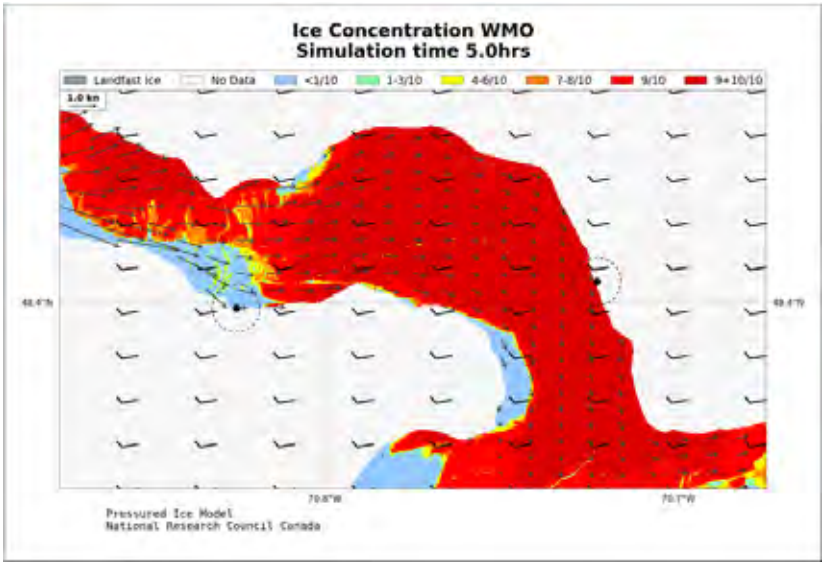


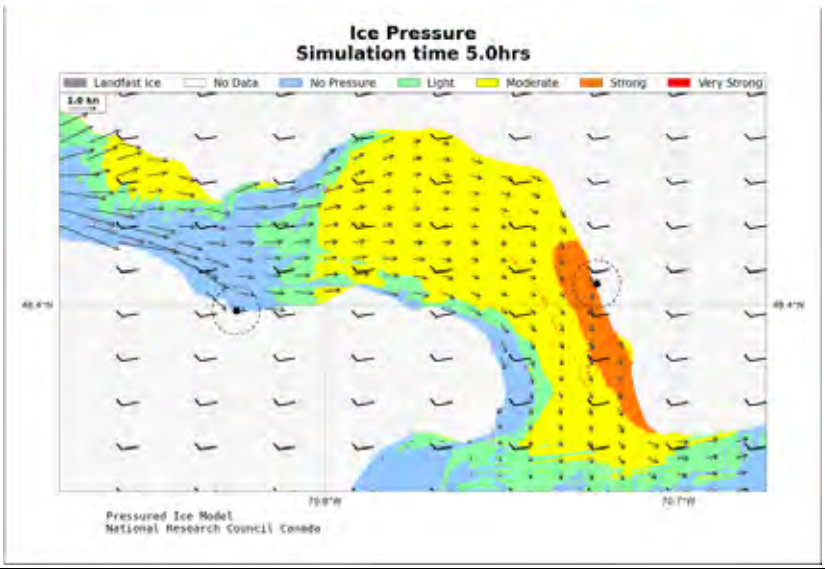




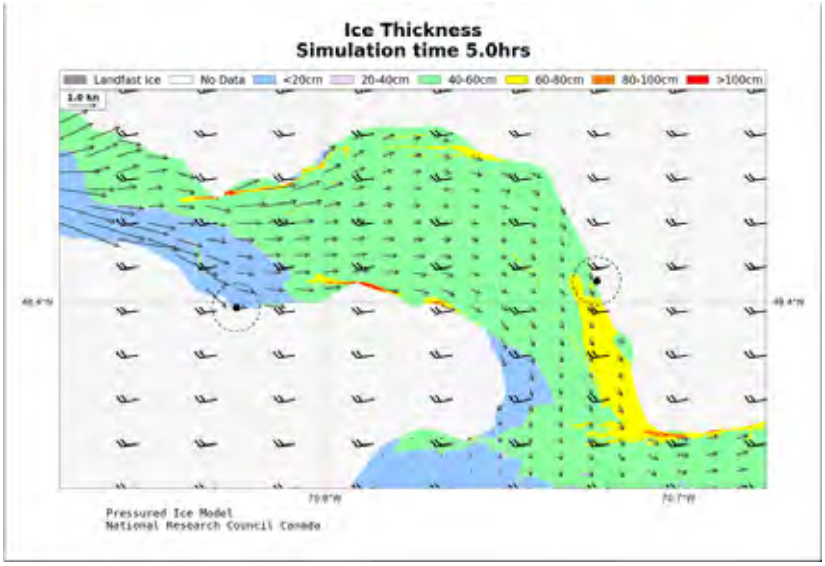
Scenario 5: After 5 hours

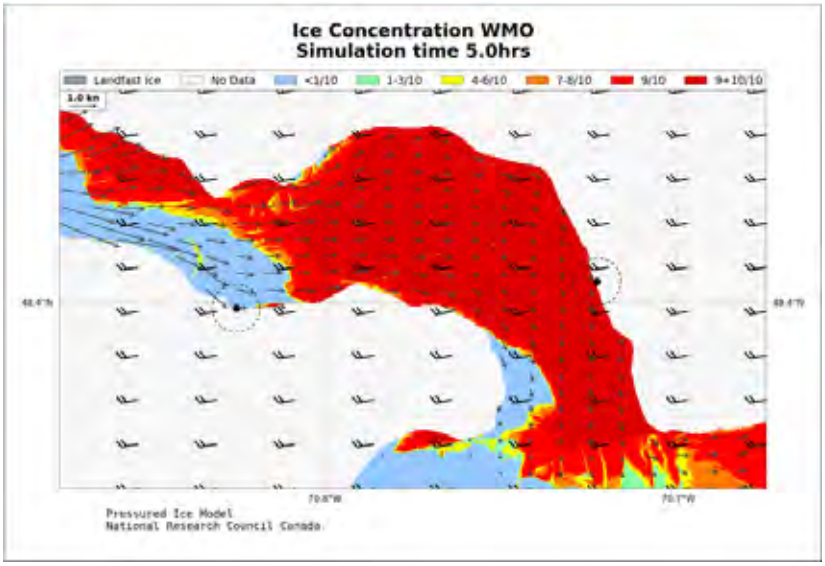


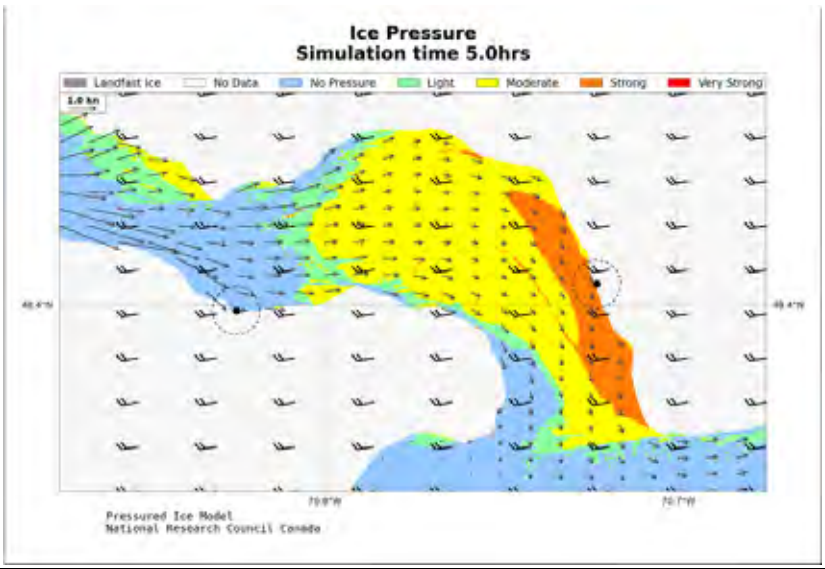




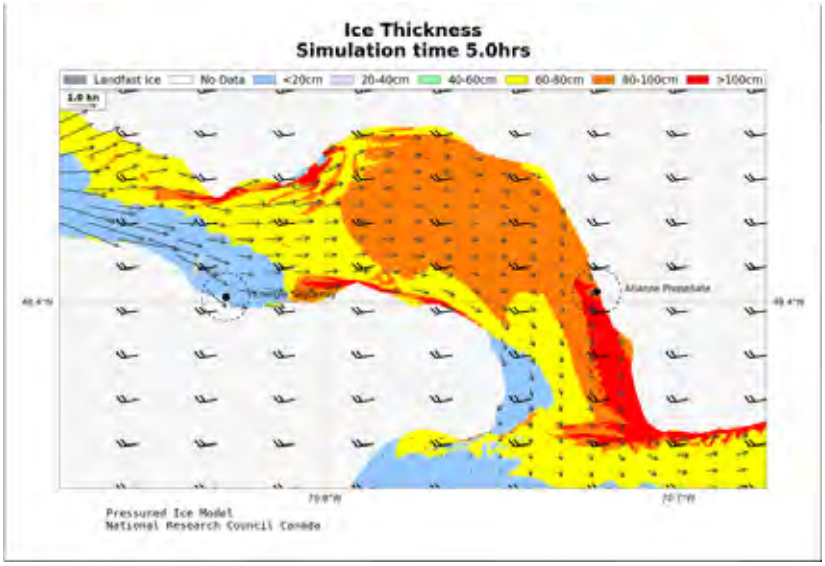
Scenario 6: After 5 hours

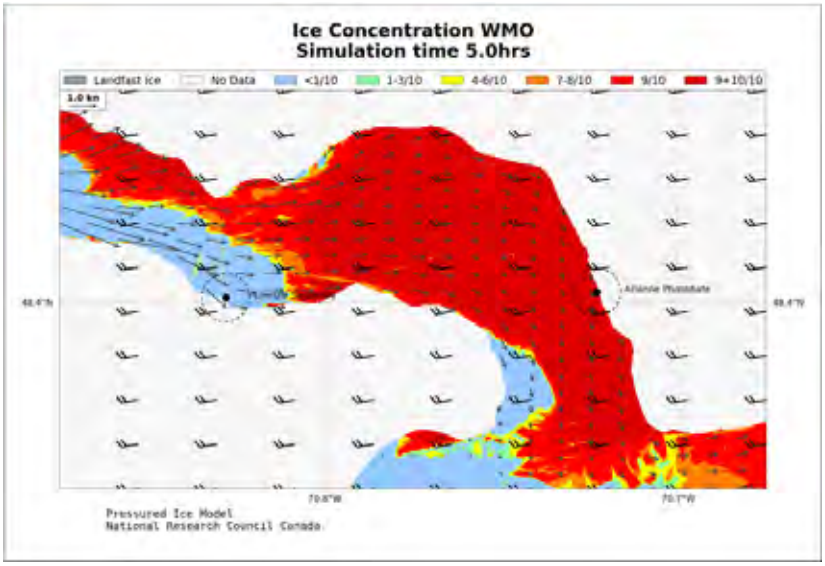


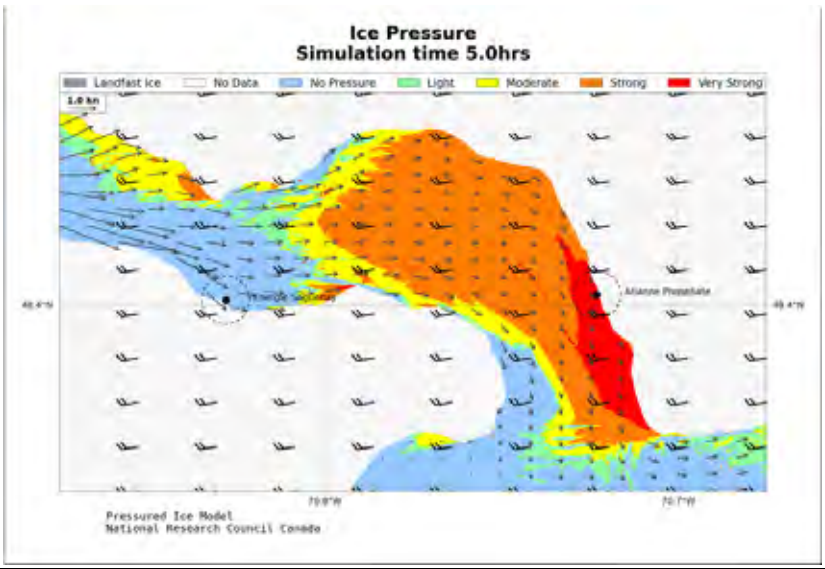




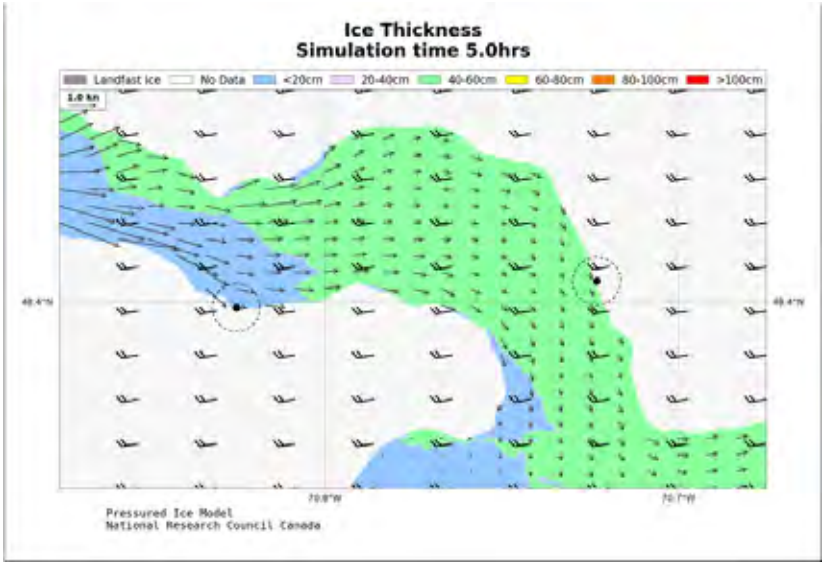
Scenario 7: After 5 hours

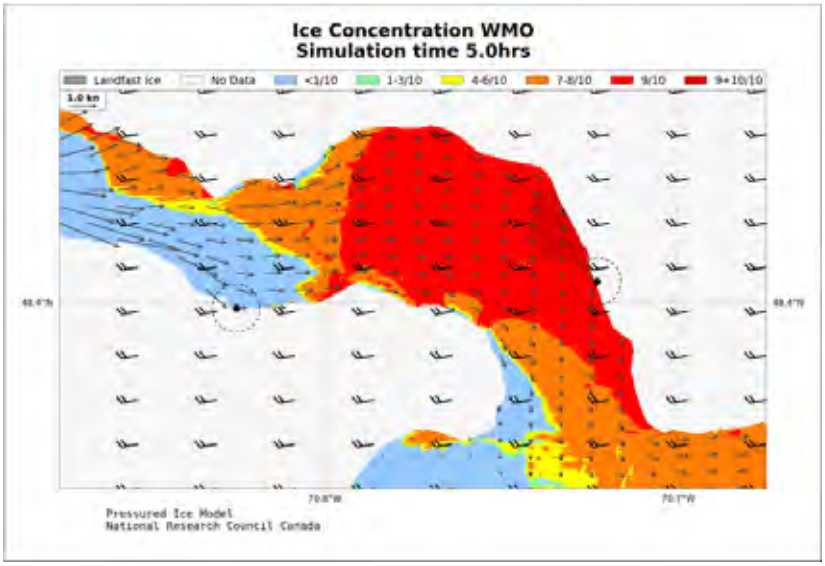


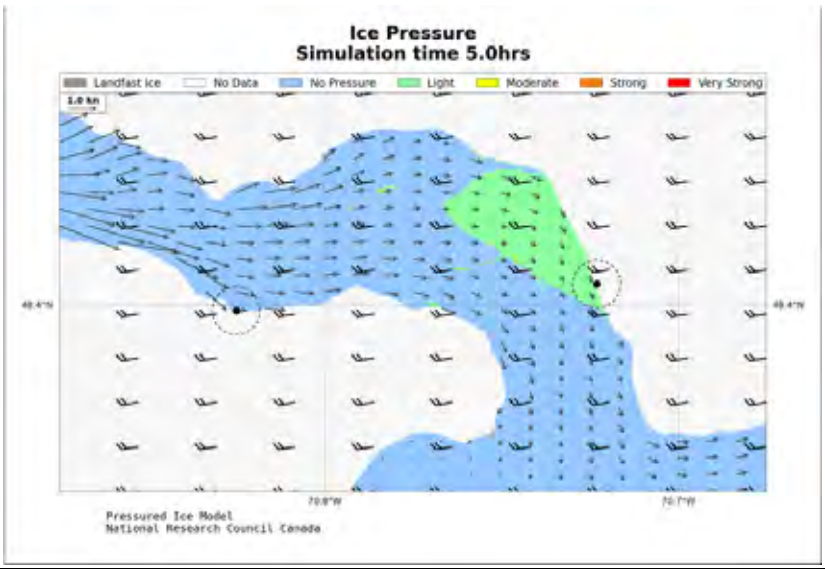




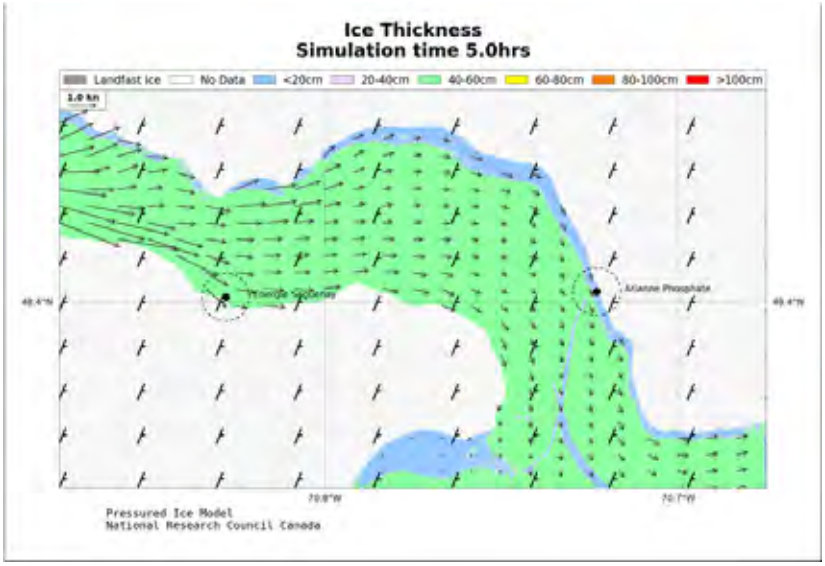
Scenario 8: After 5 hours

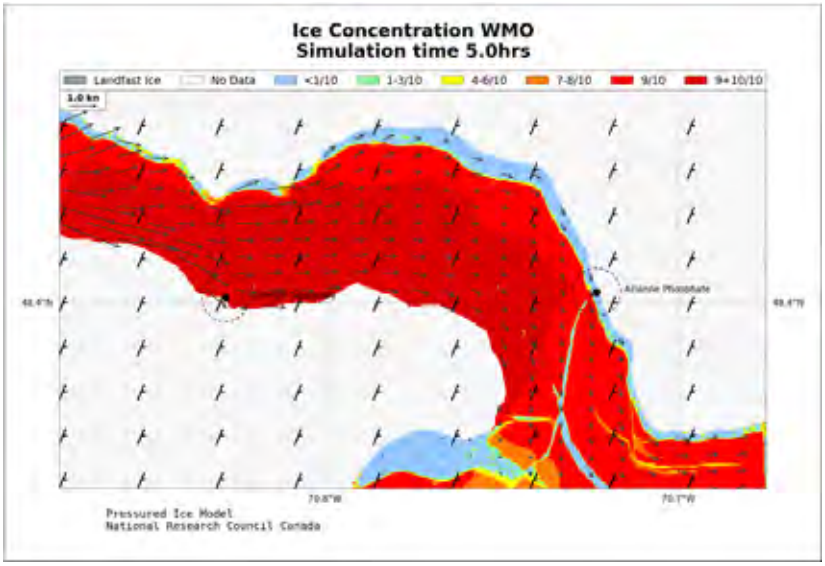


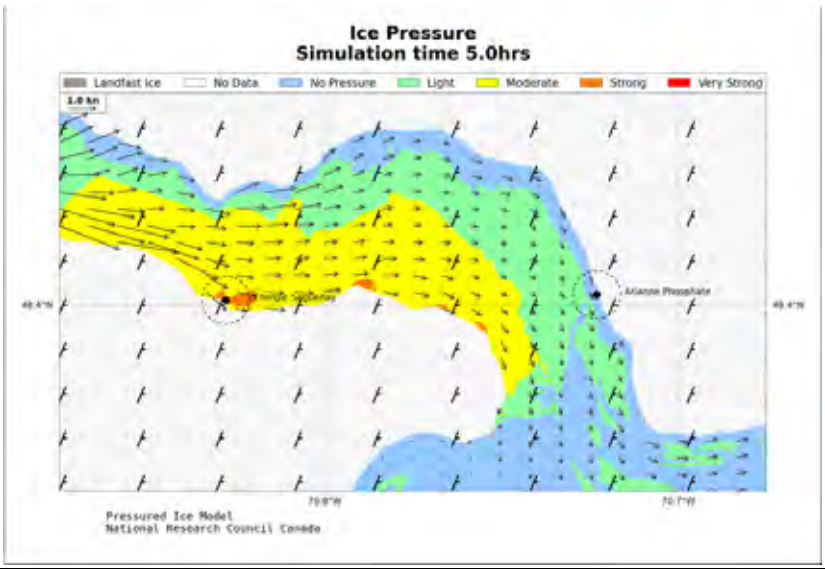




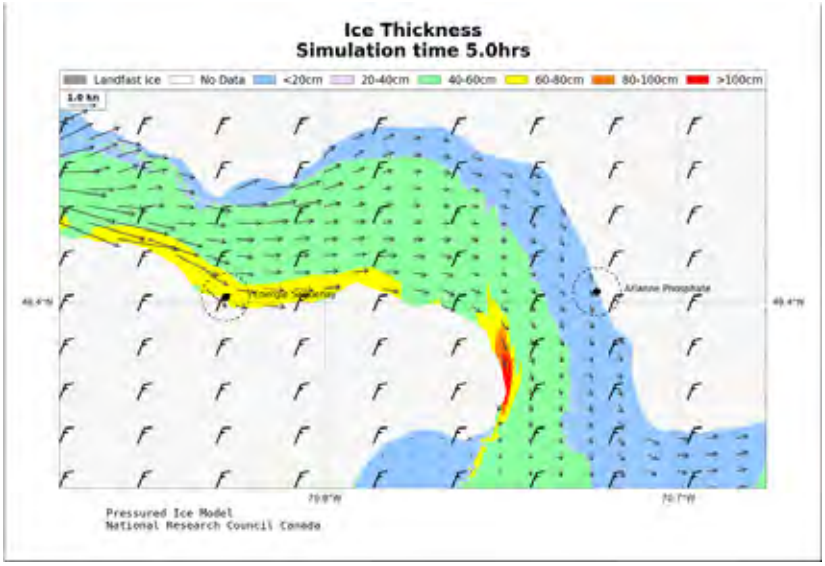
Scenario 9: After 5 hours

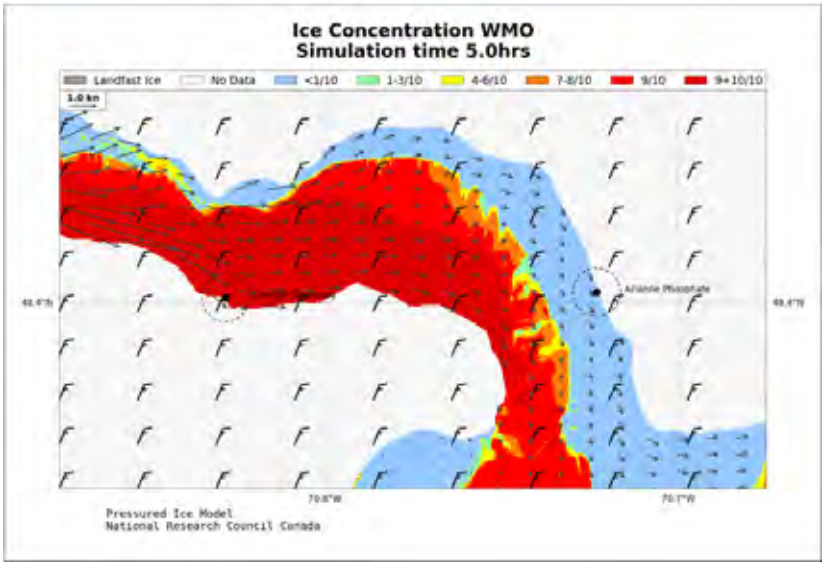


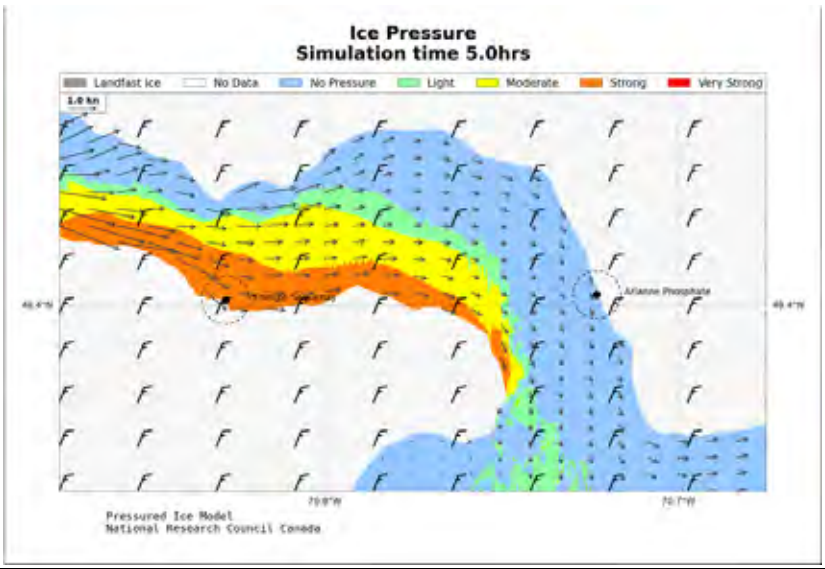




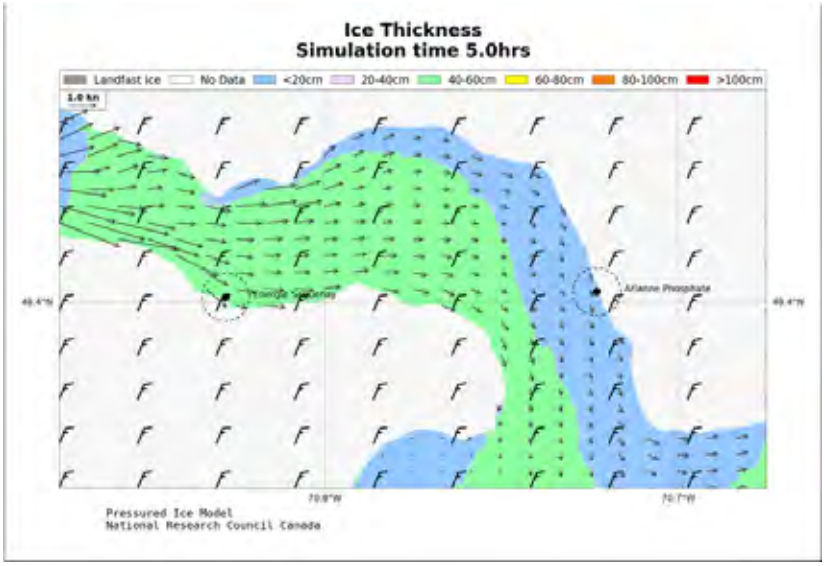
Scenario 10: After 5 hours

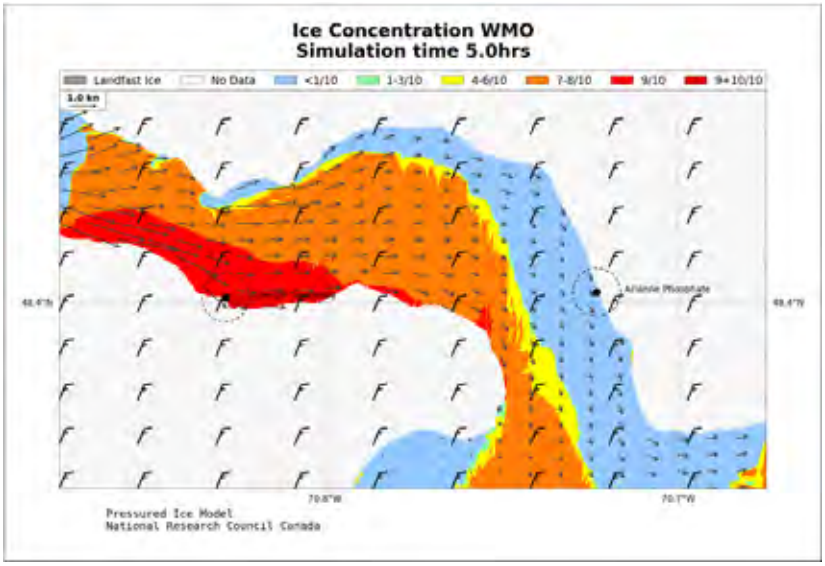


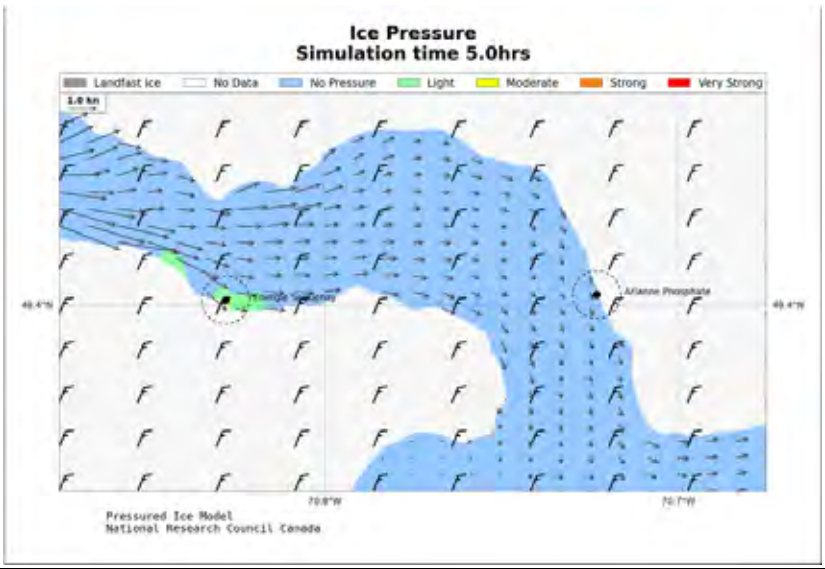




Scenario 11: After 5 hours



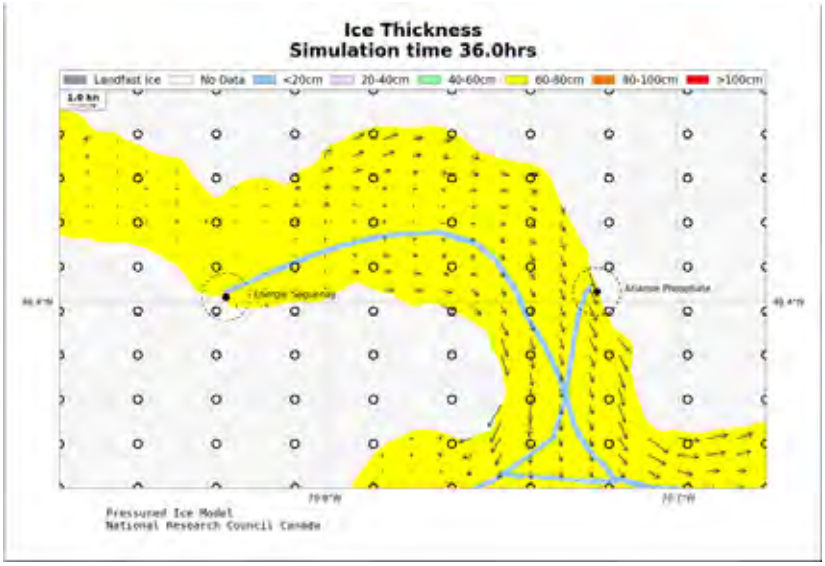


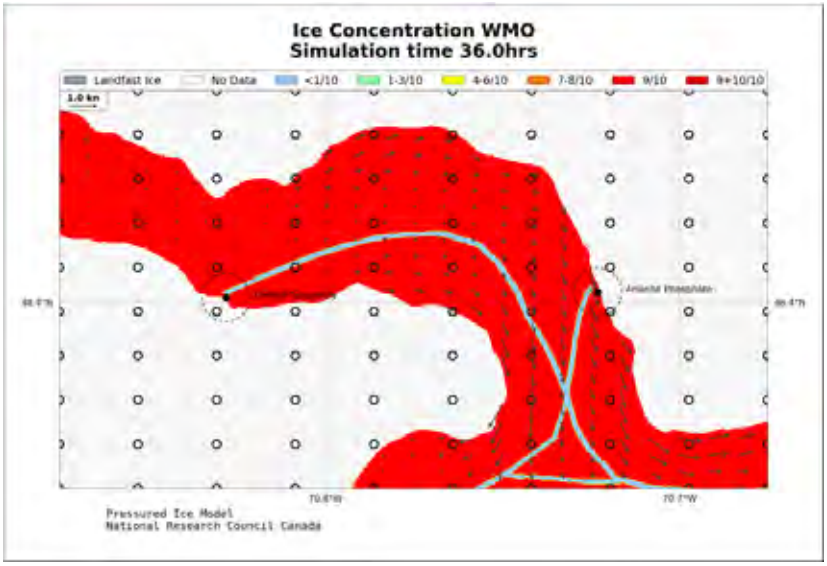


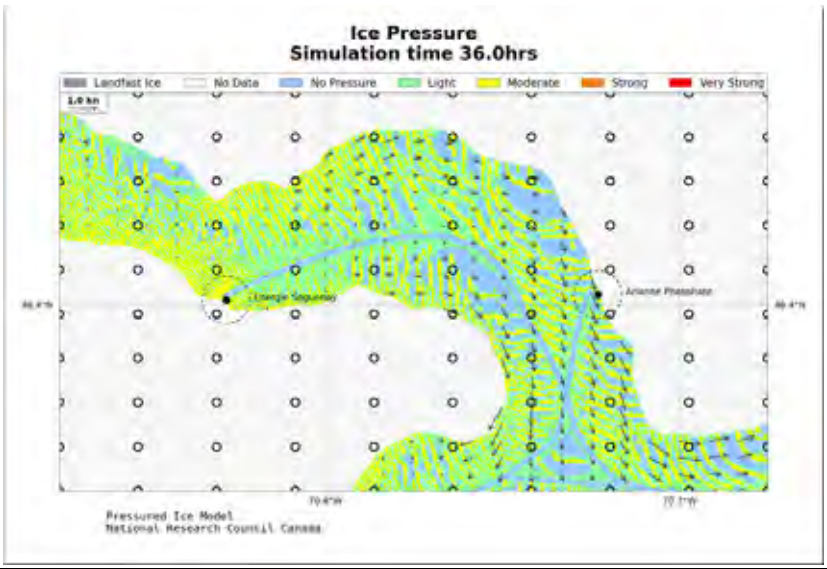
APPENDIX 3

Maps of ice thickness, ice concentration and ice pressure at the end of simulation for all scenarios.

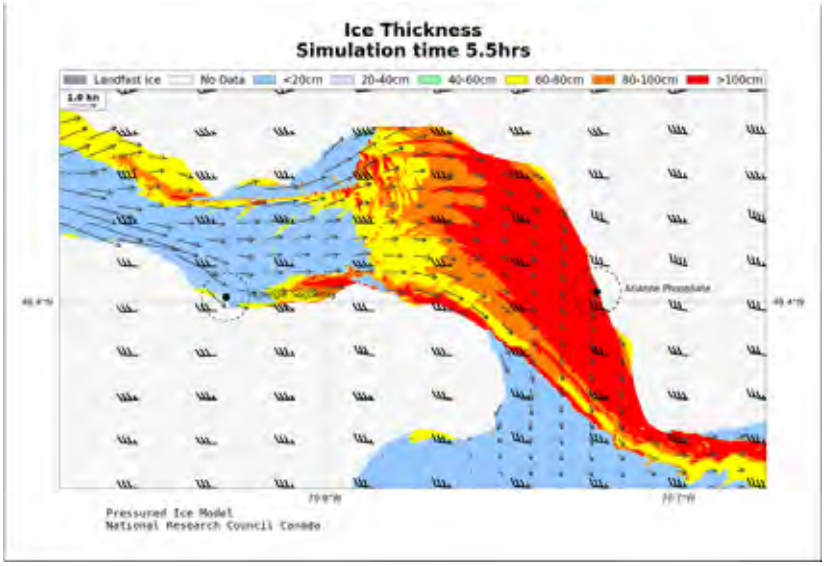
Scenario 1: Simulation end (36.0 hours)

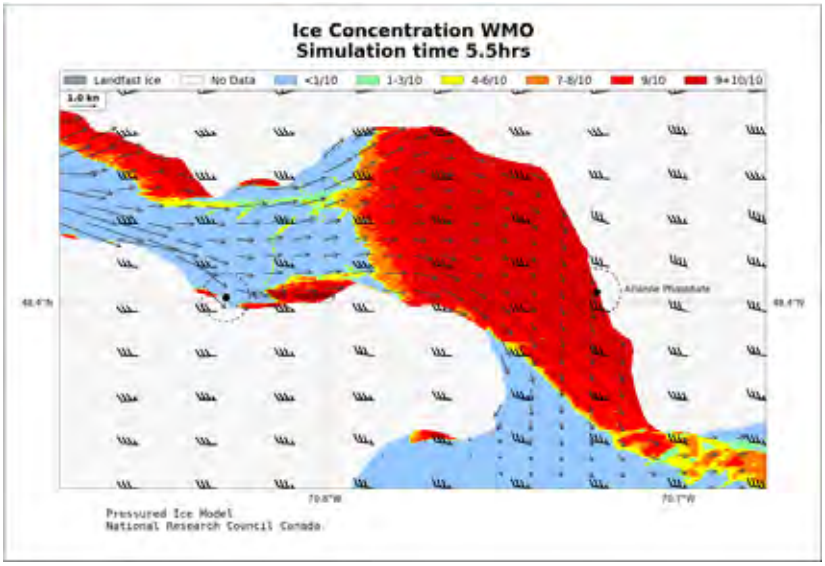


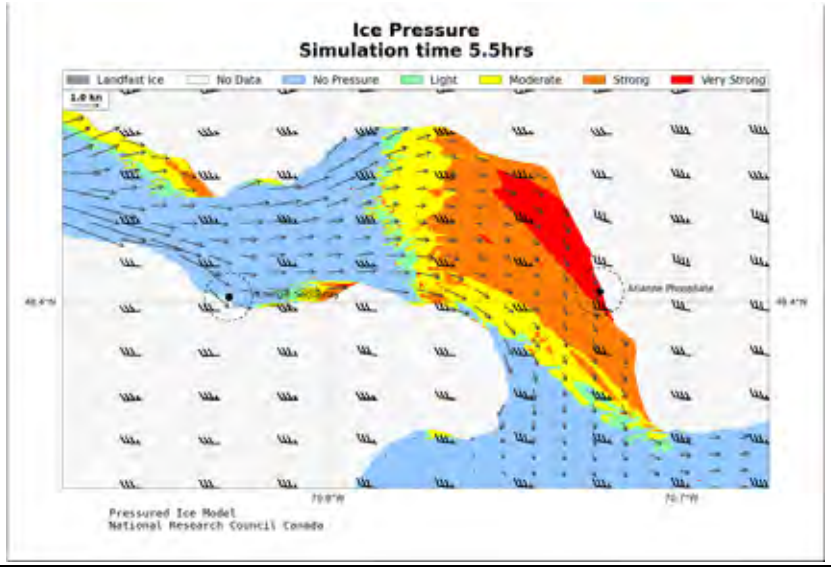




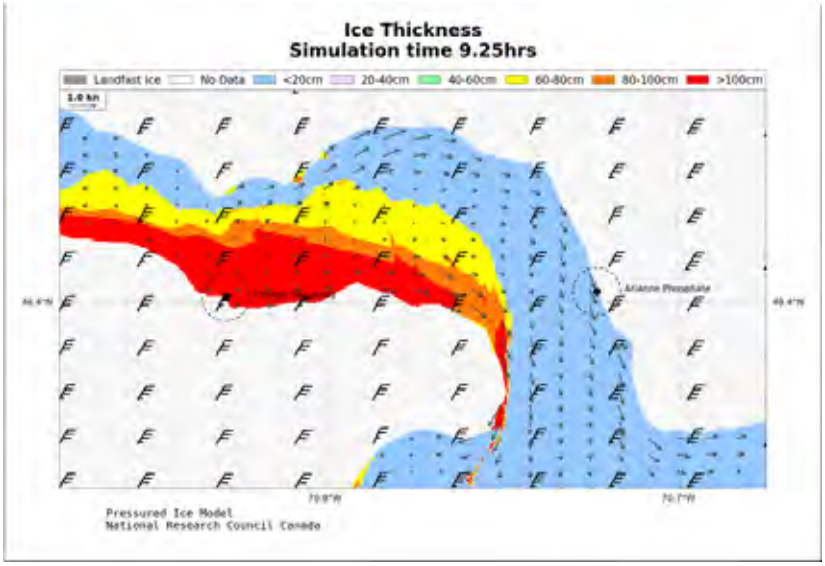
Scenario 2: Simulation end (5.5 hours)

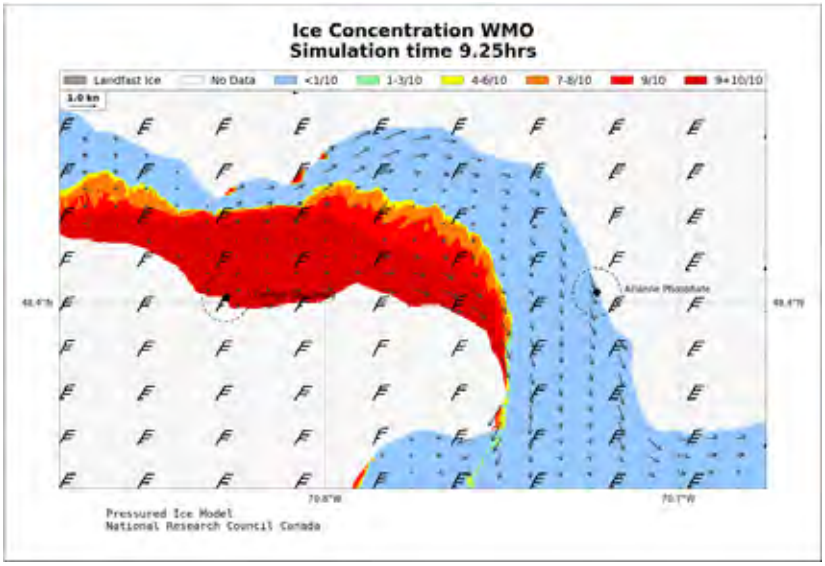


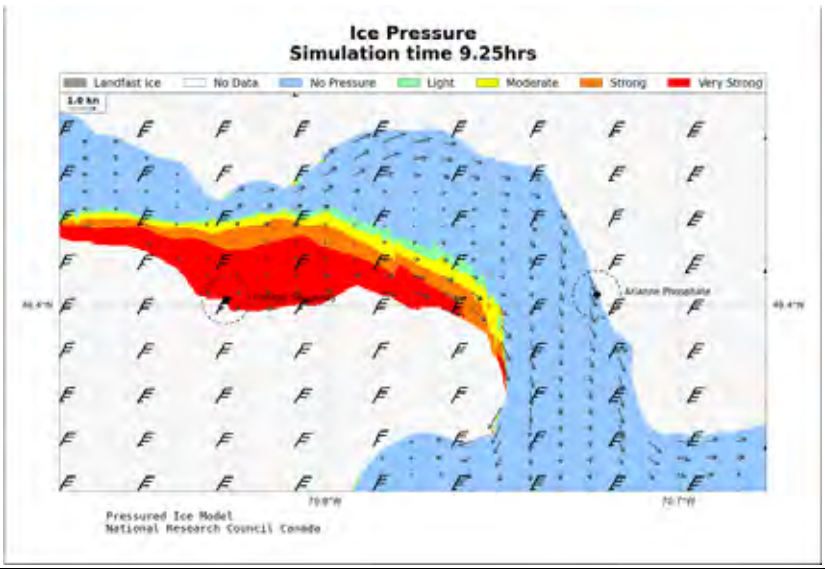




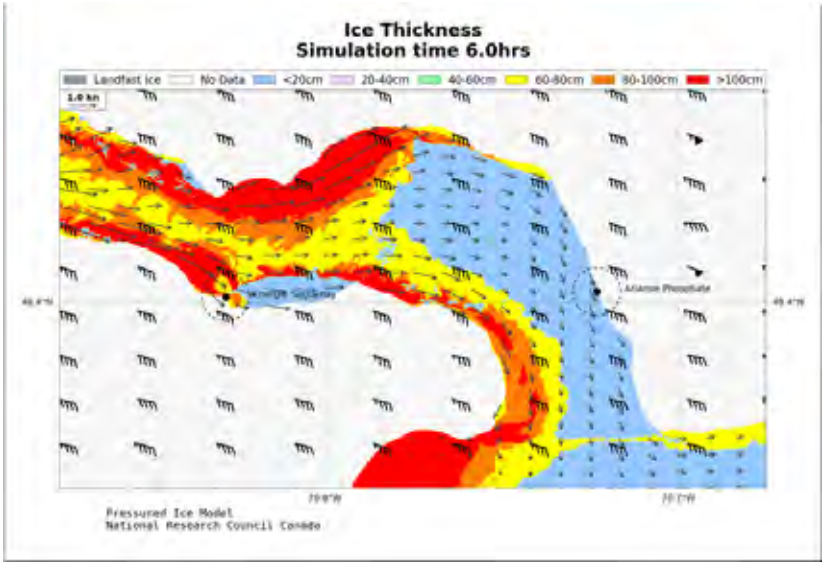
Scenario 3: Simulation end (9.25 hours)

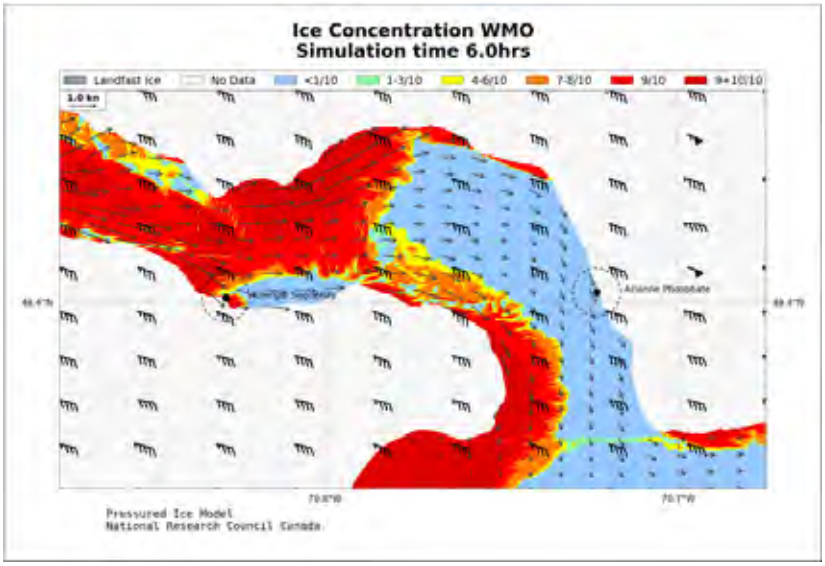


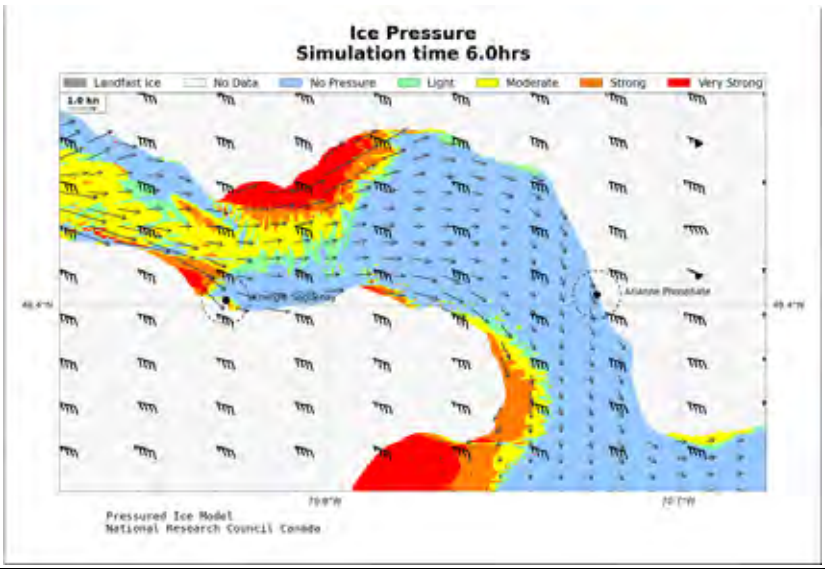




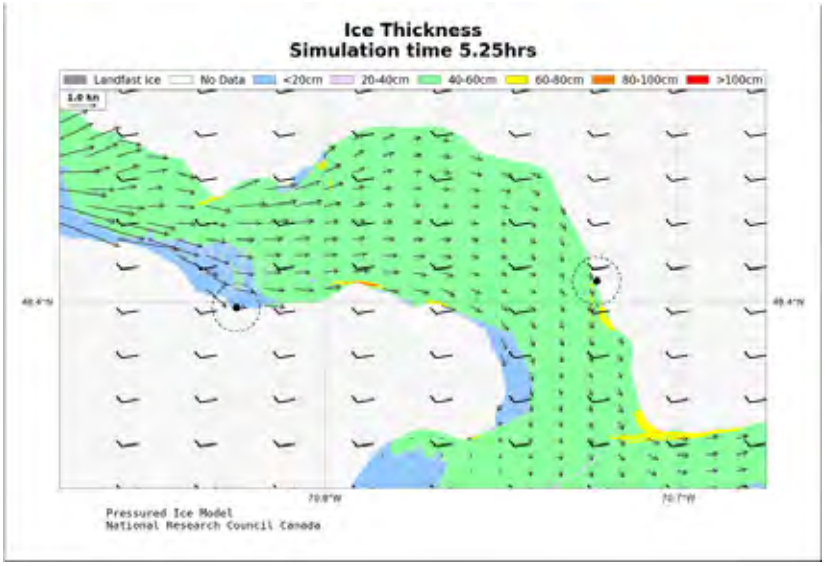
Scenario 4: Simulation end (6.0 hours)

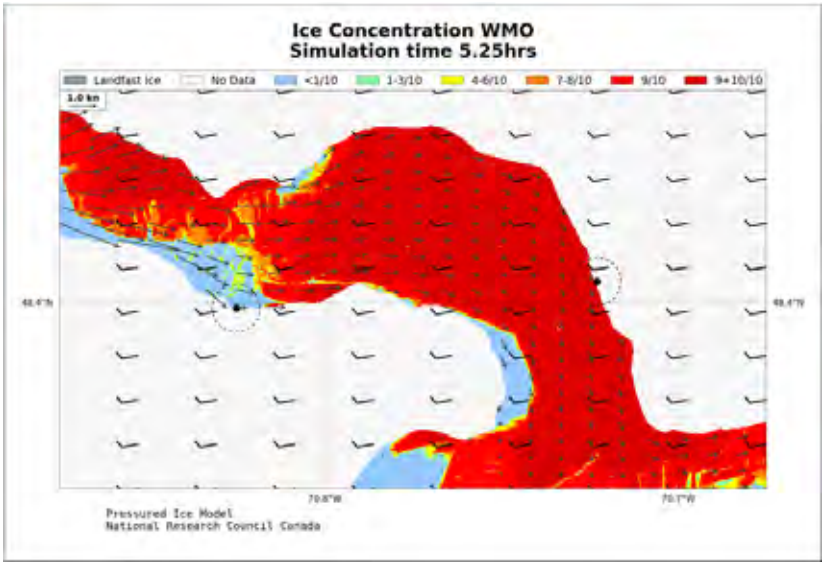


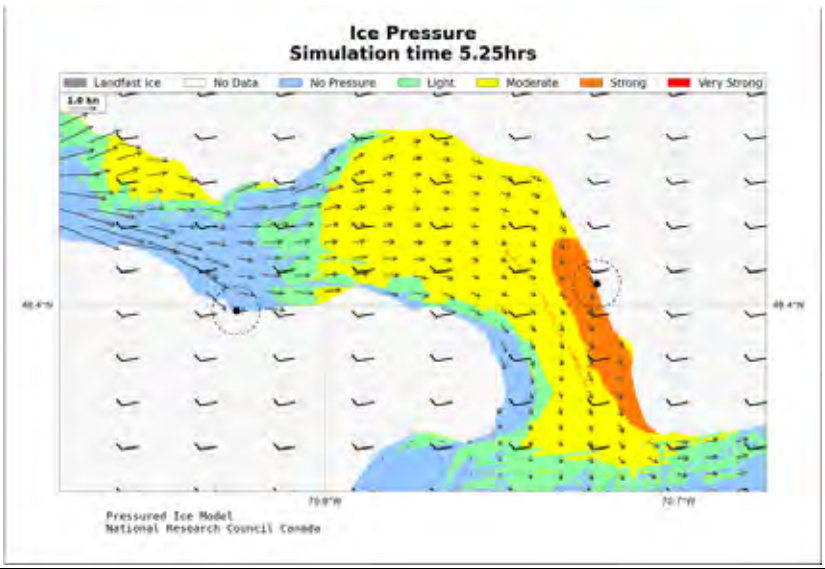




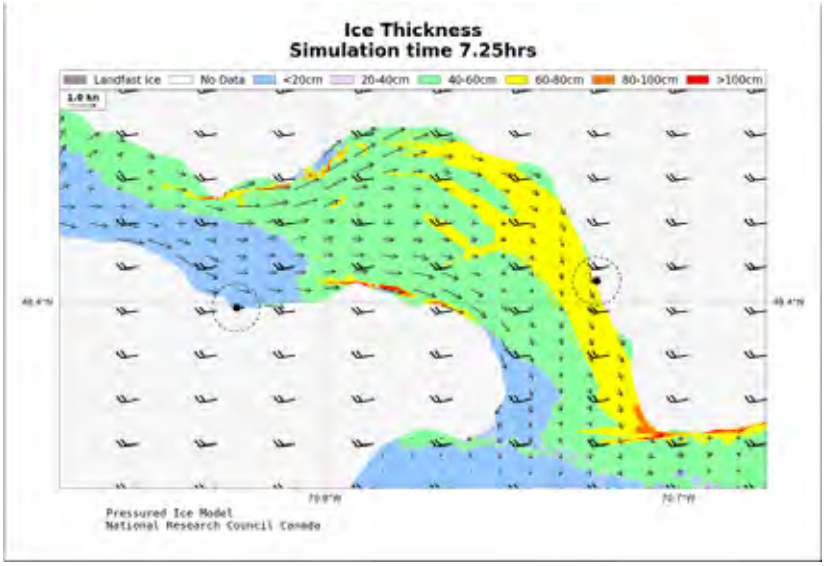
Scenario 5: Simulation end (5.25 hours)

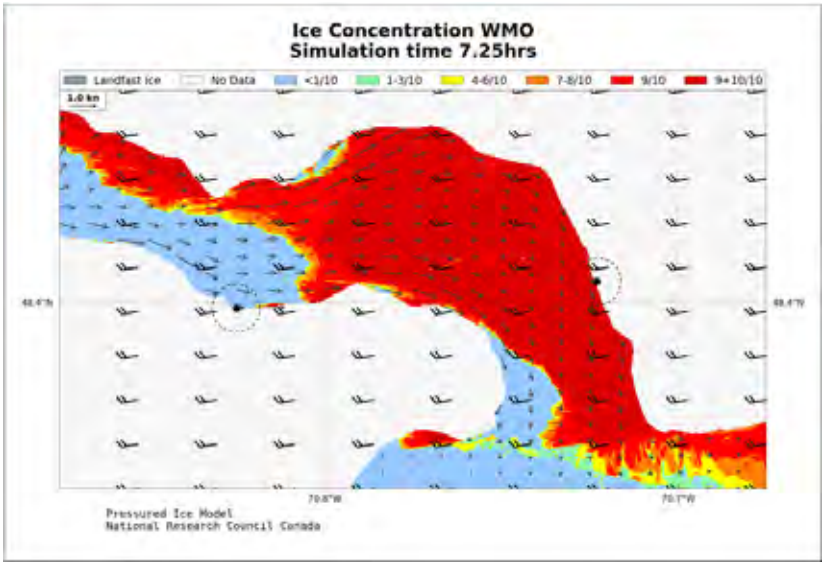


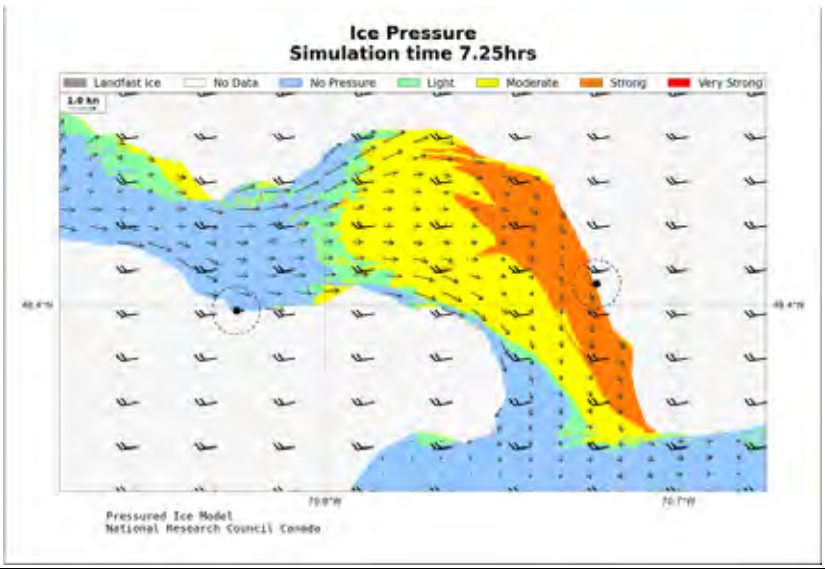




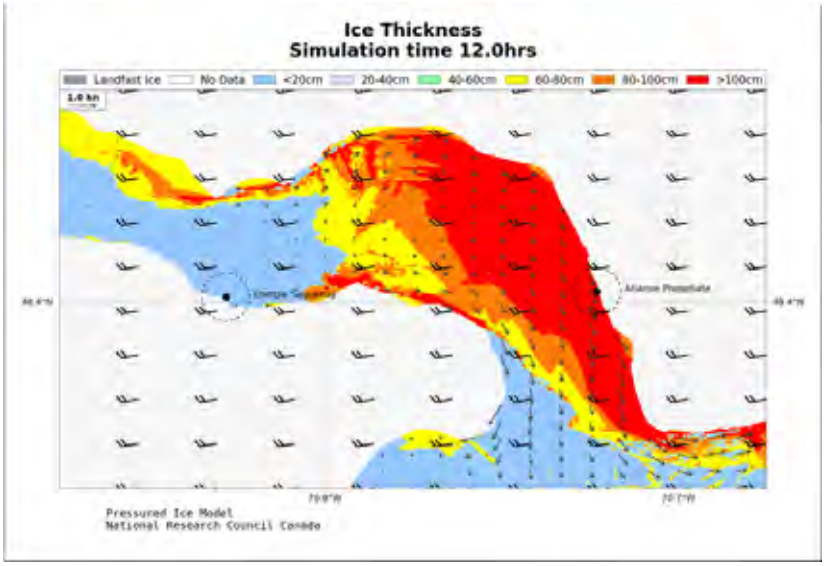
Scenario 6: Simulation end (7.25 hours)

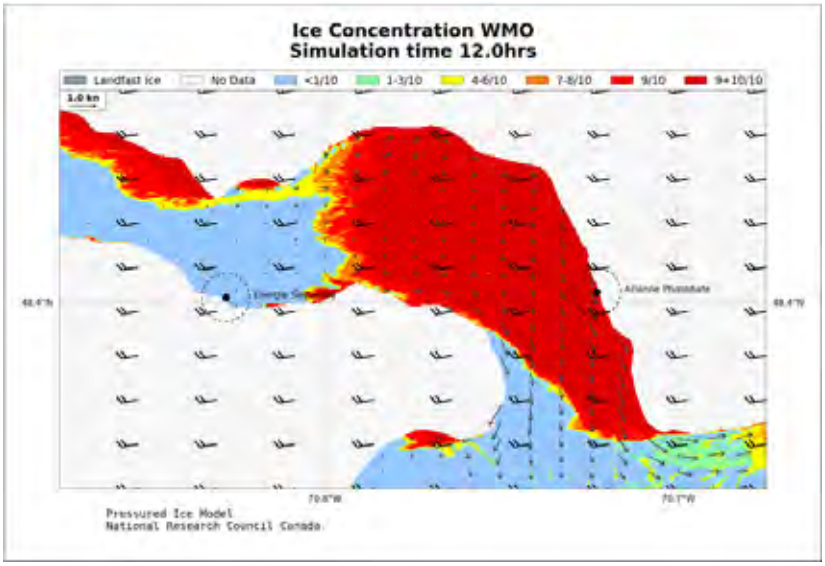


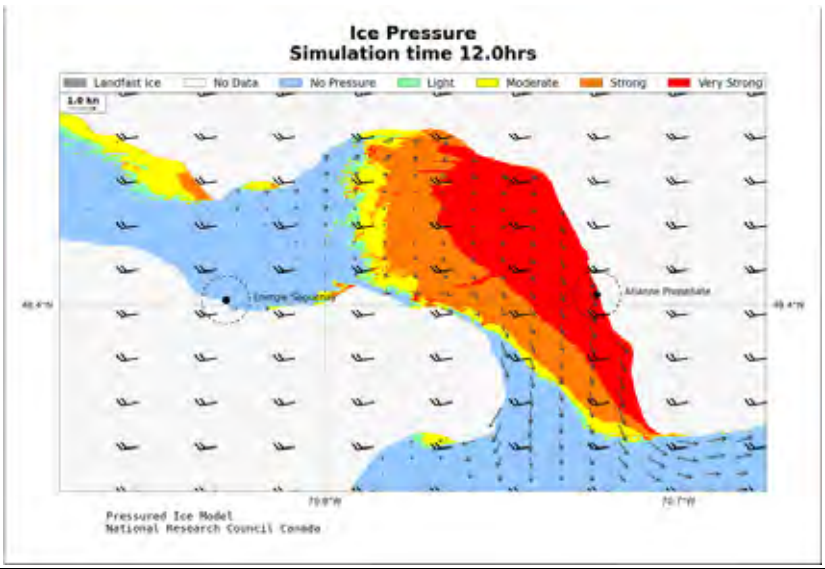




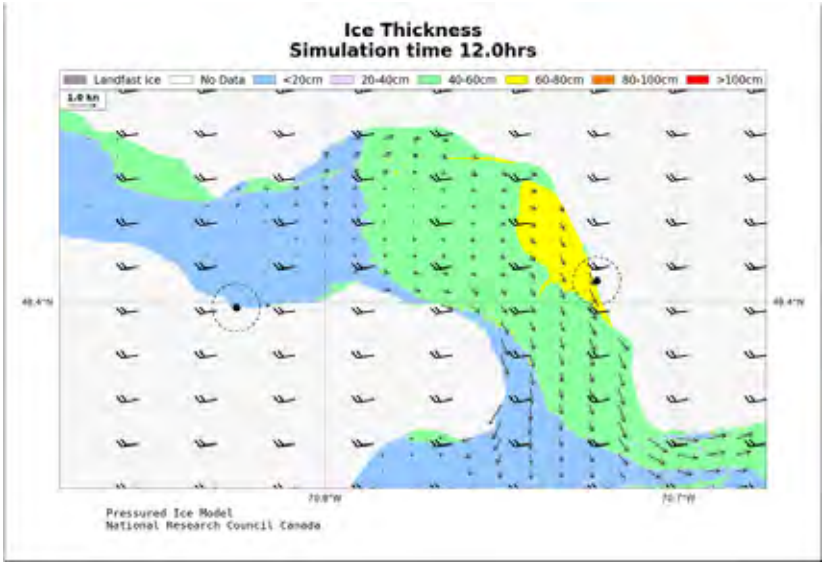
Scenario 7: Simulation end (12.0 hours)

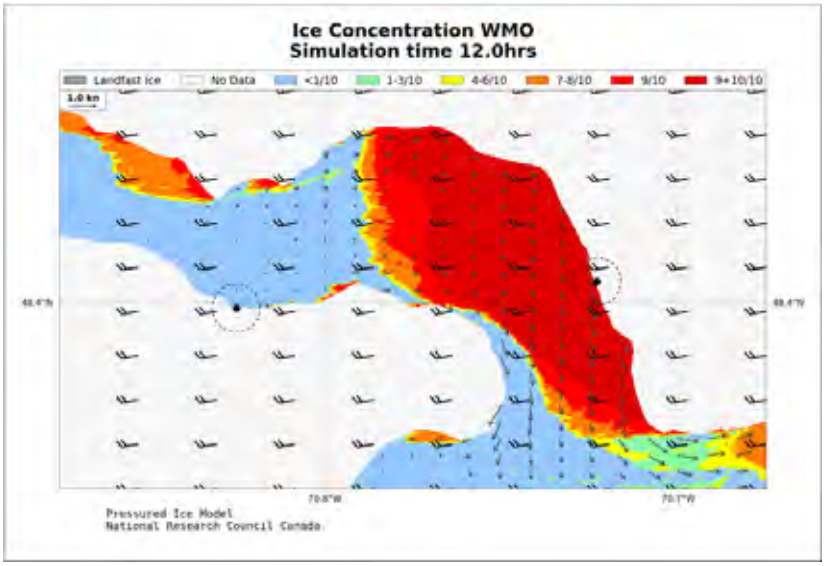


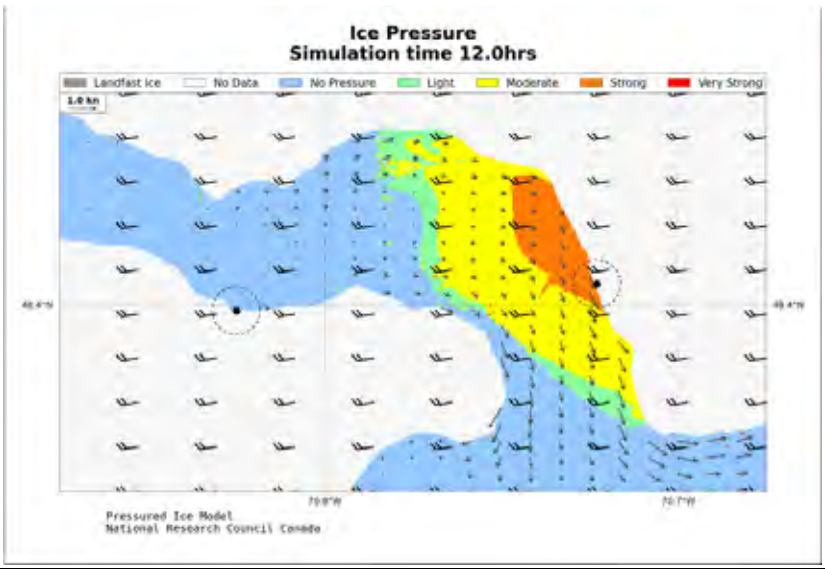




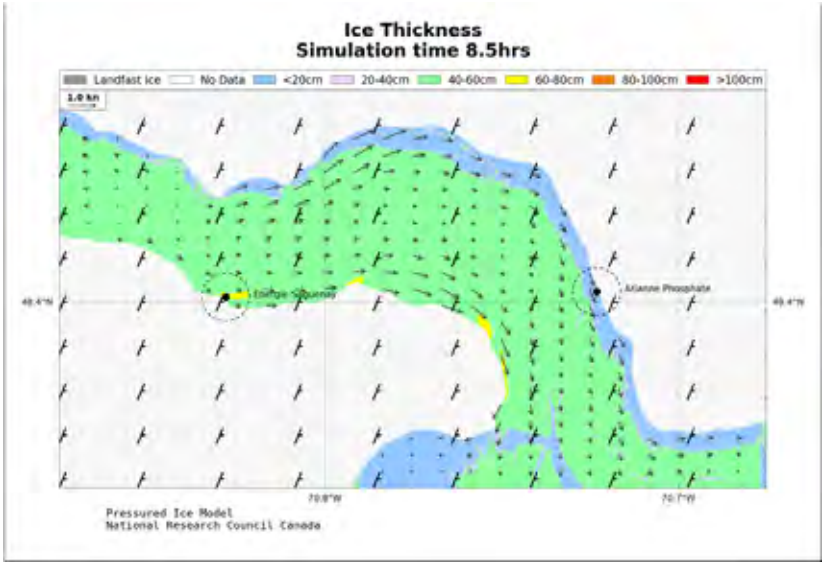
Scenario 8: Simulation end (12.0 hours)

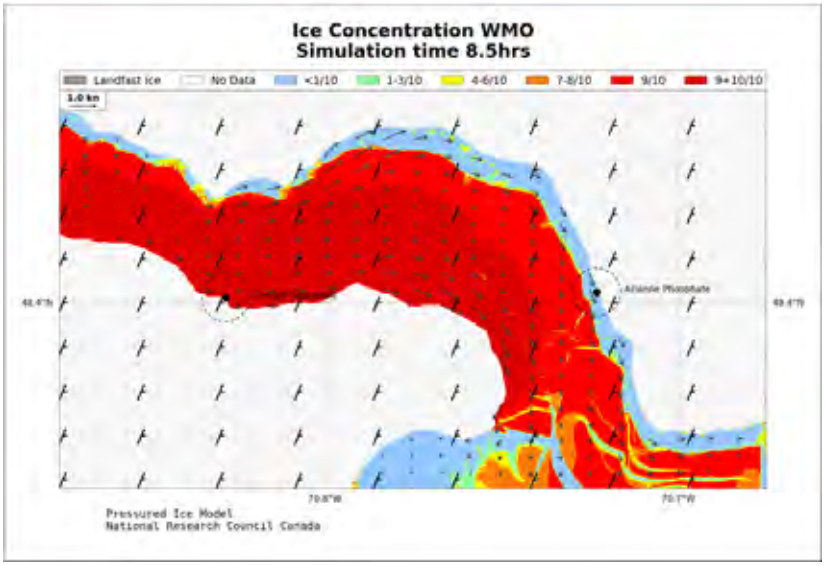


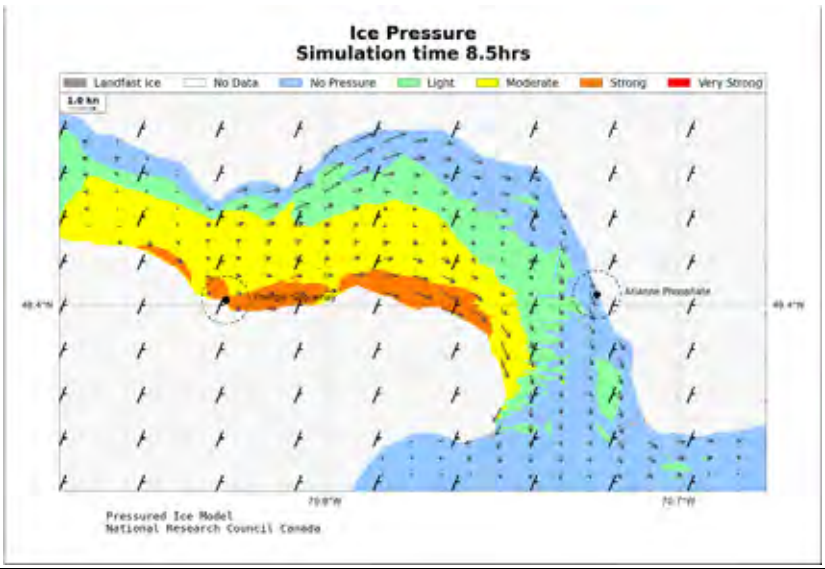




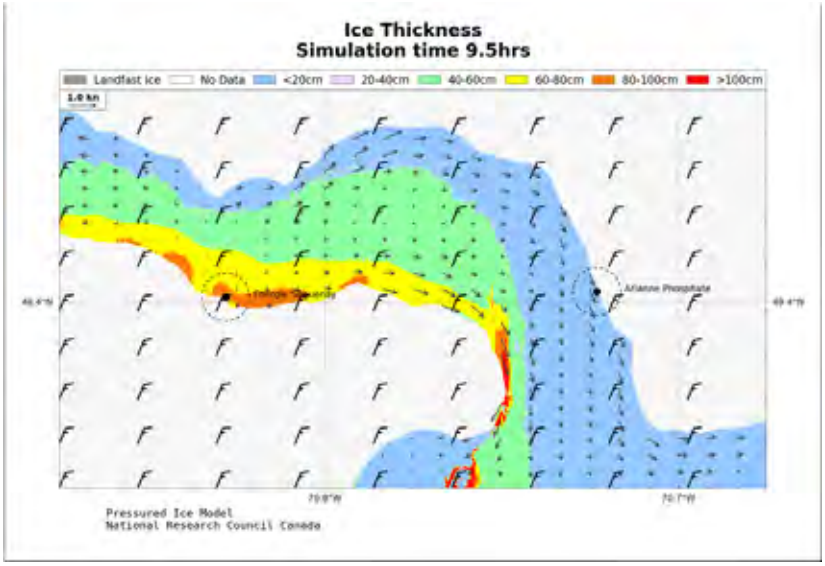
Scenario 9: Simulation end (8.5 hours)

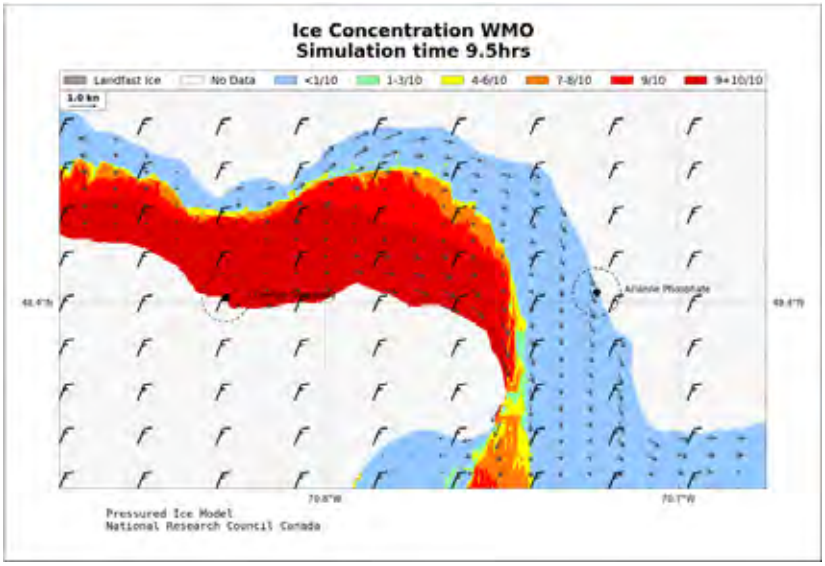


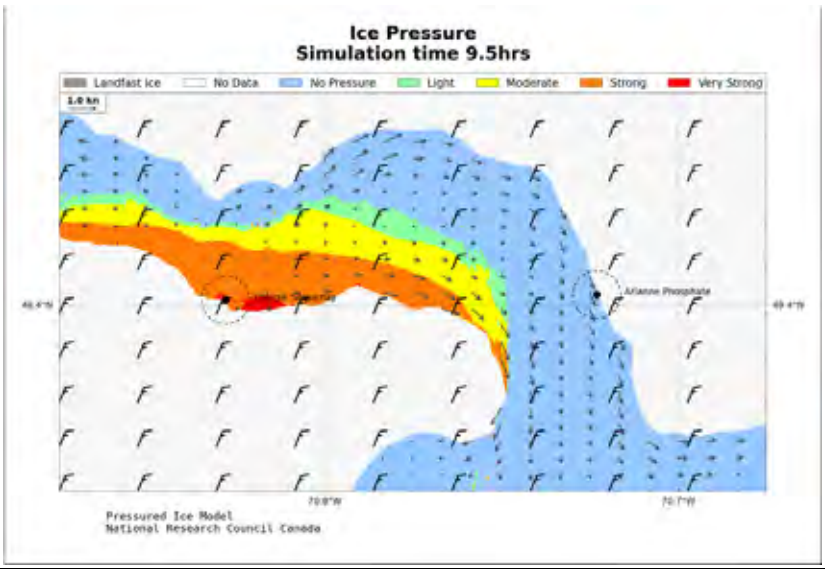




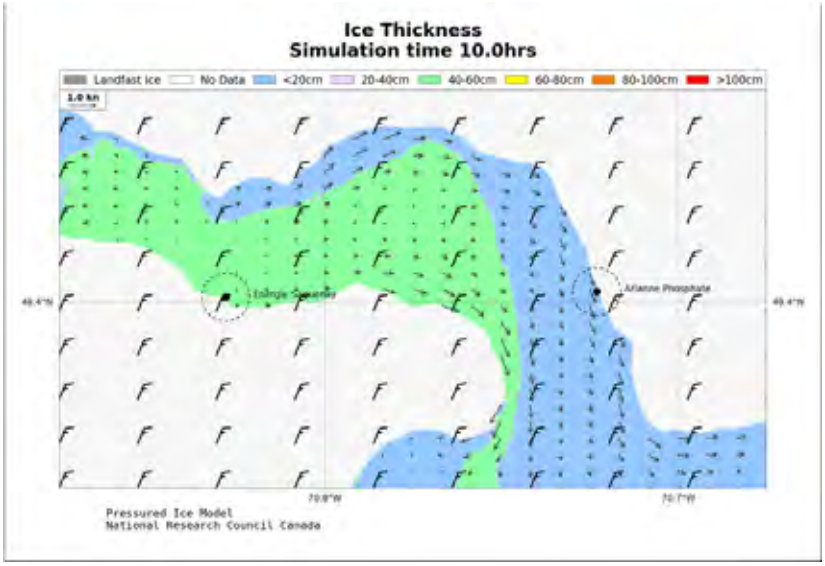
Scenario 10: Simulation end (9.5 hours)

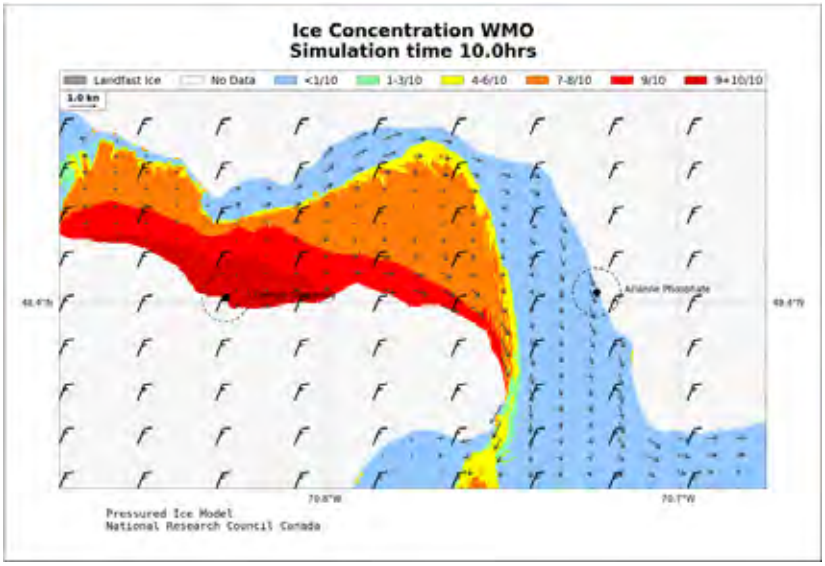


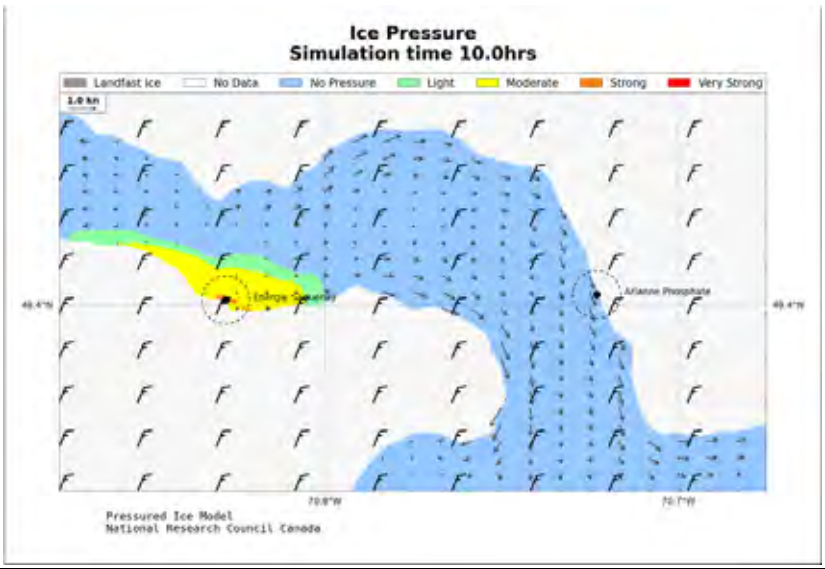




Scenario 11: Simulation end (10.0 hours)







7-9 MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

PROJET N^{O} : 161-00666-00

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

OCTOBRE 2018



PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

GNL QUÉBEC INC.

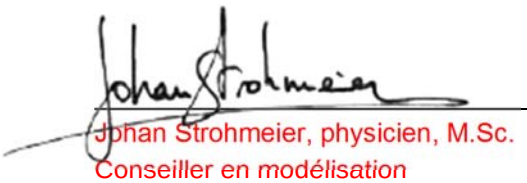
PROJET N^{O} : 161-00666-00
DATE : OCTOBRE 2018

WSP CANADA INC.
3450, BOULEVARD GENE-H.-KRUGER, BUREAU 300
TROIS-RIVIÈRES (QUÉBEC) G9A 4M3

TÉLÉPHONE : +1 819 375-1292
TÉLÉCOPIEUR : +1 819 375-1217
WSP.COM

SIGNATURES

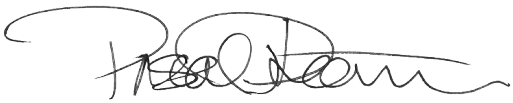
PRÉPARÉ PAR



Johan Strohmeier, physicien, M.Sc.
Conseiller en modélisation

Le 25 octobre 2018
Date

RÉVISÉ PAR



Pascal Rhéaume, ing., M.Sc.A.
(OIQ #138370)
Directeur de projets

Le 25 octobre 2018
Date

Le présent rapport a été préparé par WSP Canada Inc. pour le compte de GNL QUÉBEC INC. conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP Canada Inc. à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP Canada Inc. n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Martin Larose, biologiste, B. Sc.
Chargée de projet	Nathalie Fortin, ing., M.Env.
Directeur de la modélisation	Pascal Rhéaume, ing., M.Sc.A.
Conseiller en modélisation	Johan Strohmeier, physicien, M.Sc.
Cartographe et géomatique	Paul-André Biron, cartographe
Édition	Linette Poulin, BA Nancy Laurent, DEC

Référence à citer :

WSP. 2018. *PROJET ÉNERGIE SAGUENAY. RAPPORT SECTORIEL | MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE.* RAPPORT PRODUIT POUR GNL QUÉBEC INC. 90 PAGES ET ANNEXE.

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

1.1 MISE EN CONTEXTE 1

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE 1

1.3 ZONE D'ÉTUDE 1

2 CADRE RÉGLEMENTAIRE 3

2.1 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE 3

2.1.1 RÉGLEMENTATION PROVINCIALE 3

2.1.2 RÉGLEMENTATION FÉDÉRALE 3

2.2 SUBSTANCES MODÉLISÉES 4

2.3 LIMITE ET DOMAINE D'APPLICATION 4

2.4 CONCENTRATIONS INITIALES 5

3 SOURCES D'ÉMISSIONS 13

3.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DES OPÉRATIONS 13

3.2 SCÉNARIO 13

3.2.1 CONFIGURATION DES SCÉNARIOS EN FONCTION DES PÉRIODES 13

3.2.2 SCÉNARIO D'OPÉRATION SÉLECTIONNÉ 14

3.3 CARACTÉRISATION DES SOURCES D'ÉMISSIONS 14

3.4 USINE 14

3.4.1 LES TORCHÈRES 14

3.4.2 GÉNÉRATRICES AU DIESEL 15

3.4.3 UNITÉS DE LIQUÉFACTION 16

3.5 FUITES 17

3.6 GAZ D'ÉCHAPPEMENT DES BATEAUX 17

3.7 AUTRES SOURCES 18

4 MÉTHODOLOGIE 19

4.1 CHOIX DU MODÈLE DE DISPERSION 19

4.2 DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION AERMOD 19

4.3 SYSTÈME DE COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES 20

4.4 DOMAINE DE MODÉLISATION 20

4.5 TOPOGRAPHIE 20

4.6 PRÉPARATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES 21

4.6.1 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES DE SURFACE ET COUVERTURE NUAGEUSE 21

4.6.2 TURBULENCE DE LA COUCHE LIMITE PLANÉTAIRE 21

4.6.3 DONNÉES AÉROLOGIQUES 21

4.6.4 CLASSIFICATION DU TERRITOIRE ET PARAMÈTRES D'UTILISATION DU SOL 22

4.6.5 CONFIGURATION D'AERMET 22

4.6.6 ÉCHANTILLON MÉTÉOROLOGIQUE 22

4.7 RÉCEPTEURS 23

4.7.1 GRILLE DE RÉCEPTEURS 23

4.7.2 RÉCEPTEURS SUR LA LIMITE D'APPLICATION 23

4.7.3 RÉCEPTEURS SENSIBLES 23

4.7.4 RÉCEPTEURS DU DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES 25

4.8 EFFETS DES BÂTIMENTS 25

4.9 CONFIGURATION D'AERMOD 25

4.10 MÉTHODES SPÉCIFIQUES 26

4.10.1 ESTIMATION DE LA DÉPOSITION DES MATIÈRES PARTICULAIRES 26

4.10.2 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE NO_2 26

4.10.3 ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS 26

4.10.4 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS POUR LES PÉRIODES INFÉRIEURES À 1 HEURE 28

5 RÉSULTATS 29

5.1 MATIÈRES PARTICULAIRES 29

5.1.1 PARTICULES TOTALES 29

5.1.2 PARTICULES FINES 30

5.2 GAZ 30

5.2.1 MONOXYDE DE CARBONE 30

5.2.2 DIOXYDE D'AZOTE 30

5.2.3 DIOXYDE DE SOUFRE 31

5.2.4 AUTRES GAZ 32

6 CONSERVATISME ET LIMITATION.....45
6.1 CONSERVATISME DE L'APPROCHE 45
6.2 INCERTITUDES ET LIMITATIONS DU MODÈLE 45
6.2.1 MODÈLE MÉTÉOROLOGIQUE ET MODÈLE DE DISPERSION.....45
6.2.2 AUTRE.....45
7 CONCLUSION 47
RÉFÉRENCES 49

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 1 SUBSTANCES MODÉLISÉES ET RÉGLEMENTATION ASSOCIÉE – MDDELCC 7
TABLEAU 2 SUBSTANCES MODÉLISÉES ET RÉGLEMENTATION ASSOCIÉE – AUTRES INSTANCES 11
TABLEAU 3 PARAMÈTRES D'UTILISATION DU SOL AUTOUR DE LA STATION DE L'AÉROPORT DE BAGOTVILLE 22
TABLEAU 4 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES DE SURFACE MANQUANTES PAR ANNÉE 23
TABLEAU 5 UTILISATION DU SOL DANS UN RAYON DE 3 KM AUTOUR DU SITE DE GNL 25
TABLEAU 6 CONCENTRATIONS INITIALES D'OZONE CONSIDÉRÉES POUR LA MÉTHODE OLM 26
TABLEAU 7 COMPOSITION DES GAZ POUR LES OXYDATEURS THERMIQUES (AGRU) 26
TABLEAU 8 FACTEUR MULTIPLICATIF POUR LE CALCUL DES TAUX D'ÉMISSIONS DE CERTAINS COV POUR L'OXYDATEUR THERMIQUE (AGRU) 27
TABLEAU 9 COMPOSITION DES GAZ POUR LES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE 27
TABLEAU 10 CONVERSION DES COMPOSÉS SULFURÉS EN SO_2 À L'OXYDATEUR THERMIQUE (AGRU) 27
TABLEAU 11 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES – MDDELCC 33
TABLEAU 12 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES – CCME 37
TABLEAU 13 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION AUX RÉCEPTEURS SENSIBLES – MDDELCC 39
TABLEAU 14 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION AUX RÉCEPTEURS SENSIBLES – CCME 43
TABLEAU 15 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE MODÉLISATION 47

TABLE DES MATIÈRES

CARTES

CARTE 1 LOCALISATION DU PROJET 53
CARTE 2 DOMAINE DE MODÉLISATION ET LIMITE D'APPLICATION 55
CARTE 3 SOURCES D'ÉMISSIONS 57
CARTE 4 TOPOGRAPHIE DANS LE DOMAINE DE MODÉLISATION 59
CARTE 5 CATÉGORIES D'UTILISATION DU SOL DANS UN RAYON D'UN KILOMÈTRE AUTOUR DE LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE BAGOTVILLE (YBG) 61
CARTE 6 GRILLE DE RÉCEPTEURS 63
CARTE 7 RÉCEPTEURS SENSIBLES 65
CARTE 8 BÂTIMENTS MODÉLISÉS 67
CARTE 9 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PMT MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES. SCÉNARIO STANDARD - MDDELCC 69
CARTE 10 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE $PM_{2,5}$ MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES. SCÉNARIO STANDARD – MDDELCC 71
CARTE 11 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE NO_2 MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE. SCÉNARIO STANDARD – MDDELCC 73
CARTE 12 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE NO_2 MODÉLISÉES AU PERCENTILE 98 SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE [MQ]. SCÉNARIO STANDARD - CCME (2020) 75
CARTE 13 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE NO_2 MODÉLISÉES AU PERCENTILE 98 SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE [MQ]. SCÉNARIO STANDARD - CCME (2025) 77
CARTE 14 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE SO_2 MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 4 MINUTES. SCÉNARIO STANDARD – MDDELCC 79
CARTE 15 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE SO_2 MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES. SCÉNARIO STANDARD – MDDELCC 81
CARTE 16 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE SO_2 MODÉLISÉES AU PERCENTILE 99 SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE [MQ]. SCÉNARIO STANDARD – CCME (2020) 83

CARTE 17 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE SO_2 MODÉLISÉES AU PERCENTILE 99 SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE [MQ]. SCÉNARIO STANDARD – CCME (2025) 85
CARTE 18 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE SO_2 MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 1 AN. SCÉNARIO STANDARD – CCME (2020) 87
CARTE 19 CONCENTRATIONS MAXIMALES DE SO_2 MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 1 AN. SCÉNARIO STANDARD – CCME (2025) 89

FIGURE

FIGURE 1 ROSES DES VENTS 24

ANNEXE

A SOURCES D'ÉMISSIONS

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Le présent document présente l'étude de modélisation de la dispersion atmosphérique du projet Énergie Saguenay (le Projet) de GNL Québec inc. (GNLQ) prévoyant la construction et l'exploitation d'un complexe de liquéfaction de gaz naturel à Ville Saguenay, secteur La Baie.

Le projet permettra de liquéfier environ 1,55 bcf/j ou 44 millions de mètres cubes par jour (Mm^3/j) de gaz naturel. Il aura une capacité de production de 10,5 Mtpa. Le gaz naturel liquéfié (GNL) sera principalement destiné à l'exportation sur les marchés mondiaux. Toutefois, selon la demande, le complexe de liquéfaction pourrait aussi approvisionner le marché local en GNL. La durée d'opération du complexe de liquéfaction est prévue pour 25 ans.

Le procédé comprend deux étapes successives, soit le traitement du gaz naturel suivi par la liquéfaction. Le traitement du gaz naturel consiste à éliminer ou à réduire à un niveau acceptable les impuretés ou les éléments traces indésirables ou incompatibles avec le procédé de liquéfaction alors que la liquéfaction du gaz naturel consiste pour sa part à le refroidir par le biais de circuits de réfrigération jusqu'à une température d'environ -162°C. Le GNL obtenu occupe environ $1/600^e$ du volume initial du gaz naturel. Le GNL sera stocké sur place dans des réservoirs à intégrité totale et sera ensuite acheminé aux quais d'amarrage pour être chargé dans des navires-citernes. L'usine sera également équipée d'un système de gestion des gaz d'évaporation et de vaporisation, de systèmes de chauffage et de refroidissement, de torchères et de systèmes utilitaires pour la production d'eau déminéralisée, d'azote et d'air compressé.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de l'évaluation environnementale, WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée afin de réaliser la modélisation de la dispersion atmosphérique qui s'inscrit en tant qu'étude sectorielle à l'étude d'impact environnementale (ÉIE). Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact des émissions provenant des opérations des futures installations sur la qualité de l'atmosphère, et ce, sur la base du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA).

La démarche de modélisation préconisée dans la présente étude s'appuie sur la méthodologie proposée dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* (MDDEP, 2005) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC[1]). Les discussions tenues entre les divers représentants de WSP et GNLQ ont également servi à déterminer les intrants requis à la modélisation et à la rédaction du rapport.

1.3 ZONE D'ÉTUDE

Le site proposé pour recevoir ces installations industrielles se trouve à Saguenay dans la région administrative du Saguenay-Lac-Saint-Jean (région 02). Le site choisi est situé à l'intérieur de la zone industrialo-portuaire de Port Saguenay dans le secteur du port de Grande-Anse, situé dans l'arrondissement de La Baie. Le Projet est localisé à la carte 1. Ce site est zoné industriel et est la propriété de l'Administration portuaire du Saguenay (APS).

[1] Les dénominations ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) sont également utilisées dans le présent rapport, bien que renommé ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) depuis avril 2014, et ce, afin d'éviter la confusion dans les références.

2 CADRE RÉGLEMENTAIRE

2.1 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

2.1.1 RÉGLEMENTATION PROVINCIALE

Au niveau provincial, les normes et les critères de qualité de l'atmosphère ont été établis par le MDDELCC dans le but d'évaluer l'impact d'un projet qui est soumis à l'autorisation du MDDELCC. Les normes sont des seuils de références inscrits dans un règlement tel que le RAA, alors que les critères sont des seuils de références utilisés par le Ministère en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE).

Les normes et critères de qualité de l'atmosphère sont évalués et déterminés par le MDDELCC et correspondent à des concentrations sans effet nocif. Cette concentration est en effet la concentration la plus élevée d'un contaminant dans l'air, permettant d'éviter l'apparition prédite ou démontrée d'un effet nocif sur la santé humaine, le bien-être ou l'écosystème. Quatre grands types d'effets sont évalués : les effets obtenus par exposition directe (inhalation), les effets obtenus par exposition indirecte, les nuisances et les effets sur les écosystèmes. Dans ce contexte, le respect de ces normes permet d'assurer un environnement sécuritaire pour la santé humaine et pour l'environnement. Par conséquent, les effets appréhendés des composés particulaires et gazeux sur la santé humaine et sur l'environnement peuvent être considérés comme négligeables lorsque les normes sont respectées. Les normes et les critères de qualité de l'atmosphère établis par le MDDELCC sont présentés dans le document Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDELCC, 2016, version 5)[2].

2.1.2 RÉGLEMENTATION FÉDÉRALE

Au point de vue canadien, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a établi des normes canadiennes de qualité de l'air ambiant[3] (NCQAA) pour les $PM_{2,5}$, le O_3, le SO_2 et le NO_2. Ces normes ont été établies sous forme d'objectifs en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE). De plus, les lignes directrices pour la préparation d'une étude d'impact environnemental de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACÉE) stipulent qu'en plus de ces normes et critères, la présente étude doit tenir compte des particules inférieures à 10 µm (PM_{10}) et des composés organiques volatils (COV).

Pour les PM_{10}, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) propose des lignes directrices. Par contre, pour les autres composés exigés, aucune valeur limite n'est disponible.

Finalement, il est important de préciser que les objectifs de la LCPE ne sont pas applicables au Québec. Les résultats associés à ces objectifs sont seulement présentés dans le cadre de l'évaluation environnementale de l'ACÉE.

[2] http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/Normes-criteres-qc-qualite-atmosphere.pdf
[3] http://airquality-qualitedelair.ccme.ca/fr/

2.2 SUBSTANCES MODÉLISÉES

Les substances considérées dans cette étude sont les substances ayant été identifiées lors de l'analyse des opérations du site (voir la section 3.2) et qui sont présentes dans le document *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* (MDDELCC, 2016, version 5), ainsi que sur le site internet sur la qualité de l'air du CCME.

Il s'agit des substances suivantes :

- les matières particulaires (PMT, PM_{10} et $PM_{2,5}$);
- le monoxyde de carbone (N° CAS 630-08-0);
- le dioxyde d'azote (N° CAS 10102-44-0);
- le dioxyde de soufre (N° CAS 7446-09-5);
- le sulfure d'hydrogène (N° CAS 7783-06-4);
- le xylène (o,m,p) (N° CAS 1330-20-7);
- le benzène (N° CAS 71-43-2);
- l'éthylbenzène (N° CAS 100-41-4);
- l'éthylène (N° CAS 74-85-1);
- l'isohexane (N° CAS 107-83-5);
- le 2,2,4– triméthylpentane (N° CAS 540-84-1);
- l'isopentane (N° CAS 78-78-4);
- le n-heptane (N° CAS 142-82-5);
- le n-hexane (N° CAS 110-54-3);
- l'octane (N° CAS 111-65-9);
- le pentane (N° CAS 109-66-0);
- le toluène (N° CAS 108-88-3);
- les composés organiques volatils (COV).

Les tableaux 1 et 2 présentent les réglementations associées aux substances modélisées au provincial (MDDELCC) et au fédéral (CCME) respectivement. Enfin, GNLQ confirme qu'aucune émission de mercure (Hg) ne proviendra de leur procédé.

2.3 LIMITE ET DOMAINE D'APPLICATION

Afin de vérifier la conformité des installations vis-à-vis des normes et critères d'air ambiant, une limite à partir de laquelle ces normes et critères s'appliquent doit être définie. Cette limite, appelée « **limite d'application des normes et critères** » et est définie par la limite de propriété ou de la zone industrielle projetée lorsqu'une telle limite existe. Dans le cas où le projet se trouve en totalité ou en partie sur des terres publiques, le MDDELCC définit les exigences d'évaluation dans le *Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers* (MDDELCC, février 2017). La section 4.3 de ce guide stipule que les normes soient évaluées aux récepteurs sensibles et à partir d'une distance de 300 m des différentes installations. Le promoteur est ensuite tenu de respecter par modélisation les normes aux récepteurs sensibles. La limite d'application à 300 m est plutôt utilisée comme guide afin de s'assurer que les mesures d'atténuation courantes soient appliquées.

Pour le cas présent, **la limite est déterminée par le zonage industriel qui accueillera la future usine de GLNQ, annexée d'une zone tampon de 300 m dans la rivière Saguenay.** Cette limite est présentée à la carte 2.

La vérification du respect des normes et critères se fait à cette limite d'application et au-delà. Les résultats de concentration des contaminants dans l'air ambiant à l'intérieur de cette limite ne sont donc pas pris en compte lors de la vérification du respect des normes et critères de la qualité de l'air. En résumé, seuls les résultats de modélisations dans le « **domaine d'application des normes et critères** » (domaine d'application) constitués de la limite d'application des normes et critères et de la zone au-delà de celle-ci seront comparés aux normes et critères de l'atmosphère en vigueur.

2.4 CONCENTRATIONS INITIALES

La concentration initiale (ou niveau ambiant) est la concentration préexistante d'un contaminant dans l'air ambiant à laquelle on ajoute la contribution de la source d'émission. Dans le domaine d'application des normes et critères, la somme de la concentration initiale et de la contribution de la source d'émission doit être inférieure à la norme ou au critère correspondant.

Conformément au guide de modélisation du MDDELCC (MDDEP, 2005), les concentrations maximales obtenues par modélisation pour les années de données météorologiques retenues doivent être additionnées à des niveaux ambiants (concentrations initiales) représentatifs de la région étudiée. Pour déterminer les niveaux ambiants des contaminants, différentes approches peuvent être envisagées. Les concentrations initiales peuvent être déterminées à partir :

- des mesures effectuées sur le site dans le but d'obtenir des valeurs réelles;
- des mesures effectuées par les stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du MDDELCC. Ce bruit de fond, représentatif de la région, est fourni par le MDDELCC;
- des concentrations initiales génériques définies par le MDDELCC dans le document *Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère* (MDDELCC, 2015);
- des concentrations initiales génériques définies par le MDDELCC recommandées pour les projets nordiques éloignés d'autres sources et présentées dans le document *Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers* (MDDELCC, février 2017).

En ce qui concerne la présente étude, les concentrations initiales ajustées pour projet nordique du document Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers (MDDELCC, février 2017) ont été utilisées lorsque celles-ci étaient disponibles. Dans le cas contraire, les concentrations initiales du document Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère (MDDELCC, 2015) ont été considérées.

L'hypothèse d'utiliser certaines concentrations initiales pour projet nordique a été faite sur la base que plusieurs futurs projets industriels voisins au site de GNLQ ont obtenu la recommandation, par le MDDELCC, d'utiliser ces concentrations initiales ajustées pour la réalisation de leur étude de dispersion atmosphérique.

En ce qui concerne les concentrations annuelles de $PM_{2,5}$, une concentration initiale de 4,5 µg/m^3 a été utilisée, celle-ci a été établie à partir des mesures réalisées à la station Pémonca située en région représentative du site étudié, et ce, comparativement aux autres stations disponibles.

Dans le cas des PM_{10}, une concentration initiale 24 heures de 21,8 µg/m^3 a été estimée à partir d'une interpolation[4] entre les concentrations initiales 24 heures recommandées pour les PMT (40 µg/m^3) et les $PM_{2,5}$ (15 µg/m^3). Pour la période annuelle, une concentration initiale de 5,5 µg/m^3 a été estimée en utilisant la même méthode à partir de la concentration annuelle de PMT évaluée à la station Lac-Édouard (8 µg/m^3) et de $PM_{2,5}$ évaluée à la station Pémonca (4,5 µg/m^3). À ce sujet, prendre note que la moyenne annuelle des $PM_{2,5}$ à la station du Lac-Édouard est similaire voir identique selon les années analysées à celle de la station Pémonca.

Pour le SO_2, la concentration initiale 1 heure a été calculée à partir de la concentration 4 minutes à l'aide de l'équation présentée dans la section 4.10.4 de cette étude. À l'origine, cette équation permet d'évaluer des concentrations 4 minutes à partir d'une concentration 1 heure. Cette estimation permet néanmoins d'établir une concentration initiale et de proposer une analyse conservatrice des émissions totales de SO_2 pour la période 1 heure.

Finalement, aucune concentration initiale n'est disponible pour les COV totaux. Par contre puisqu'aucune valeur limite n'est définie, la présentation des résultats avec ou sans l'ajout de la concentration initiale est jugée sans importance pour ces substances.

[4] Une interpolation linéaire a été effectuée sur les concentrations et les tailles de particules. Pour les besoins du calcul, les PMT ont été considérées de taille inférieure à 30 µm.

Tableau 1 Substances modélisées et réglementation associée – MDDELCC

Substance	ID substance	Instance	Législation	Type de seuil	Période	Seuil (µg/m^3)	Forme statistique	Concentration initiale (CI) (µg/m^3)	Référence CI
Matières particulaires									
Particules totales	PMT	MDDELCC	RAA	Norme	24 heures	120	1er maximum des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	40	Projets nordiques [1]
Particules fines	$PM_{2,5}$	MDDELCC	RAA	Norme	24 heures	30	1er maximum des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	15	Projets nordiques [1]
Gaz									
Carbone, monoxyde de	CO	MDDELCC	RAA	Norme	1 heure	34000	1er maximum des concentrations sur une heure	600	Projets nordiques [1]
					8 heures	12700	1er maximum des concentrations sur une 8 heures	400	Projets nordiques [1]
Azote, dioxyde d'	NO_2	MDDELCC	RAA	Norme	1 heure	414	1er maximum des concentrations sur une heure	50	Projets nordiques [1]
					24 heures	207	1er maximum des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	30	Projets nordiques [1]
					1 an	103	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	10	Projets nordiques [1]
Soufre, dioxyde de	SO_2	MDDELCC	RAA	Norme	4 minutes	1310	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	40	Projets nordiques [1]
					4 minutes	1050	99,5e centile des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	40	Projets nordiques [1]
					24 heures	288	1er maximum des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	10	Projets nordiques [1]
					1 an	52	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	2	Projets nordiques [1]
Hydrogène, sulfure d'	H_2S	MDDELCC	RAA	Norme	4 minutes	6	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	0	NCQQA v5
					1 an	2	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	0	NCQQA v5
Xylène (o,m,p)	1330-20-7	MDDELCC	RAA	Norme	4 minutes	350	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	150	NCQQA v5
					1 an	20	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	8	NCQQA v5
Composé organique									
Benzène	71-43-2	MDDELCC	RAA	Norme	24 heures	10	1er maximum des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	3	NCQQA v5
Éthylbenzène	100-41-4	MDDELCC	RAA	Norme	4 minutes	740	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	140	NCQQA v5
					1 an	200	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	3	NCQQA v5
Éthylène	74-85-1	MDDELCC	LQE	Critère	1 heure	1400	1er maximum des concentrations sur une heure	96	NCQQA v5
					1 an	34	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	10	NCQQA v5
Isohexane	107-83-5	MDDELCC	LQE	Critère	4 minutes	290	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	30	NCQQA v5
2,2,4– Triméthylpentane	540-84-1	MDDELCC	LQE	Critère	1 heure	3500	1er maximum des concentrations sur une heure	0	NCQQA v5
					1 an	350	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	0	NCQQA v5
Isopentane	78-78-4	MDDELCC	LQE	Critère	4 minutes	3800	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	210	NCQQA v5
					1 an	240	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	9	NCQQA v5
n-Heptane	142-82-5	MDDELCC	LQE	Critère	4 minutes	2740	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	60	NCQQA v5
n-Hexane	110-54-3	MDDELCC	RAA	Norme	4 minutes	5300	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	140	NCQQA v5
					1 an	140	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	3	NCQQA v5

Tableau 1 Substances modélisées et réglementation associée – MDDELCC (suite)

Substance	ID substance	Instance	Législation	Type de seuil	Période	Seuil (µg/m^3)	Forme statistique	Concentration initiale (CI) (µg/m^3)	Référence cl
Composé organique (suite)									
Octane	111-65-9	MDDELCC	LQE	Critère	1 heure	3500	1er maximum des concentrations sur une heure	0	NCQQA v5
					1 an	350	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	0	NCQQA v5
Pentane	109-66-0	MDDELCC	LQE	Critère	4 minutes	4120	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	190	NCQQA v5
					1 an	240	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	9	NCQQA v5
Toluène	108-88-3	MDDELCC	RAA	Norme	4 minutes	600	1er maximum des concentrations sur une heure convertie pour une période de 4 minutes (voir section 5.9.4)	260	NCQQA v5
Isopentane, pentane	Pentane-tot	MDDELCC	RAA	Critère	1 an	240	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	9	NCQQA v5
Isooctane, octane	Octane-tot	MDDELCC	RAA	Critère	1 heure	3500	1er maximum des concentrations sur une heure	0	NCQQA v5
					1 an	350	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	0	NCQQA v5

[1] Concentrations initiales recommandées pour les projets nordiques éloignés d'autres sources; *Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers* (MDDELCC, février 2017)

Tableau 2 Substances modélisées et réglementation associée – Autres instances

Substance	ID substance	Instance	Législation	Type de seuil	Période	Seuil (µg/m³)	Forme statistique	Concentration initiale (CI) (µg/m³)	Référence CI
Matières particulaires									
Particules < 10 µm	PM_{10}	ACEE/OMS	-	Lignes directrices OMS	24 heures	50	99e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	21.8	Suivi MDDELCC [1] [3]
					1 an	20	Moyenne sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes sur une heure	5.5	Suivi MDDELCC [1] [3]
Particules fines	$PM_{2.5}$	CCME	LCPE	NCQAA	24 heures	28 (Année 2015)	Moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	15	Projets nordiques [2]
					24 heures	27 (Année 2020)	Moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	15	Projets nordiques [2]
					1 an	10 (Année 2015)	Moyenne triennale de la moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	4.5	Suivi MDDELCC [3]
					1 an	8.8 (Année 2020)	Moyenne triennale de la moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	4.5	Suivi MDDELCC [3]
Gaz									
Azote, dioxyde d'	NO_2	CCME	LCPE	NCQAA	1 heure	112.8 (Année 2020)	Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure	50	Projets nordiques
					1 heure	79 (Année 2025)	Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure	50	Projets nordiques
					1 an	32 (Année 2020)	Moyenne sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes sur une heure	10	Projets nordiques
					1 an	22.6 (Année 2025)	Moyenne sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes sur une heure	10	Projets nordiques
Soufre, dioxyde de	SO_2	CCME	LCPE	NCQAA	1 heure	183.3 (Année 2020)	Moyenne triennale du 99e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure	21	Valeur calculée [4]
					1 heure	170.2 (Année 2025)	Moyenne triennale du 99e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure	21	Valeur calculée [4]
					1 an	13.1 (Année 2020)	Moyenne sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes sur une heure	2	Projets nordiques
					1 an	10.5 (Année 2025)	Moyenne sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes sur une heure	2	Projets nordiques
Composés Organiques Volatils	COV	ACEE	-	Critère interne	1 heure	-	1er maximum des concentrations sur une heure	-	-
					24 heures	-	1er maximum des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures	-	-
					1 an	-	Moyenne annuelle de toutes les concentrations sur une heure	-	-

[1] Valeur établie à partir d'une interpolation linéaire entre les valeurs de PMT et de $PM_{2.5}$.
[2] Concentrations initiales recommandées pour les projets nordiques éloignés d'autres sources; *Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers* (MDDELCC, février 2017)
[3] Valeur établie à partir des mesures à la station Pémonca située en région représentative du site étudié, comparativement aux autres stations disponibles.
[4] Valeur calculée à partir de la concentration initiale 4 minutes de SO_2 à l'aide de l'équation présentée dans la section 4.10.4.

3 SOURCES D'ÉMISSIONS

Dans le cadre d'une étude de dispersion atmosphérique, il est important de définir en premier lieu le ou les scénarios de modélisation. Pour ce faire, les principales sources d'émissions, les substances émises ainsi que les normes et critères en vigueur pour ces différentes substances doivent être identifiées. Plus spécifiquement, les substances considérées et les périodes des normes et critères définies pour celles-ci vont influencer le choix des scénarios de modélisation.

3.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DES OPÉRATIONS

Le Projet comprendra les composantes principales suivantes :

- des installations de procédé (installations de liquéfaction du gaz naturel) comprenant la station d'alimentation en gaz naturel, les équipements de traitement du gaz naturel, deux unités de liquéfaction, trois réservoirs d'entreposage de GNL et les réservoirs de réfrigérants, le système de gestion des gaz d'évaporation et de vaporisation, incluant des torchères, de même que des systèmes utilitaires, tels que des systèmes d'approvisionnement en eau déminéralisée, en azote et en air comprimé, et un réchauffeur d'huiles synthétiques pour les besoins de chauffage du procédé;
- des infrastructures portuaires (« quai d'amarrage »), en rive sud de la rivière Saguenay, comprenant deux jetées et deux quais pour l'accostage des navires-citernes de GNL. Les quais seront aménagés de façon à ce que la profondeur d'eau à la face des quais soit au minimum de 15 m à marée basse pour pouvoir faciliter l'amarrage des navires-citernes. Les jetées et les quais recevront les conduites d'approvisionnement de GNL et les bras de chargement de GNL, et les conduites de retour de vapeurs vers les installations de procédé;
- des infrastructures et des installations de soutien, telles qu'une salle de contrôle et des bâtiments de services, une sous-station électrique, une génératrice d'urgence, des systèmes d'alimentation d'eau, de collecte des matières résiduelles de même que les voies d'accès routiers au site.

3.2 SCÉNARIO

Afin de satisfaire aux exigences du MDDELCC, la modélisation vise à représenter les conditions qui maximiseront l'impact sur la qualité de l'air. Pour ce faire, des « scénarios pires cas » doivent être considérés. Dans le cas où la modélisation de ces scénarios conservateurs respecte les normes de qualité de l'air, il est fort probable que les normes soient respectées en tout temps au cours de la durée de vie d'un projet.

3.2.1 CONFIGURATION DES SCÉNARIOS EN FONCTION DES PÉRIODES

Les substances modélisées possèdent des normes définies sur différentes périodes (4 minutes, 1 heure, 8 heures, 24 heures et 1 an). Dans la mesure du possible, les scénarios modélisés tentent de maximiser les émissions en fonction de ces périodes, pour chacun des types de sources.

De plus, comme les particules possèdent des normes sur une période de 24 heures, un scénario journalier doit être déterminé afin de vérifier la conformité à ces normes. Ainsi, certaines opérations peu fréquentes durant l'année, mais qui peuvent se dérouler simultanément au cours de certaines journées, sont donc considérées actives dans la modélisation.

3.2.2 SCÉNARIO D'OPÉRATION SÉLECTIONNÉ

Dans le cadre de la présente étude, un unique scénario a été modélisé représentant tous les secteurs de l'usine en conditions normales d'opération. Par conséquent, les sources effectives au démarrage ou lors de conditions d'urgence sont exclues de la modélisation. Il s'agit notamment des torchères qui ne seront utilisées qu'en situation d'urgence. Dans le scénario modélisé, elles auront simplement le pilote d'allumé.

Les sources fonctionnent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par année à l'exception de toutes les génératrices d'urgence au diesel qui fonctionnent seulement une heure par jour de façon consécutive pour simuler les conditions de test de maintenance préventive afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Il est important de noter que GNLQ prévoit, en réalité, tester chaque génératrice indépendamment 1 heure par mois seulement. En modélisant chaque génératrice consécutivement 1 heure par jour, seules les concentrations 24 heures et annuelles (pour comparaison avec les normes et critères 24 heures et annuels respectivement) sont surestimées.

Enfin, la présence de deux bateaux au quai a été considérée sur une période de 24 heures. Davantage de détails sont fournis dans les sections suivantes.

Les horaires d'activités des sources considérées pour le scénario standard « pire 24 heures » sont présentés au tableau A 1.

3.3 CARACTÉRISATION DES SOURCES D'ÉMISSIONS

Les sections suivantes présentent la description et les caractéristiques des sources d'émissions considérées dans cette étude. La description des sources utilisées dans le modèle sont fournies sous forme de tableaux à l'annexe A afin de simplifier la lecture de la présente section. Le choix des sources modélisées a été effectué selon les informations fournies par GNLQ.

Les sources d'émissions modélisées sont localisées à la carte 3.

3.4 USINE

Les installations de l'usine de GNLQ comprennent plusieurs sources d'émissions ponctuelles verticales. Les sources ponctuelles liées aux différents procédés de liquéfaction du gaz naturel sont listées dans les sous-sections suivantes.

Les paramètres physiques des sources ponctuelles de l'usine et leurs taux d'émission sont présentés respectivement aux tableaux A 2 et A 3.

3.4.1 LES TORCHÈRES

Les systèmes de torchères sont destinés à la collecte et l'élimination des gaz dans les situations suivantes :

- lors du démarrage initial du site;
- lors d'un arrêt prévu du site pour les opérations de maintenance (dépressurisation du site);
- lors d'un arrêt d'urgence du site, soit partiel ou complet (dépressuriser les équipements);
- pour réduire la pression en cas de défaillance du système de protection des surpressions;
- en cas de défaillance des compresseurs des gaz d'évaporation (utilisation de la torchère marine).

En fonctionnement normal, il n'y a pas de gaz envoyé dans les systèmes de torchères.

Il y aura trois systèmes distincts installés pour le Projet :

- un système de torchère chaude pour les rejets chauds et humides de l'aire de procédé [**FLAR1**];
- un système de torchère froide pour les rejets cryogéniques de l'aire de procédé [**FLAR2**];
- un système de torchère marine froide à basse pression, plus petite, utilisée uniquement à l'arrivée à quai des navires-citernes pendant le refroidissement des cuves [**FLAR3**].

Les taux d'émissions des torchères ont été fournis par GNLQ alors que les paramètres physiques des torchères ont été calculés à l'aide de la procédure présentée dans le document *British Columbia Air Quality Dispersion Modelling Guideline* (BC Ministry of Environment, Novembre 2015). En effet, les paramètres physiques réels des torchères servent d'intrants à des calculs de pseudo-paramètres physiques permettant une meilleure représentation du phénomène de torchère dans un modèle numérique.

Ainsi, les calculs suivants ont été effectués :

$$He = Hs + (4.56\times10^{-3}) * Q^{0.478}$$

$$De = 0.0122 \times ((Ts\times Q\times(1-F)) / (g\times(Ts-Ta)\times V))^{0.5}$$

où

He = hauteur de sortie équivalente (m)

De = diamètre de sortie équivalent (m)

Hs = hauteur réelle (m)

g = accélération due à la gravité = 9.81 m/s^2

Q = *total heat release* (cal/s)

F = *radiative heat loss fraction* (%) – 55 %

Vs = vitesse de sortie équivalente (m/s) = 20 m/s

Ts = température de sortie équivalente (K) = 1273 K

Ta = température ambiante (K)

Les torchères de procédé seront en fonction uniquement en situation de maintenance ou d'urgence. Toutefois, lorsque ces situations ne sont pas rencontrées, les pilotes de chacune des torchères brûleront de manière continue. Dans le scénario de modélisation retenu, les pilotes des torchères sont donc considérés actifs 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, 365 jours par année.

3.4.2 GÉNÉRATRICES AU DIESEL

Un total de sept génératrices au diesel a été considéré dans le scénario de modélisation. Ces génératrices sont réparties sur le site et ne sont utilisées qu'en situation d'urgence. Dans les conditions normales d'opérations, ces génératrices sont testées une fois par mois afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Dans le scénario modélisé, les sept génératrices sont activées 1 h par jour consécutivement, 7 jours sur 7 et 365 jours par année. Il en résulte à une surestimation des émissions pour les périodes 24 heures et annuelle puisque les tests prévus indiquent qu'une seule génératrice sera testée par jour et non les sept. Le scénario considéré est un scénario pire cas 24 heures, mais non envisagé dans la réalité opérationnelle de GLNQ.

Tous les paramètres physiques de ces génératrices ont été fournis par GNLQ. Les sources sont les suivantes :

- une génératrice au diesel sous-station bâtiments – 500 kW [**DIES1**];
- une génératrice au diesel sous-station pour les services auxiliaires – 750 kW [**DIES2**];
- une génératrice au diesel sous-station réservoirs de GNL – 750 kW [**DIES3**];
- une génératrice au diesel sous-station salle de contrôle des opérations marines – 320 kW [**DIES4**];
- une pompe à eau au diesel pour protection incendie – 204 kW [**DIES5**];
- une génératrice au diesel sous-station principale – 320 kW [**DIES6**];
- un moteur au diesel bâtiment d'air comprimé – 250 kW [**DIES7**];
- une génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction – 500 kW [**TRA1D** et **TRA2D**];
- une génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction – 1600 kW [**TRA1E** et **TRA2E**].

Les facteurs d'émissions (g/hp.hr) ont été estimés suivant la méthode proposée dans le document *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling Compression-Ignition* (US-EPA, juillet 2010). Les taux d'émissions des sources rejetant des gaz d'échappement ont ensuite été calculés en considérant la puissance du moteur (hp) et le facteur de chargement en fonction du type d'équipement. Pour la présente étude, la teneur en soufre dans le diesel a été fixée à 15 ppm, soit la limite prescrite par le *Règlement sur le soufre dans le carburant diesel* (Environnement Canada, 2013) pour les carburants diesel pour les moteurs hors route. Il est important de préciser que suivant la méthode utilisée, le diamètre de toutes les particules émises par les systèmes d'échappement est assumé inférieur à 10 microns (PM_{10}), de sorte que les taux d'émissions pour les PMT et les PM_{10} sont égaux. De plus, la fraction de particules fines ($PM_{2,5}$) sur l'ensemble des particules émises est estimée à 97 %.

Finalement, puisque l'âge spécifique des équipements est inconnu, l'augmentation des émissions due à la dégradation des moteurs a été maximisée afin de considérer le scénario « pire cas ». Ainsi, bien que l'âge des équipements évolue dans le temps, les taux d'émissions calculés demeurent constants dans le temps.

3.4.3 UNITÉS DE LIQUÉFACTION

L'usine de liquéfaction possède deux unités de liquéfaction identiques. Les sources d'émissions sont identiques pour ces deux unités :

- un système de chauffage – gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h [**TRA1A** et **TRA2A**];
- un oxydateur thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) (AGRU) – 56.9 MMBtu/h [**TRA1B** et **TRA2B**];
- un système de chauffage à huile synthétique – 172.6 MMBtu/h [**TRA1C** et **TRA2C**].

Tous les paramètres physiques des sources des unités de liquéfaction 1 et 2 ont été fournis par GNLQ. Concernant les taux d'émission, deux références ont été considérées :

- pour les systèmes de chauffage et l'oxydateur thermique, les facteurs d'émissions proposés à la section 1.4 *Natural Gas Combustion* de l'AP-42 ont été utilisés, à l'exception du SO_2 dont le taux a été déterminé par GNLQ à l'aide d'un bilan de masse;
- pour les génératrices au diesel, les mêmes facteurs d'émissions que ceux présentés à la section précédente (3.4.2) ont été utilisés.

3.5 FUITES

Afin de modéliser les microfuites provenant des équipements de procédé de l'usine (valves, pompes, etc.), une source fugitive [**FUG1**] a été ajoutée au-dessus des unités de liquéfaction 1 et 2. Cette source est présentée sous forme de carré de 400 m de côté dont les paramètres physiques ont été calculés des façons suivantes :

- le centre de la source est le centroïde du secteur des unités de liquéfaction 1 et 2 de l'usine;
- l'élévation de la source fugitive correspond à l'élévation des bâtiments de ce même secteur;
- la hauteur moyenne de la source est la hauteur du plus haut bâtiment des unités de liquéfaction 1 et 2.

Les taux d'émissions ont quant à eux été fournis par GNLQ. Ils ont été déterminés par composante (vannes, pompes, etc.) à partir des facteurs du TCEQ[5] de chaque catégorie.

Les paramètres physiques de la source fugitive associée aux fuites des équipements de procédés sont présentés au tableau A 4, alors que les taux d'émission sont fournis au tableau A 5.

3.6 GAZ D'ÉCHAPPEMENT DES BATEAUX

Les émissions des navires-citernes servant au transport du GNL ont également été modélisées. Il a été considéré que ces derniers sont équipés d'une génératrice auxiliaire et de bouilloires. Les émissions de la génératrice auxiliaire dépendent de la puissance d'utilisation du moteur, alors que les émissions des bouilloires dépendent de leur consommation en carburant.

Dans le scénario modélisé, deux bateaux sont à quai avec chacun une génératrice auxiliaire au diesel, en fonctionnement 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par année. Les émissions de ces génératrices sont donc surestimées pour les normes annuelles puisqu'un maximum de 200 bateaux est attendu au port chaque année. Chaque bateau sera présent environ 24 heures sur le site; incluant la manœuvre l'accostage, la connexion, le refroidissement, le remplissage, etc.

Les informations techniques utilisées pour estimer ces émissions sont basées sur deux références principales, soit un inventaire des émissions de navire réalisé par *The Chamber of Shipping* en Colombie-Britannique (COS, 2007) et un inventaire national des émissions de navire pour le Canada réalisé par SNC-Lavalin Environment (SNC, 2012). En particulier, cette dernière référence présente un outil d'inventaire des émissions marines nationales pour l'année 2010 (*Marine Emission Inventory Tool*, MEIT 2010) préparé pour Environnement Canada. Pour un navire amarré, la puissance d'utilisation effective de la génératrice auxiliaire est estimée à 405 kW (COS, 2007; tableau 8), alors que la consommation des bouilloires est estimée à 0,08 tonne/heure (SNC, 2012; tableau A 7). Les taux d'émissions ont été déterminés à partir de la méthode du MEIT 2010.

Puisque ces sources sont considérées comme localisées, la modélisation de ces émissions est effectuée à l'aide de deux sources ponctuelles verticales (une pour chaque navire-citerne). Pour chacune des sources ponctuelles, les émissions de la génératrice et des bouilloires ont été combinées. Pour les émissions de NO_2, les émissions limites permises par la norme *Tier 3* de l'International Maritime Organization (IMO) ont été considérées, celles-ci étant en vigueur à partir de 2016. Également, une teneur en soufre de 0,1 %, limite permise dans les combustibles marins, a été utilisée pour le calcul des émissions de SO_2 des navires de transport.

[5] http://www.tceq.texas.gov/assets/public/permitting/air/Guidance/NewSourceReview/emiss_calc_eqfug.pdf
http://www.tceq.texas.gov/assets/public/permitting/air/Guidance/NewSourceReview/fac_specific.pdf

Les paramètres physiques sont quant à eux basés sur ceux d'une génératrice d'environ 780 hp puisqu'aucune information n'est disponible concernant les génératrices auxiliaires des bateaux.

Les paramètres physiques et taux d'émissions des génératrices auxiliaires des bateaux sont présentés respectivement aux tableaux A 6 et A 7. Prendre note qu'aucun taux par COV individuel n'est fourni par la méthode utilisée. Par conséquent, seulement le taux des COV totaux a été considéré pour les sources des navires-citernes.

3.7 AUTRES SOURCES

Les sources d'émissions occasionnelles ou présentant une contribution marginale aux émissions totales n'ont pas été prises en compte pour la modélisation de la dispersion atmosphérique, par exemple les déplacements pour la manutention de faibles volumes (camionnette, etc.).

4 MÉTHODOLOGIE

4.1 CHOIX DU MODÈLE DE DISPERSION

La modélisation de la dispersion atmosphérique vise à évaluer quantitativement et spatialement l'ampleur des rejets dans l'air ambiant émis par le site de GNLQ, sur la base d'un exercice mathématique (modèle numérique), et ainsi vérifier la conformité des concentrations modélisées avec les réglementations québécoise et fédérale applicables.

L'approche retenue par la Direction du suivi de l'état de l'environnement du MDDELCC pour la modélisation de la dispersion atmosphérique est basée sur l'utilisation du logiciel météorologique diagnostique AERMET (version 18081) et du modèle de dispersion AERMOD (version 18081).

4.2 DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION AERMOD

Le programme AERMOD permet de réaliser des études de 2e niveau (MDDEP, 2005). Ce type d'étude est exigé lorsque l'une des conditions suivantes est rencontrée :

- projet situé dans un parc industriel;
- présence de sources émettrices multiples;
- somme des concentrations simulées et ambiantes (bruit de fond) égale ou supérieure à 80 % de la norme applicable;
- projet situé en bordure d'un plan d'eau;
- sources émettant des polluants toxiques ou dangereux.

Le programme AERMOD est un modèle gaussien de dispersion permettant de calculer les concentrations de composés gazeux ou de matières particulaires résultant des émissions de sources ponctuelle, surfacique ou volumique en milieu urbain ou rural. Le programme comporte les caractéristiques suivantes :

- utilisation de données météorologiques horaires;
- création de profils de température, de vent et de turbulence afin de déterminer une hauteur de mélange mécanique et convective;
- fonction de distribution des probabilités s'adaptant aux conditions de stabilité de l'atmosphère (gaussienne ou non);
- intégration de caractéristiques de surface du terrain telles que la rugosité, l'albédo et le ratio de Bowen;
- grille de points-calcul (récepteurs) flexible;
- incorporation de termes d'ajustement permettant de tenir compte des propriétés physico-chimiques pouvant affecter le comportement de certains composés.

Le programme utilise des données météorologiques horaires afin d'estimer les concentrations de particules ou substances gazeuses dans l'air ambiant à différents points-calcul pour différentes périodes (ex. : horaire, 8 heures, 24 heures, annuelle, etc.). Il intègre également le module BPIP-PRIME (Building Profile Input Program) permettant de tenir compte de l'effet de sillage (turbulence) induit par la présence de bâtiments. Cette option est particulièrement importante dans le cas où des édifices susceptibles de modifier l'écoulement de l'air se retrouvent à proximité des sources d'émissions ponctuelles.

4.3 SYSTÈME DE COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Toutes les coordonnées géographiques mentionnées dans ce rapport sont données dans la projection universelle transverse de Mercator[6] (UTM) avec le système de référence[7] *North American Datum 1983* (NAD83); ou plus simplement **UTM19 NAD83**.

4.4 DOMAINE DE MODÉLISATION

Le domaine de modélisation détermine les limites géographiques de la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Dans le cadre de la présente étude, le domaine de modélisation est situé dans la zone UTM 19 de l'hémisphère nord et s'étend de part et d'autre des futures installations de GNLQ sur une distance de 10 km sur 10 km. Le coin sud-ouest du domaine est situé au point X = 366196 m; Y = 5361565 m (UTM19 NAD83). Il couvre une superficie suffisante afin d'inclure l'ensemble des premières zones d'utilisation du territoire susceptibles d'être exposées aux émissions atmosphériques. Le domaine est présenté à la carte 2.

4.5 TOPOGRAPHIE

La topographie du terrain à l'intérieur du domaine de modélisation est prise en considération par le modèle de dispersion AERMOD. En effet, cette dernière est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur AERMAP.

Les données topographiques proviennent du site internet Énergie et Ressources naturelles du Québec[8] et ont été générées à l'aide du modèle numérique d'altitude (MNA). La topographie dans le domaine de modélisation est présentée à la carte 4.

Le MNA offre une représentation numérique du relief d'un territoire généré à partir de données altimétriques (altitude) et planimétriques (rectangulaires ou géographiques). Produit par la Direction de la cartographie topographique du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), il s'adresse aux intervenants des domaines public et privé impliqués dans la gestion du territoire. Ce modèle, lorsqu'intégré à un système d'information géographique, permet la mise en place de multiples fonctions d'analyse spatiale (risques naturels, analyse du paysage, implantation d'infrastructures, etc.). Le MNA est obtenu à la suite d'un traitement des données hypsométriques de la Base de données topographiques du Québec à l'échelle de 1/20000 (BDTQ 20k). Ce traitement consiste à créer un réseau de triangles irréguliers (TIN) en reliant entre eux des points dont l'altitude est connue. Ensuite, l'interpolation de nouvelles valeurs d'altitude entre ces points est réalisée selon une grille régulière. La précision attendue par rapport à la réalité oscille autour de 10 m pour la zone située au sud du 49e parallèle. Au nord de cette zone, la précision peut varier entre 10 et 20 m. Le MNA standard fournit des valeurs d'altitude qui reposent sur un quadrillage de 0,324 seconde d'arc en coordonnées géographiques, ce qui correspond à une résolution d'environ 10 m sur le terrain[9].

[6] https://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geographie/information-topographique/cartes/9780
[7] https://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geographie/information-topographique/cartes/17109
[8] http://geoboutique.mern.gouv.qc.ca
[9] https://mern.gouv.qc.ca/publications/territoire/expertise/13_MNA20k.pdf

4.6 PRÉPARATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

L'échantillon météorologique utilisé pour la modélisation AERMOD (v18081) a été préparé à l'aide du module AERMET (v18081) de l'U.S. EPA (Environmental Protection Agency). Le module AERMET permet de créer un format de fichier météorologique horaire compatible avec l'exécution du programme AERMOD en combinant les données météorologiques de surface et les données prises en altitude.

4.6.1 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES DE SURFACE ET COUVERTURE NUAGEUSE

Conformément aux demandes du MDDELCC dans le cadre d'une modélisation de la dispersion atmosphérique de 2e niveau (MDDEP, 2005), un échantillon météorologique couvrant les cinq années les plus récentes et représentatif de la région a été considéré.

Les données météorologiques de surface utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de la station météorologique d'Environnement Canada de l'aéroport de Bagotville (YBG, WMO 71727), située à environ 12,7 km au sud-ouest des futures installations de GNLQ (carte 1).

À la suite de l'analyse des données disponibles les plus récentes, les années météorologiques de 2013, 2014, 2015, 2016 et 2017 ont été sélectionnées.

4.6.2 TURBULENCE DE LA COUCHE LIMITE PLANÉTAIRE

Les paramètres de turbulence de la couche limite planétaire sont calculés par le module AERMET à partir du rayonnement net durant les conditions de couche limite convective (généralement le jour) et de la couverture nuageuse durant les conditions de couche limite stable (généralement la nuit) (US EPA, 2016). Dans le cadre de la présente étude, les données horaires de rayonnement net et de couverture nuageuse utilisées proviennent des analyses MERRA-2 (*Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2*). MERRA-2 est un système d'analyse atmosphérique globale qui assimile plusieurs observations météorologiques et particulièrement les observations satellitaires du rayonnement et de la couverture nuageuse. Ces données horaires sont produites par la NASA et sont disponibles sur une grille horizontale d'une maille d'environ 50 km. Cette approche offre un échantillon de données complet sur les cinq années retenues ainsi qu'une bonne représentativité du site à l'étude. Pour la présente étude, les données ont été extraites au point de grille le plus proche de la station de l'aéroport de Bagotville.

4.6.3 DONNÉES AÉROLOGIQUES

Les données aérologiques sont extraites et converties au format FSL par WSP à partir des réanalyses météorologiques ERA5 du centre ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*). Les réanalyses ERA5 sont une représentation en 3D des conditions atmosphériques sur une grille d'une maille de 35 km environ et avec une fréquence temporelle de 1 heure.

Les variables météorologiques en altitude ayant été considérées pour la modélisation sont l'élévation à partir du sol, la pression atmosphérique et la température au point de grille le plus proche de la station de l'aéroport de Bagotville.

L'option UASELECT du module AERMET est activée pour traiter les données aérologiques horaires, et choisir le profile verticale optimale suivant l'heure locale du lever du soleil.

4.6.4 CLASSIFICATION DU TERRITOIRE ET PARAMÈTRES D'UTILISATION DU SOL

Le module AERMET utilise trois paramètres d'entrée liés aux caractéristiques du sol : le ratio de Bowen, l'albédo et la rugosité. Le ratio de Bowen est une mesure de l'humidité disponible pour l'évaporation, alors que l'albédo représente la portion de luminosité qui est reflétée du sol. La rugosité du sol est associée au frottement et à la variation, à petite échelle, du relief du terrain.

Comme recommandé dans le guide d'implémentation d'AERMOD (US EPA, 2009), l'évaluation de la rugosité est basée sur une moyenne géométrique pondérée par l'inverse de la distance, et ce, pour une zone de 1 km de rayon, définie autour du site de mesure. Cette zone est découpée en plusieurs secteurs dont la largeur n'est pas inférieure à 30 degrés. La rugosité varie donc d'un secteur à un autre pour tenir compte des variations de la couverture terrestre. L'évaluation du ratio de Bowen et de l'albédo est effectuée sur un domaine de 10 km sur 10 km centré sur le site de mesure. Une moyenne géométrique non pondérée (indépendante de la direction ou de la distance) est utilisée pour le ratio de Bowen alors qu'une moyenne arithmétique est utilisée pour l'albédo. Pour chacune des saisons et chacun des types de couverture, les valeurs de rugosité, d'albédo et de ratio de Bowen sont tirées du guide de AERSURFACE (US EPA, 2008/Revised 01/16/2013).

Pour cette étude, quatre saisons ont été considérées pour l'évaluation des caractéristiques de surface soit l'hiver (décembre à mars inclusivement), le printemps (avril et mai), l'été (juin à septembre inclusivement) et l'automne tardif (octobre et novembre).

Le tableau 3 présente les paramètres d'utilisation du sol autour de la station météorologique de l'aéroport de Bagotville. Enfin, les catégories d'utilisation du sol dans un rayon d'un kilomètre autour de cette même station sont présentées à la carte 5.

Tableau 3 Paramètres d'utilisation du sol autour de la station de l'aéroport de Bagotville

Saison	Albédo	Bowen	Rugosité (M) par secteur				
			A	B	C	D	E
			285 ° – 18 °	18 ° – 87 °	87 ° – 144 °	144 ° – 249 °	249 ° – 285 °
Été (juin, juillet, août, septembre)	0.166	0.473	0.393	0.063	0.028	0.197	0.026
Automne tardif (octobre, novembre)	0.163	0.867	0.263	0.042	0.017	0.129	0.015
Hiver (décembre, janvier, février, mars)	0.502	0.500	0.210	0.028	0.010	0.100	0.009
Printemps (avril, mai)	0.148	0.545	0.339	0.053	0.023	0.164	0.021

4.6.5 CONFIGURATION D'AERMET

L'ensemble des paramètres par défaut du modèle AERMET sont utilisés. Depuis la version 16216 d'AERMET, l'option du modèle ADJ_U* n'est plus une option bêta et a donc été intégrée dans la présente étude. Cette option ajuste vitesse de friction de surface (u*) lors de faibles vents sous les conditions stables.

4.6.6 ÉCHANTILLON MÉTÉOROLOGIQUE

Les données météorologiques de surface nécessaire à la modélisation AERMOD sont la vitesse et la direction du vent, la température et la pression de surface.

À la suite de l'analyse des données des cinq années météorologiques considérées, les tendances montrent que les vents dominants soufflent majoritairement en provenance de l'ouest et de l'est avec une vitesse moyenne du vent de 4.18 m/s. Enfin, le pourcentage moyen de vent calme pour les cinq années considérées est de 5.87 %.

Le tableau 4 présente le nombre de données météorologiques manquantes par année. Enfin, les roses des vents sont présentées à la figure 1.

Tableau 4 Données météorologiques de surface manquantes par année

Bagotville A (YBG) – Environnement Canada – Données manquantes par année					
Paramètres	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Vitesse du vent	0	0	6	3	87
Direction du vent	0	0	6	3	87
Température (dry)	0	0	6	3	87
Pression	0	1	6	3	87
% total de données manquantes	0.000	0.003	0.068	0.034	0.993

4.7 RÉCEPTEURS

Le positionnement des récepteurs a été fait dans un système de coordonnées géographiques réelles (UTM19 NAD83) et leur élévation a été établie en tenant compte de la topographie du terrain. Trois catégories de récepteurs sont considérées dans cette étude, soit la grille de récepteurs, les récepteurs de la limite d'application et les récepteurs sensibles. Ceux-ci sont décrits dans les sous-sections suivantes.

4.7.1 GRILLE DE RÉCEPTEURS

La grille de récepteurs est constituée de 3255 points de calculs (récepteurs) répartis dans le domaine de modélisation et dont la résolution varie en fonction des secteurs. En effet, en ce qui concerne des secteurs terrestres, la résolution varie de 100 m à 200 m alors qu'au-dessus de l'eau, la résolution est de 400 m. La densité de la grille de récepteurs utilisée permet alors de générer suffisamment de valeurs modélisées de manière à obtenir une bonne représentativité des concentrations estimées (répartition spatiale) dans l'air ambiant.

La grille de récepteurs est présentée à la carte 6.

4.7.2 RÉCEPTEURS SUR LA LIMITE D'APPLICATION

Des récepteurs espacés de 50 m ont été positionnés sur la limite industrielle qui accueillera les installations de GNLQ. Ainsi, 392 récepteurs sont ajoutés au modèle. De plus, une zone tampon de 300 m au-dessus de l'eau de la rivière Saguenay a été considérée puisque des bateaux viendront accoster au site de GNL et que les sources d'émission de ces bateaux ont été considérées dans la présente étude. Ainsi, 108 récepteurs sont ajoutés au modèle pour considérer cette limite de 300 m.

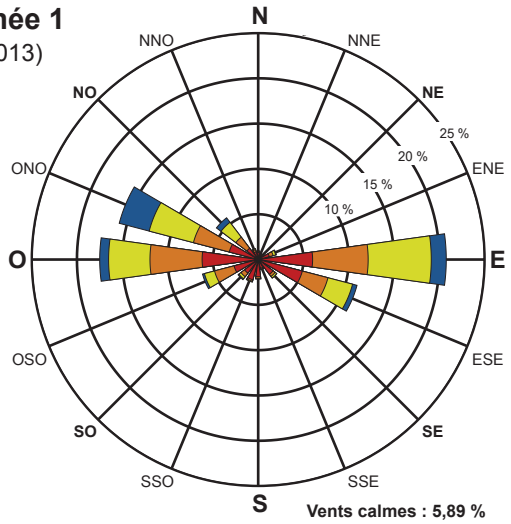
Les récepteurs de la limite d'application sont présentés à la carte 6.

4.7.3 RÉCEPTEURS SENSIBLES

La présence de certains milieux sensibles dans le domaine de modélisation implique l'ajout de récepteurs spécifiques appelés « récepteurs sensibles spécialisés ». En raison de leur nature, ces milieux sensibles se voient accorder une attention particulière : écoles, garderies, centres de la petite enfance, résidences pour personnes âgées ou encore centres de santé et hospitaliers. À ceux-ci s'ajoutent des « récepteurs sensibles résidentiels » représentant plus particulièrement les résidences habitées les plus proches du site. Pour cette étude, 71 récepteurs sensibles résidentiels ont été identifiés dans le domaine de modélisation. En revanche, aucun récepteur sensible spécialisé ne s'y trouve.

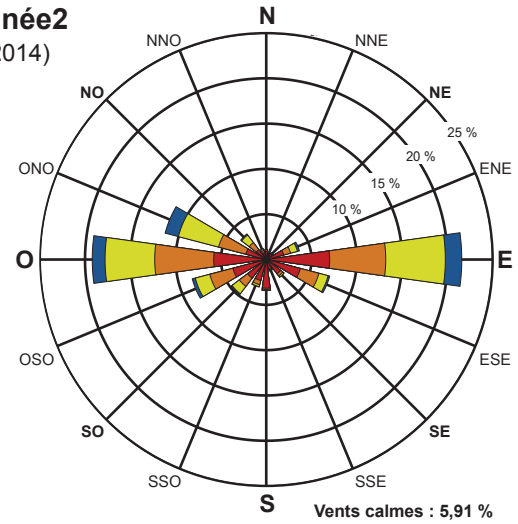
Les récepteurs sensibles sont présentés à la carte 7.

Année 1
(2013)



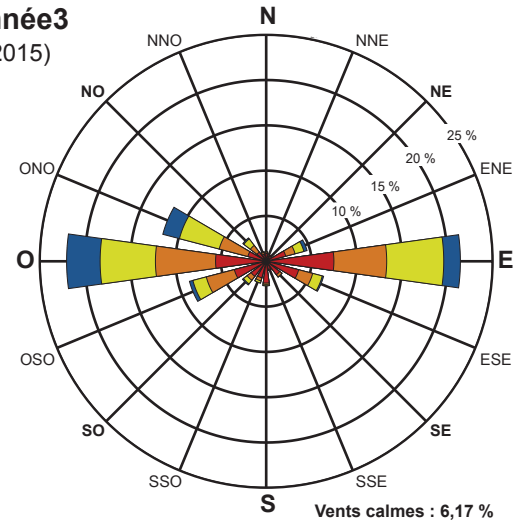
Vents calmes : 5,89 %
Vitesse moyenne : 4,23 m/s

Année2
(2014)



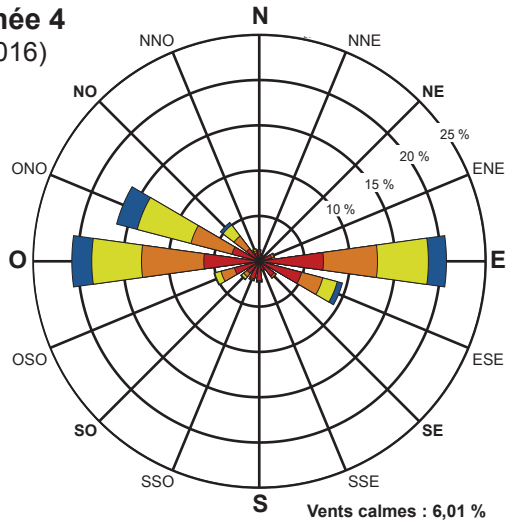
Vents calmes : 5,91 %
Vitesse moyenne : 4,00 m/s

Année3
(2015)



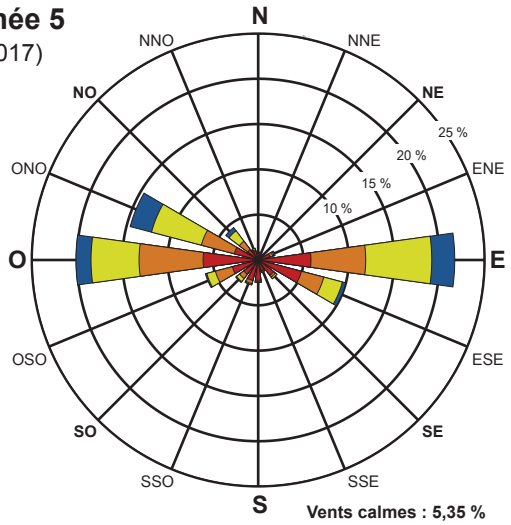
Vents calmes : 6,17 %
Vitesse moyenne : 4,24 m/s

Année 4
(2016)



Vents calmes : 6,01 %
Vitesse moyenne : 4,14 m/s

Année 5
(2017)



Vents calmes : 5,35 %
Vitesse moyenne : 4,28 m/s

Vitesse des vents

	> à 8,5 m/s
	5,4 à 8,5 m/s
	3,3 à 5,4 m/s
	0,8 à 3,3 m/s

Note :
Diagramme de la fréquence de provenance du vent, par exemple, le vent souffle du nord 6,5 % du temps.

GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Figure 1
Roses des vents

Source : Données AERMET v18081 (.SFC) d'après la station météorologique de l'aéroport de Bagotville (YBG, 7060400) d'Environnement Canada.

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_f2_wspT001_roses_181023.ai

4.7.4 RÉCEPTEURS DU DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES

Les récepteurs du domaine d'application sont les récepteurs de la grille (section 4.7.1) situés à l'extérieur de la limite d'application, ceux situés sur cette même limite (section 4.7.2) et les récepteurs sensibles (section 4.7.3). Les autres récepteurs, soit les récepteurs de la grille à l'intérieur de la limite d'application n'ont quant à eux pas été pris en compte pour évaluer la conformité des concentrations modélisées aux normes et critères de qualité de l'air.

Les récepteurs sensibles sont considérés en tout temps pour l'évaluation de la conformité, qu'ils soient ou non à l'intérieur de cette limite.

4.8 EFFETS DES BÂTIMENTS

Lorsque certaines sources ponctuelles se situent à proximité de bâtiments, l'effet de rabattement du panache de dispersion est calculé. Pour ce faire, le programme « Building Profile Input Program » (BPIP) a été utilisé afin de déterminer l'effet des bâtiments. Les résultats du calcul sont fournis comme données d'entrées au modèle AERMOD qui applique les corrections requises pour l'estimation des concentrations dans l'air ambiant à l'aide du module PRIME.

Afin de calculer l'effet de rabattement du panache, les infrastructures de l'usine ont été tracées. Les coordonnées géographiques, l'élévation des bâtiments et la position des sources d'émissions ont été déterminées à partir des plans techniques fournis par GNLQ.

La carte 8 présente plusieurs vues en 3D des bâtiments modélisés.

4.9 CONFIGURATION D'AERMOD

Toutes les autres options par défaut du modèle AERMOD ont été considérées pour son exécution en conformité avec les exigences indiquées dans le guide de modélisation du MDDELCC.

De plus, le mode « RURAL » a été utilisé dans la modélisation puisque celui-ci est défini par défaut dans AERMOD. Comme présenté au tableau 5, moins de 50 % de l'utilisation du sol est de type industriel, commercial et résidentiel dense dans un rayon de 3 km de l'usine. Enfin, la densité de population est inférieure à 750 ha/km^2 dans ce même rayon.

Tableau 5 Utilisation du sol dans un rayon de 3 km autour du site de GNL

Code	Description	Fraction (%)
11	Eau	32.8
31 b	Sol rocheux/sableux/argileux (région non aride)	0.9
41	Forêt de feuillus	6.4
42	Forêt de conifères	15.4
43	Forêt mixte	18.2
51 b	Fruticées (arbustes) – région non aride	22.5
91	Zones humides boisées	0.6
92	Herbacées en milieu humide	3.2

4.10 MÉTHODES SPÉCIFIQUES

Cette section décrit les méthodologies spécifiques adoptées pour la modélisation de certains contaminants.

4.10.1 ESTIMATION DE LA DÉPOSITION DES MATIÈRES PARTICULAIRES

Le phénomène de déposition des particules n'est pas considéré dans cette étude.

4.10.2 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE NO_2

Concernant l'estimation des concentrations de NO_2 dans l'air ambiant, la méthode OLM (Ozone Limiting Method) a été appliquée. Cette méthode permet de calculer la conversion du NO en NO_2, en fonction du ratio NO_2/NO_X à la source et de l'ozone disponible dans l'air ambiant. Pour ce faire, des concentrations d'ozone représentatives de la région ont été fournies par le MDDELCC pour un projet industriel voisin du futur site de GLNQ et sont présentées au tableau 6. Un ratio à la source de NO_2/NO_X (in-stack ratio) de 20 % pour toutes les périodes a été utilisé.

Tableau 6 Concentrations initiales d'ozone considérées pour la méthode OLM

Périodes	Concentrations (ppb)	Concentrations ($\mu g/m^3$)
O3 – 1 heure	80	157
O3 – 24 heures	60	118
O3 – 1 an	25	49

4.10.3 ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS

Les taux d'émission des COV totaux pour chacune des sources d'émissions de l'usine étant connus, GNL a fourni les compositions des gaz permettant de caractériser plus précisément les COV considérés dans la modélisation. Ainsi, il est possible de déduire un taux d'émission spécifique pour chacun des COV.

La composition des gaz pour les oxydateurs thermiques (AGRU) est présentée au tableau 7. De cette composition est généré un ensemble de facteurs multiplicatifs (tableau 8) utilisés pour le calcul des taux d'émissions de certains COV pour les oxydateurs thermiques. La composition des gaz pour les autres sources des trains (sauf les génératrices au diesel) est présentée au tableau 9.

Tableau 7 Composition des gaz pour les oxydateurs thermiques (AGRU)

Composé	% Mole		Composé	% Mole
CO_2	99.6145		**n-Butane**	0
Helium	0		**i-Pentane**	0
Hydrogen	0		**n-Pentane**	0
Oxygen	0		**C6+**	0
Nitrogen	0.001		**BTEX**	0
Methane	0.3574		**Sulfur Species**	0.0216
Ethane	0.0052		H_2O	0
Propane	0.0002		**Ethylene**	0
i-Butane	0		Active Solvent	0

Note : les composés en gris ne sont pas considérés dans cette étude.

Tableau 8 Facteur multiplicatif pour le calcul des taux d'émissions de certains COV pour l'oxydateur thermique (AGRU)

Composé	Facteur	Composé	Facteur
Methane	0.98511577	**i-Pentane**	0
Ethane	0.01433297	**n-Pentane**	0
Propane	0.00055127	**C6+**	0
i-Butane	0	**BTEX**	0
n-Butane	0	**Ethylene**	0

Tableau 9 Composition des gaz pour les systèmes de chauffage

Composé	% Mole
Propane	0.80799421
i-Butane	0.08985669
n-Butane	0.09981939
i-Pentane	0.00080405
n-Pentane	0.00040671
C6+	0.00103415
BTEX	0.0000848

Prendre note que *BTEX* est un regroupement de COV composé de benzène, toluène, éthylbenzène et xylène. Ne possédant aucune information sur les ratios de ces composés, le pourcentage de *BTEX* total est considéré pour chacun des composés individuellement.

De plus, les composants gazeux sont séparés et mesurés individuellement par chromatographe en phase gazeuse pour les composants de faible poids moléculaire, du méthane (C1) au pentane (C5). Pour les composés de masse moléculaire élevée (heptane, octane, etc.), le terme C6+ est utilisé.

Enfin, bien que la présence de composés sulfurés soit spécifiée pour les gaz des oxydateurs thermiques, l'efficacité de destruction de ces composés permet de supprimer entièrement ces composés et donc, d'annuler entièrement les émissions de H_2S aux oxydateurs thermiques, selon l'ingénierie de GNLQ (tableau 10).

Tableau 10 Conversion des composés sulfurés en SO_2 à l'oxydateur thermique (AGRU)

Composé sulfuré dans les gaz de procédé	Conversion en SO_2
H_2S	100 %
COS	100 %
Methyl Mercaptan	80 %
Ethyl Mercaptan	60 %
Propyl Mercaptan	40 %
Butyl Mercaptan	40 %
Methyl Ethyl Sulfide	40 %

4.10.4 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS POUR LES PÉRIODES INFÉRIEURES À 1 HEURE

Bien que le pas de temps du modèle de dispersion soit de 1 heure, des normes et critères sont définis sur des périodes plus courtes pour certains contaminants. Lorsqu'une telle valeur seuil est établie, l'annexe H du RAA prescrit l'utilisation de la formule suivante afin d'estimer la concentration sur la période désirée en fonction de la concentration horaire modélisée :

$$C(T) = C_{MAX\text{-}H} \times 0.97\ T^{-0.25}$$

où T est la période exprimée en heure et $C_{MAX\text{-}H}$ est la concentration horaire maximale modélisée.

Ainsi, cette équation est utilisée dans la présente étude afin d'estimer les concentrations 4 minutes de dioxyde de soufre (SO_2) et d'en permettre la comparaison avec les normes associées. Dans le cas présent, les concentrations modélisées sont alors majorées par un facteur d'environ 1.91.

5 RÉSULTATS

Les sections qui suivent présentent les résultats obtenus de la modélisation réalisée pour le scénario retenu. Les concentrations modélisées des composés particulaires et gazeux dans l'atmosphère sont additionnées aux concentrations initiales applicables considérées dans le secteur et comparées aux normes en vigueur et aux critères du MDDELCC. Il est important de prendre note que **les concentrations présentées dans cette section ne représentent pas des concentrations réelles mesurées**, mais plutôt des concentrations obtenues à la suite de la simulation, à l'aide d'un modèle numérique, des activités futures envisagées par GNLQ sur leur site.

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux :

- Tableau 11 : Résultats de la modélisation dans le domaine d'application des normes et critères – MDDELCC;
- Tableau 12 : Résultats de la modélisation dans le domaine d'application des normes et critères – CCME;
- Tableau 13 : Résultats de la modélisation aux récepteurs sensibles – MDDELCC;
- Tableau 14 : Résultats de la modélisation aux récepteurs sensibles – CCME.

Les résultats sont aussi présentés sous forme de courbes d'isoconcentrations sur les cartes présentées à la fin du document. Les données chiffrées apparaissant sur ces cartes correspondent à la contribution des opérations de GNLQ seulement. La couleur des courbes indique si les concentrations totales, incluant les concentrations initiales, dépassent ou non les normes et critères de qualité de l'atmosphère. Les courbes présentées illustrent la concentration maximale calculée à chaque récepteur pour la période et l'ensemble des années météorologiques modélisés. Ainsi, il faut noter que ces maximums ne se produisent pas nécessairement au cours de la même heure, de la même journée ou de la même année, et ce, pour chacun des points de calcul considérés.

En somme, **les courbes d'isoconcentration présentent des situations hypothétiques où les conditions de dispersion les plus défavorables sont combinées simultanément sur la même carte**. Ces courbes permettent néanmoins de bien visualiser pour une zone donnée du domaine de modélisation la concentration maximale des cinq années météorologiques considérées.

Pour la présentation des résultats, le choix des cartes présentées dans ce rapport répond aux conditions suivantes : le pourcentage de la norme est supérieur à 50 % de la norme ou du critère du MDDELCC et la contribution de GNLQ est supérieure à 25 %. Si ces deux conditions sont réunies, la carte est présentée. Enfin, les cartes pour les matières particulaires (PMT et $PM_{2.5}$) sont, par défaut, toujours présentées.

5.1 MATIÈRES PARTICULAIRES

5.1.1 PARTICULES TOTALES

NORME DU MDDELCC

La concentration totale maximale de particules totales modélisées dans le domaine d'application est de 41 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 34 % de la norme 24 heures établie à 120 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 3 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant. Ce maximum est modélisé au niveau du récepteur LIM10244 situé sur la limite d'application des normes et critères. Les courbes d'isoconcentrations pour les PMT sont présentées à la carte 9.

5.1.2 PARTICULES FINES

NORME DU MDDELCC

La concentration totale maximale de particules fines modélisées dans le domaine d'application est de 16,4 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 55 % de la norme 24 heures établie à 30 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 8 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant. Ce maximum est modélisé au niveau du récepteur LIM10244 situé sur la limite d'application des normes et critères. Les courbes d'isoconcentrations pour les $PM_{2,5}$ sont présentées à la carte 10.

NORMES DU CCME

Concernant les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) établie par le CCME, ces dernières sont respectées pour les particules fines ; les pourcentages des valeurs limites ne dépassant jamais 59 %.

5.2 GAZ

5.2.1 MONOXYDE DE CARBONE

Norme 1 heure

La concentration totale maximale de monoxyde de carbone modélisée dans le domaine d'application est de 661 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 2 % de la norme 1 heure établie à 34000 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 9 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant.

Norme 8 heures

La concentration totale maximale de monoxyde de carbone modélisée dans le domaine d'application est de 427 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 3 % de la norme 8 heures établie à 12700 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 6 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant.

5.2.2 DIOXYDE D'AZOTE

NORMES DU MDDELCC

Norme 1 heure

La concentration totale maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application est de 183 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 44 % de la norme 1 heure établie à 414 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 73 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant. Ce maximum est modélisé au niveau du récepteur LIM10288 situé sur la limite d'application des normes et critères. Les courbes d'isoconcentrations pour le NO_2 sur une période d'une heure sont présentées à la carte 11.

Norme 24 heures

La concentration totale maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application est de 48 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 23 % de la norme 24 heures établie à 207 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 38 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant.

Norme 1 an

La concentration totale maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application est de 14 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 14 % de la norme 1 an établie à 103 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent à environ 29 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant.

NORMES DU CCME

Concernant les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) établies par le CCME, ces dernières sont respectées pour toutes les périodes à l'exception de la norme 1 heure pour 2025 (norme établie à 79 µg/m^3). Toutefois, il faut noter que les principaux contributeurs sont les deux génératrices d'urgence de 1600 kW, et occasionnellement, les génératrices auxiliaires des bateaux. Par conséquent, les dépassements modélisés ne sont aucunement reliés aux installations de production en conditions normales d'exploitation.

Plus spécifiquement, en ce qui a trait aux génératrices d'urgence, celles-ci ont été modélisées tous les jours pour représenter le scénario « pire cas », alors qu'il est prévu que ces génératrices soient testées une seule fois par mois.

En ce qui concerne les génératrices des bateaux, très peu d'information est actuellement disponible relativement aux caractéristiques de ces équipements. De plus, les dépassements modélisés associés à ces sources sont généralement localisés au-dessus de l'eau de la rivière Saguenay où une zone tampon de 300 m a été considérée, en l'absence de directives relativement à l'application de la réglementation pour ce secteur du domaine de modélisation.

Les courbes d'isoconcentrations pour le NO_2 sur une période d'une heure sont présentées aux cartes 12 et 13 pour les normes 2020 et 2025 respectivement.

5.2.3 DIOXYDE DE SOUFRE

NORMES DU MDDELCC

Norme 4 minutes

La concentration totale maximale de dioxyde de soufre modélisée dans le domaine d'application est de 204 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 16 % de la norme 4 minutes établie à 1310 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 80 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentrations pour le SO_2 sur une période de 4 minutes sont présentées à la carte 14.

Norme 24 heures

La concentration totale maximale de dioxyde de soufre modélisée dans le domaine d'application est de 46 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 16 % de la norme 24 heures établie à 288 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 78 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentrations pour les SO_2 sur une période de 24 heures sont présentées à la carte 15.

Norme 1 an

La concentration totale maximale de dioxyde de soufre modélisée dans le domaine d'application est de 7 µg/m^3 en considérant la concentration initiale, soit environ 14 % de la norme 1 an établie à 52 µg/m^3 par le MDDELCC. Les sources de GNLQ contribuent pour environ 72 % de cette concentration totale maximale modélisée dans l'air ambiant.

NORMES DU CCME

Concernant les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) établies par le CCME, ces dernières sont respectées pour le dioxyde de soufre; les pourcentages des valeurs limites n'excèdent jamais 58 %.

Les courbes d'isoconcentrations pour le SO_2 sur une période d'une heure sont présentées aux cartes 16 et 17 pour les normes 2020 et 2025 respectivement. Enfin, les courbes d'isoconcentrations pour le SO_2 sur une période d'un an sont présentées aux cartes Carte 18 et Carte 19 pour les normes 2020 et 2025 respectivement.

5.2.4 AUTRES GAZ

D'après les résultats modélisés, les normes et critères des autres contaminants modélisés sont respectés.

Prendre note que les sulfures d'hydrogène (H_2S) et éthylène (#CAS 74-85-1) n'ont pas été modélisés puisque les taux d'émissions fournis par GNLQ pour ces deux substances sont nuls.

Tableau 11 Résultats de la modélisation dans le domaine d'application des normes et critères – MDDELCC

Description de la norme ou du critère								Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée (µg/m³)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)
								Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme /Formule	Gouv. /Org.	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	2013	2014	2015	2016	2017				
Matières particulaires																
Particules totales	PMT	MDDELCC	Norme	24 heures	1er maximum	120	40	1	1	1	1	1	1	41	3	34
Particules fines	$PM_{2,5}$	MDDELCC	Norme	24 heures	1er maximum	30	15	1.3	1.2	1.4	1.3	1.4	1.4	16.4	8	55
Gaz																
Carbone, monoxyde de	CO	MDDELCC	Norme	1 heure	1er maximum	34000	600	59	61	61	61	60	61	661	9	2
				8 heures	1er maximum	12700	400	19	22	22	21	27	27	427	6	3
Azote, dioxyde d' (avec OLM)	NO_2	MDDELCC	Norme	1 heure	1er maximum	414	50	100	115	133	123	110	133	183	73	44
				24 heures	1er maximum	207	30	18	16	16	17	18	18	48	38	23
				1 an	1er maximum	103	10	4	3	4	4	4	4	14	29	14
Soufre, dioxyde de	SO_2	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	1310	40	164	151	154	153	154	164	204	80	16
					99.5e percentile	1050	40	92	86	86	92	91	92	132	70	13
				24 heures	1er maximum	288	10	36	23	26	28	31	36	46	78	16
				1 an	1er maximum	52	2	4.8	3.9	4.8	5.1	4.6	5.1	7.1	72	14
Hydrogène, sulfure d'	H_2S	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				1 an	1er maximum	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xylène (o,m,p)	1330-20-7	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	350	150	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	150	< 1	43
				1 an	1er maximum	20	8	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	8.0	< 1	40
Composé organique																
Benzène	71-43-2	MDDELCC	Norme	24 heures	1er maximum	10	3	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	3.0	< 1	30
Éthylbenzène	100-41-4	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	740	140	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	140	< 1	19
				1 an	1er maximum	200	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3	< 1	2
Éthylène	74-85-1	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	1400	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				1 an	1er maximum	34	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isohexane	107-83-5	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	290	30	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	30	< 1	10
2,2,4– Triméthylpentane	540-84-1	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	3500	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
				1 an	1er maximum	350	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
Isopentane	78-78-4	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	3800	210	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	210	< 1	6
				1 an	1er maximum	240	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	9	< 1	4

Tableau 11 Résultats de la modélisation dans le domaine d'application des normes et critères – MDDELCC (suite)

Description de la norme ou du critère								Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée (µg/m³)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)
								Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme /Formule	Gouv. /Org.	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	2013	2014	2015	2016	2017				
Composé organique (suite)																
n-Heptane	142-82-5	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	2740	60	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	60	< 1	2
n-Hexane	110-54-3	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	5300	140	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	140	< 1	3
				1 an	1er maximum	140	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3	< 1	2
Octane	111-65-9	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	3500	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
				1 an	1er maximum	350	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
Pentane	109-66-0	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	4120	190	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	190	< 1	5
				1 an	1er maximum	240	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	9	< 1	4
Toluène	108-88-3	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	600	260	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	260	< 1	43
Isopentane + pentane	Pentane-tot	MDDELCC	Critère	1 an	1er maximum	240	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	9	< 1	4
Isooctane + octane	Octane-tot	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	3500	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
				1 an	1er maximum	350	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1

Tableau 12 Résultats de la modélisation dans le domaine d'application des normes et critères – CCME

Description de la norme ou du critère								Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µG/M³)						Concentration totale modélisée (µG/M³)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)
Substance	Acronyme /Formule	Gouv. /Org.	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
								2013	2014	2015	2016	2017				
Matières particulaires																
Particules < 10 µm	PM_{10}	ACEE	Lignes directrices OMS	24 heures	99e percentile	50	21.8	1.1	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	22.9	5	46
				1 an	1er maximum	20	5.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	5.8	6	29
Particules fines	$PM_{2,5}$	CCME	NCQAA	24 heures	98e percentile	28 (2020)	15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	16.0	6	57
						27 (2025)	15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	16.0	6	59
				1 an	1er maximum	10 (2020)	4.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.8	7	48
						8.8 (2025)	4.5	0.30	0.30	0.32	0.31	0.30	0.32	4.82	7	55
Gaz																
Azote, dioxyde d' (avec OLM)	NO_2	CCME	NCQAA	1 heure	98e percentile	112.8 (2020)	50	50	50	51	51	59	59	109	54	96
						79 (2025)	50	50	50	51	51	59	59	109	54	138
				1 an	1er maximum	32 (2020)	10	3.5	3.3	3.8	4.0	3.7	4.0	14.0	29	44
						22.6 (2025)	10	3.5	3.3	3.8	4.0	3.7	4.0	14.0	29	62
Soufre, dioxyde de	SO_2	CCME	NCQAA	1 heure	99e percentile	183.3 (2020)	21	73	69	77	73	73	77	98	79	54
						170.2 (2025)	21	73	69	77	73	73	77	98	79	58
				1 an	1er maximum	13.1 (2020)	2	4.8	3.9	4.8	5.1	4.6	5.1	7.1	72	54
						10.5 (2025)	2	4.8	3.9	4.8	5.1	4.6	5.1	7.1	72	68
Composés Organiques Volatils	COV	ACEE	Critère interne	1 heure	1er maximum	-	-	72.2	75.5	72.1	76.4	75.5	7.64E+01	76.4	100	-
				24 heures	1er maximum	-	-	21.8	23.6	17.2	21.7	22.4	2.36E+01	23.6	100	-
				1 an	1er maximum	-	-	3.7	3.9	4.0	4.1	3.9	4.1	4.1	100	-

Tableau 13 Résultats de la modélisation aux récepteurs sensibles – MDDELCC

Description de la norme ou du critère								Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µG/M³)						Concentration totale modélisée (µG/M³)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)
								Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme /Formule	Gouv. /Org.	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	2013	2014	2015	2016	2017				
Matières particulaires																
Particules totales	PMT	MDDELCC	Norme	24 heures	1er maximum	120	40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	40	1	34
Particules fines	$PM_{2,5}$	MDDELCC	Norme	24 heures	1er maximum	30	15	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	15.4	3	51
Gaz																
Carbone, monoxyde de	CO	MDDELCC	Norme	1 heure	1er maximum	34000	600	10	8	8	9	9	10	610	2	2
				8 heures	1er maximum	12700	400	5	5	5	5	5	5	405	1	3
Azote, dioxyde d' (avec OLM)	NO_2	MDDELCC	Norme	1 heure	1er maximum	414	50	17	17	22	25	24	25	75	34	18
				24 heures	1er maximum	207	30	5	3	5	5	5	5	35	15	17
				1 an	1er maximum	103	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	11	8	11
Soufre, dioxyde de	SO_2	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	1310	40	41	27	34	37	39	41	81	50	6
					99.5e percentile	1050	40	21	17	19	21	20	21	61	35	6
				24 heures	1er maximum	288	10	5	3	5	6	5	6	16	36	5
				1 an	1er maximum	52	2	0.7	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	2.7	25	5
Hydrogène, sulfure d'	H_2S	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				1 an	1er maximum	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xylène (o,m,p)	1330-20-7	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	350	150	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	150	< 1	43
				1 an	1er maximum	20	8	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	8.0	< 1	40
Composé organique																
Benzène	71-43-2	MDDELCC	Norme	24 heures	1er maximum	10	3	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	3.0	< 1	30
Éthylbenzène	100-41-4	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	740	140	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	140	< 1	19
				1 an	1er maximum	200	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3	< 1	2
Éthylène	74-85-1	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	1400	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				1 an	1er maximum	34	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isohexane	107-83-5	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	290	30	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	30	< 1	10
2,2,4– Triméthylpentane	540-84-1	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	3500	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
				1 an	1er maximum	350	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
Isopentane	78-78-4	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	3800	210	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	210	< 1	6
				1 an	1er maximum	240	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	9	< 1	4
n-Heptane	142-82-5	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	2740	60	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	60	< 1	2

Tableau 13 Résultats de la modélisation aux récepteurs sensibles – MDDELCC (suite)

Description de la norme ou du critère								Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)						Concentration totale modélisée (µg/m³)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)
Substance	Acronyme /Formule	Gouv. /Org.	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
								2013	2014	2015	2016	2017				
Composé organique (suite)																
n-Hexane	110-54-3	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	5300	140	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	140	< 1	3
				1 an	1er maximum	140	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3	< 1	2
Octane	111-65-9	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	3500	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
				1 an	1er maximum	350	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
Pentane	109-66-0	MDDELCC	Critère	4 minutes	1er maximum	4120	190	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	190	< 1	5
				1 an	1er maximum	240	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	9	< 1	4
Toluène	108-88-3	MDDELCC	Norme	4 minutes	1er maximum	600	260	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	260	< 1	43
Isopentane + pentane	Pentane-tot	MDDELCC	Critère	1 an	1er maximum	240	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	9	< 1	4
Isooctane + octane	Octane-tot	MDDELCC	Critère	1 heure	1er maximum	3500	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1
				1 an	1er maximum	350	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1

Tableau 14 Résultats de la modélisation aux récepteurs sensibles – CCME

Description de la norme ou du critère								Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)						Concentration totale modélisée (µg/m³)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)
Substance	Acronyme /Formule	Gouv. /Org.	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
								2013	2014	2015	2016	2017				
Matières particulaires																
Particules < 10 µm	PM_{10}	ACEE	Lignes Directrices OMS	24 heures	99e percentile	50	21.8	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	22.1	1	44
				1 an	1er maximum	20	5.5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	5.6	1	28
Particules fines	$PM_{2,5}$	CCME	NCQAA	24 heures	98e percentile	28 (2020)	15	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	15.3	2	55
						27 (2025)	15	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	15.3	2	57
				1 an	1er maximum	10 (2020)	4.5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	4.6	1	46
						8.8 (2025)	4.5	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	4.56	1	52
Gaz																
Azote, dioxyde d' (avec OLM)	NO_2	CCME	NCQAA	1 heure	98e percentile	112.8 (2020)	50	13	13	13	13	13	13	63	21	56
						79 (2025)	50	12.8	12.9	12.8	12.8	12.8	12.9	62.9	21	80
				1 an	1er maximum	32 (2020)	10	0.8	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	10.8	8	34
						22.6 (2025)	10	0.8	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	10.8	8	48
Soufre, dioxyde de	SO_2	CCME	NCQAA	1 heure	99e percentile	183.3 (2020)	-	14	14	14	14	14	14	35	41	19
						170.2 (2025)	-	14	14	14	14	14	14	35	41	21
				1 an	1er maximum	13.1 (2020)	2	0.7	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	2.7	25	20
						10.5 (2025)	2	0.7	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	2.7	25	25
Composés Organiques Volatils	COV	ACEE	Critère interne	1 heure	1er maximum	-	-	2.8E+01	2.8E+01	2.7E+01	3.0E+01	2.8E+01	3.0E+01	3.0E+01	100	-
				24 heures	1er maximum	-	-	4.9E+00	3.4E+00	3.3E+00	3.3E+00	3.3E+00	4.9E+00	4.9E+00	100	-
				1 an	1er maximum	-	-	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	100	-

6 CONSERVATISME ET LIMITATION

6.1 CONSERVATISME DE L'APPROCHE

La modélisation de la dispersion atmosphérique, strictement réalisée selon les exigences du MDDELCC, a pour objectif d'évaluer les concentrations potentielles maximales dans l'air ambiant et de s'assurer que les normes seront respectées en tout temps. En effet, selon le Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique du MDDELCC, les résultats présentés doivent toujours correspondre aux maximums obtenus, pour chacune des périodes, à chacun des récepteurs identifiés. Il s'agit donc d'une approche très conservatrice puisqu'aucune valeur modélisée n'est retirée de l'analyse et qu'aucun traitement par centiles n'est effectué, à l'exception de certaines normes bien spécifiques.

De plus, pour évaluer les impacts d'un projet à l'aide de la modélisation, des scénarios conservateurs doivent être considérés. Par conséquent, des « scénarios pires cas » doivent être modélisés afin de bien représenter les maximums pouvant survenir pendant toute la durée de vie du projet.

Finalement, des concentrations initiales conservatrices sont ajoutées aux résultats de modélisation. Les valeurs utilisées sont des valeurs fixes et génériques pour les milieux urbains ou industriels. Or, les concentrations initiales réelles varient dans le temps et sont normalement plus basses que les valeurs utilisées.

6.2 INCERTITUDES ET LIMITATIONS DU MODÈLE

6.2.1 MODÈLE MÉTÉOROLOGIQUE ET MODÈLE DE DISPERSION

Les modèles de dispersion sont conçus pour représenter le plus fidèlement possible la réalité, tout en restant conservateurs. Or, ceux-ci sont des modèles mathématiques avec leurs limites, considérant un ensemble fini de paramètres. Ces modèles seront donc toujours entachés d'une certaine incertitude.

6.2.2 AUTRE

Parmi les autres sources d'erreur qui peuvent avoir un impact sur les résultats de modélisation, il faut noter :

- La topographie, qui possède une incertitude typiquement de l'ordre d'environ plus ou moins cinq mètres. L'élévation réelle des récepteurs est ainsi approximative.
- Les paramètres de dispersion initiale et de hauteur de relâche, qui sont des paramètres approximatifs visant à représenter grossièrement le comportement typique des émissions à la source.

7 CONCLUSION

GNLQ prévoit la construction et l'exploitation d'un complexe de liquéfaction de gaz naturel à Ville Saguenay, secteur La Baie. Dans le cadre de l'évaluation environnementale, WSP a été mandatée afin de réaliser la modélisation de la dispersion atmosphérique qui s'inscrit en tant qu'étude complémentaire à l'ÉIE. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact des émissions provenant des opérations des futures installations sur la qualité de l'atmosphère, et ce, sur la base du RAA. La démarche de modélisation préconisée dans la présente étude s'appuie sur la méthodologie proposée dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* (MDDEP, 2005) du mMDDELCC.

Les contaminants retenus pour la modélisation de la dispersion atmosphérique sont les matières particulaires (PMT, PM_{10} et $PM_{2,5}$), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2), le sulfure d'hydrogène (H_2S), le xylène (o,m,p), le benzène, l'éthylbenzène, l'éthylène, l'isohexane, le 2,2,4-triméthylpentane, l'isopentane, le n-heptane, le n-hexane, l'octane, pentane, toluène et les composés organiques volatils (COV).

Un seul scénario d'opération a été modélisé selon l'identification des sources déterminée à l'aide des informations fournies par GLNQ. Les résultats de la modélisation indiquent que toutes les normes et tous les critères du MDDELCC et du CCME considérés dans la modélisation sont respectés, à l'exception de la norme 1 heure NCQAA (2025) pour le NO_2.

Il est par contre important de préciser que les dépassements modélisés ne sont aucunement reliés aux installations de production en conditions normales d'exploitation, mais à des génératrices dont l'utilisation est sporadique et dont les émissions demeurent somme toute localisées.

Tableau 15 Synthèse des résultats de modélisation

	PMT	$PM_{2,5}$	CO	NO_2	SO_2	Divers COV
4 min					☑	☑
1-hr			☑	☑ MDDELCC ☒ NCQAA 2025		☑
8-hr			☑			☑
24-hr	☑	☑		☑	☑	
1 an				☑	☑	☑

Note : Aucune norme, aucun critère existant pour les cases vides.
☑ : Norme/Critère du MDDELCC ou du CCME (NCQAA) respecté.
☒ : Norme/Critère du MDDELCC ou du CCME (NCQAA) non respecté.

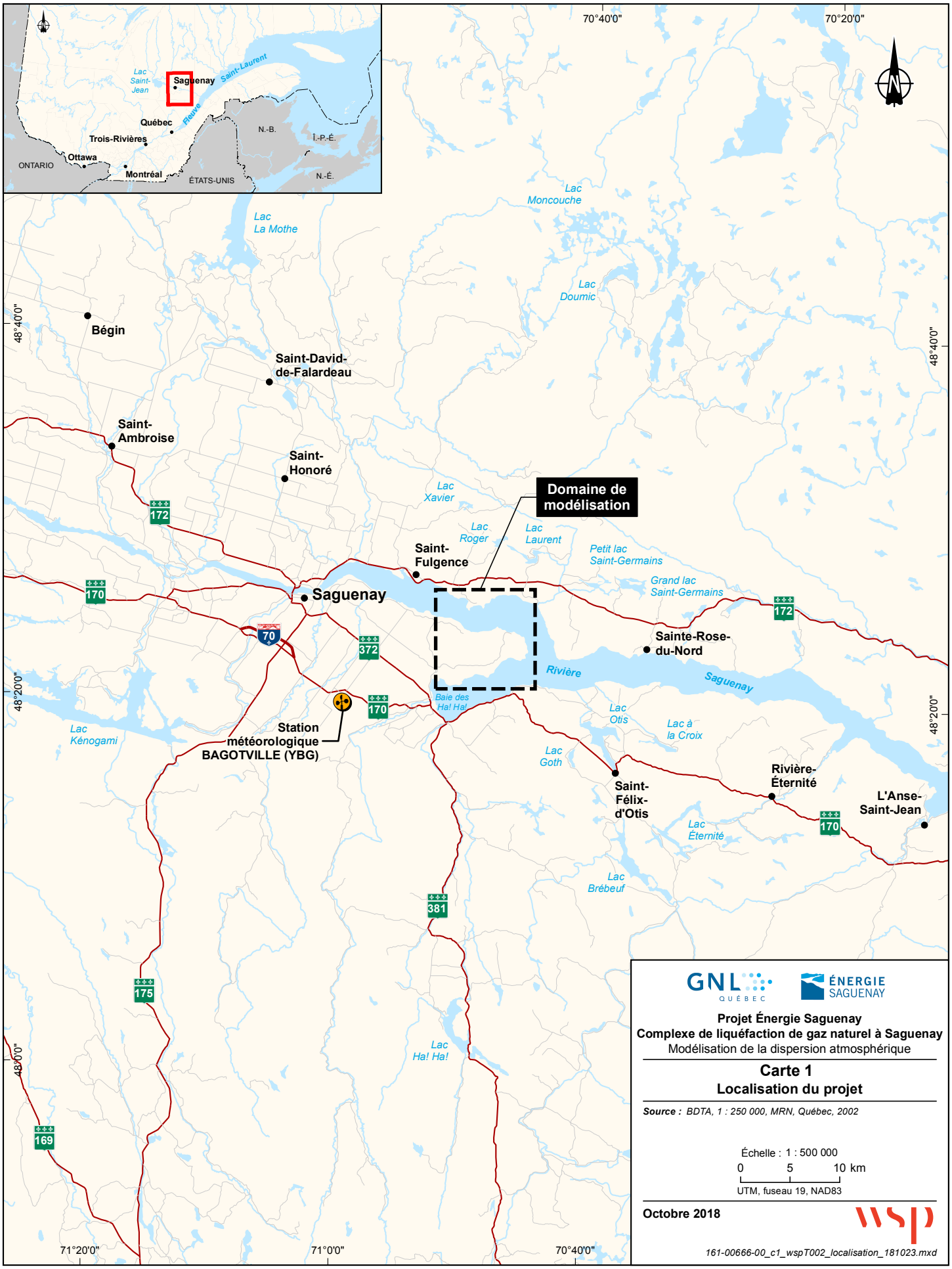
RÉFÉRENCES

- BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF ENVIRONMENT. British Columbia Air Quality Dispersion Modelling guideline, Environmental division protection, November 2015.
- BRODE, R. ET ROBINSON, R. 2007. AERMOD Implementation Workgroup. EPA Regional/State/Local Modelers Workshop.
- CHAMBER OF SHIPPING (COS). January 2007. *2005-2006 BC Ocean Going Vessel Emissions Inventory*.
- ENVIRONNEMENT CANADA. Règlement sur le soufre dans le carburant diesel. 2013.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. Guide d'instructions – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers. Janvier 2017.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement. Version 4, 2015.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*. 2005.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Règlement modifiant le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, Décret 1228-2013, 27 novembre 2013.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*. c. Q-2, r. 4.1. 2010.
- HANNA, S. R. ET CHOWDHURY, B. 2014. Minimum turbulence assumptions and u* and L estimation for dispersion models during low-wind stable conditions. Journal of the Air & Waste Management Association, 64(3):309–321.
- ONTARIO MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. 2009. Air dispersion modelling guideline for Ontario. PIBs # 5165e02. 154 pages.
- SNC-LAVALIN ENVIRONMENT (SNC). March 2012. *2010 National Marine Emissions Inventory for Canada*.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). EPA-454/B-16-010. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. December, 2016.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). AERMOD Implementation Guide. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. August, 2015.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). *11th Modeling Conference*, Updates to EPA's AERMOD Modeling System. http://www3.epa.gov/ttn/scram/11thmodconf.htm. 2015.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Aersurface User's Guide, EPA-454/B-08-001, January 2008, Revised 01/16/2013. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. January, 2013.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP 42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources. 1995.

RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT. NCQAA – Dioxyde de soufre http://www.ccme.ca/fr/resources/air/air/sulphur-dioxide.html – Consulté le 2018-09-27
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT. NCQAA – Dioxyde d'azote https://www.ccme.ca/fr/current_priorities/air/ncqaa.html – Consulté le 2018-09-27.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT. NCQAA – Particules et ozone http://www.ccme.ca/fr/resources/air/pm_ozone.html – Consulté le 2018-09-27

CARTES



GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 1
Localisation du projet

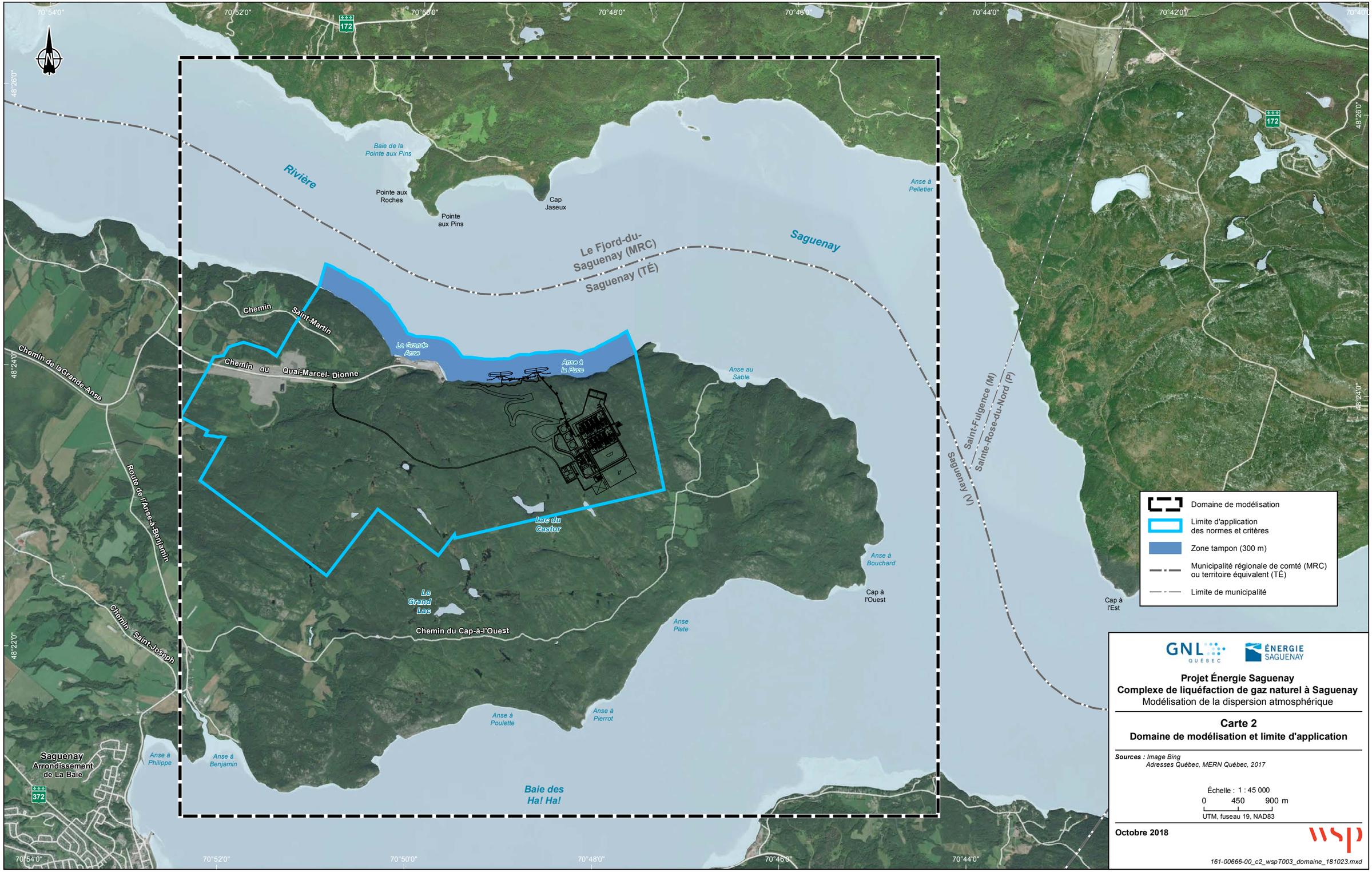
Source : *BDTA, 1 : 250 000, MRN, Québec, 2002*

Échelle : 1 : 500 000
0 5 10 km
UTM, fuseau 19, NAD83

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c1_wspT002_localisation_181023.mxd



GNL Québec — Énergie Saguenay

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 2
Domaine de modélisation et limite d'application

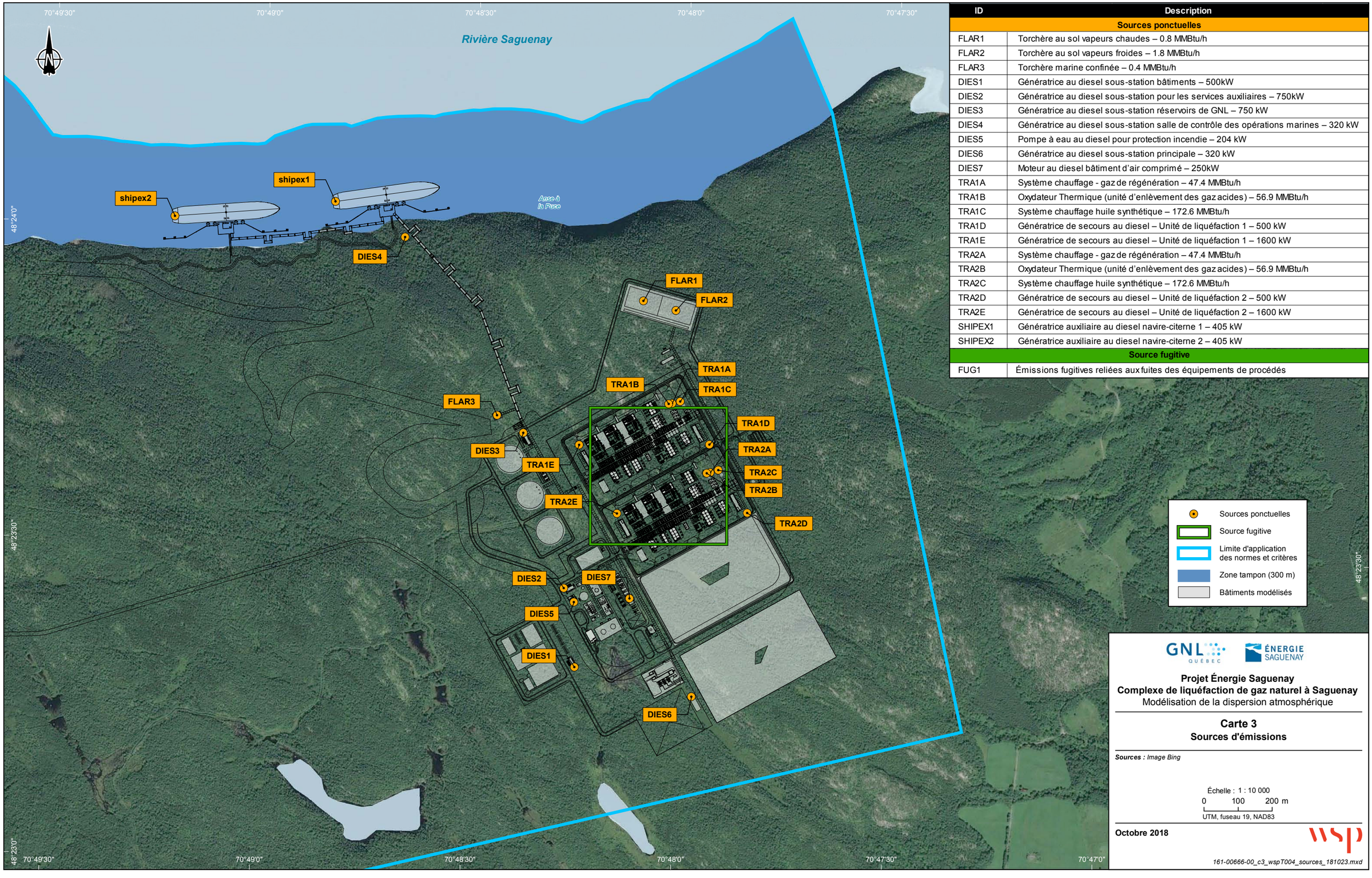
Sources : *Image Bing*
Adresses Québec, MERN Québec, 2017

Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c2_wspT003_domaine_181023.mxd



ID	Description
Sources ponctuelles	
FLAR1	Torchère au sol vapeurs chaudes – 0.8 MMBtu/h
FLAR2	Torchère au sol vapeurs froides – 1.8 MMBtu/h
FLAR3	Torchère marine confinée – 0.4 MMBtu/h
DIES1	Génératrice au diesel sous-station bâtiments – 500kW
DIES2	Génératrice au diesel sous-station pour les services auxiliaires – 750kW
DIES3	Génératrice au diesel sous-station réservoirs de GNL – 750 kW
DIES4	Génératrice au diesel sous-station salle de contrôle des opérations marines – 320 kW
DIES5	Pompe à eau au diesel pour protection incendie – 204 kW
DIES6	Génératrice au diesel sous-station principale – 320 kW
DIES7	Moteur au diesel bâtiment d'air comprimé – 250kW
TRA1A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h
TRA1B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h
TRA1C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h
TRA1D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 500 kW
TRA1E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 1600 kW
TRA2A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h
TRA2B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h
TRA2C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h
TRA2D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 500 kW
TRA2E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 1600 kW
SHIPEX1	Génératrice auxiliaire au diesel navire-citerne 1 – 405 kW
SHIPEX2	Génératrice auxiliaire au diesel navire-citerne 2 – 405 kW
Source fugitive	
FUG1	Émissions fugitives reliées aux fuites des équipements de procédés

GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 3
Sources d'émissions

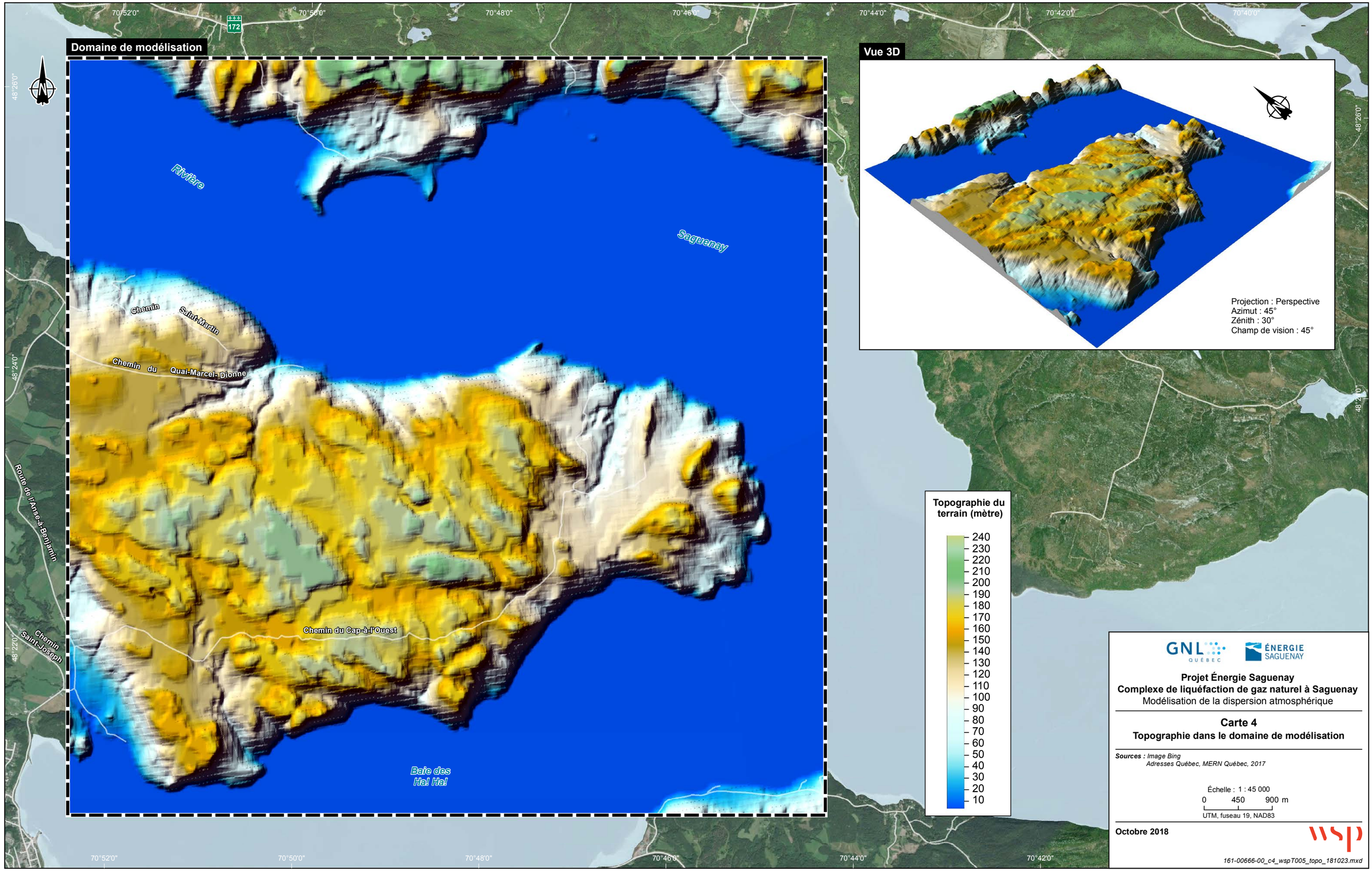
Sources : *Image Bing*

Échelle : 1 : 10 000
0 100 200 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c3_wspT004_sources_181023.mxd



GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 4
Topographie dans le domaine de modélisation

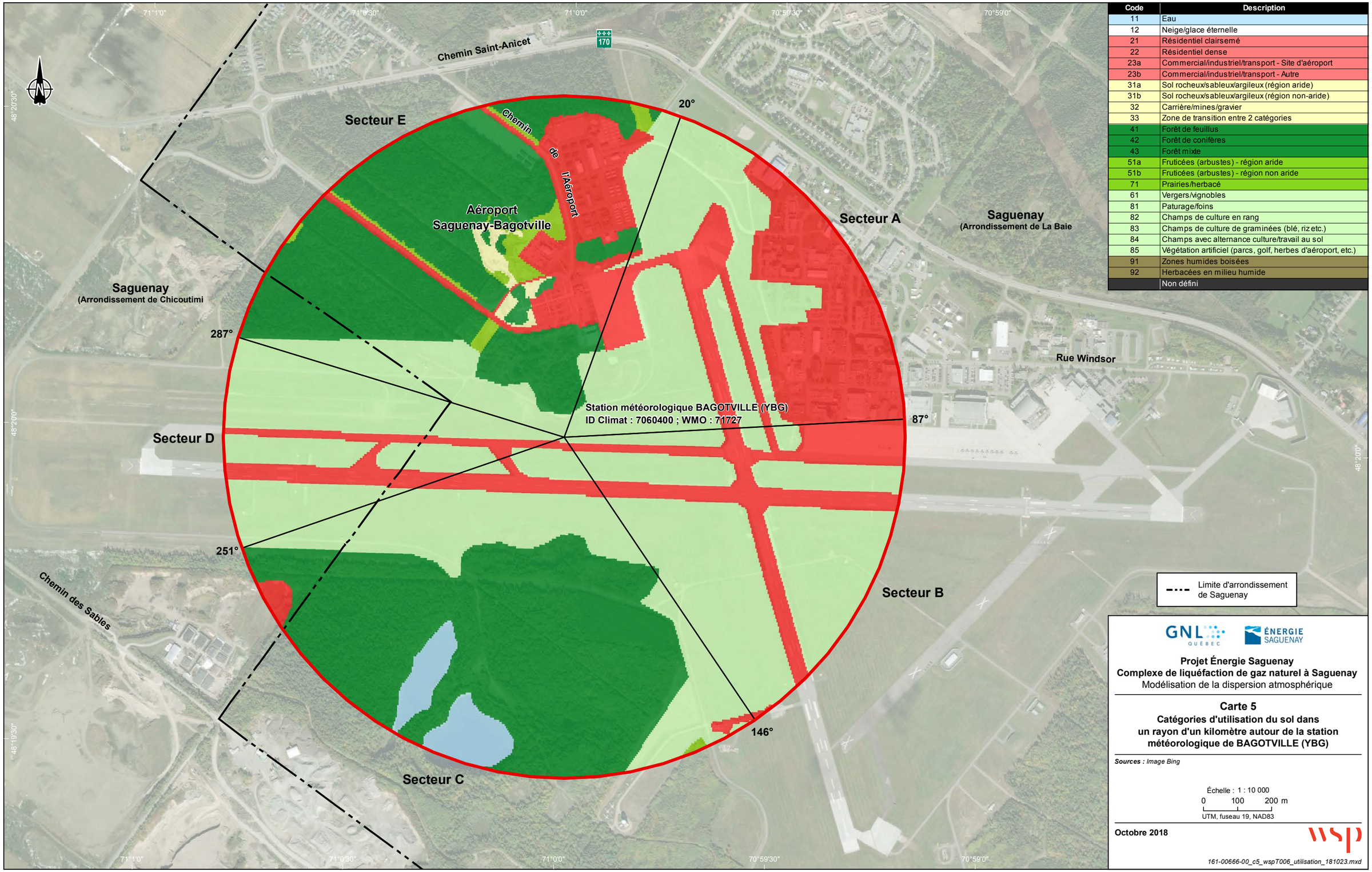
Sources : *Image Bing*
Adresses Québec, MERN Québec, 2017

Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c4_wspT005_topo_181023.mxd



Code	Description
11	Eau
12	Neige/glace éternelle
21	Résidentiel clairsemé
22	Résidentiel dense
23a	Commercial/industriel/transport - Site d'aéroport
23b	Commercial/industriel/transport - Autre
31a	Sol rocheux/sableux/argileux (région aride)
31b	Sol rocheux/sableux/argileux (région non-aride)
32	Carrière/mines/gravier
33	Zone de transition entre 2 catégories
41	Forêt de feuillus
42	Forêt de conifères
43	Forêt mixte
51a	Fruticées (arbustes) - région aride
51b	Fruticées (arbustes) - région non aride
71	Prairies/herbacé
61	Vergers/vignobles
81	Paturage/foins
82	Champs de culture en rang
83	Champs de culture de graminées (blé, riz etc.)
84	Champs avec alternance culture/travail au sol
85	Végétation artificiel (parcs, golf, herbes d'aéroport, etc.)
91	Zones humides boisées
92	Herbacées en milieu humide
	Non défini

Limite d'arrondissement de Saguenay

GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 5

Catégories d'utilisation du sol dans un rayon d'un kilomètre autour de la station météorologique de BAGOTVILLE (YBG)

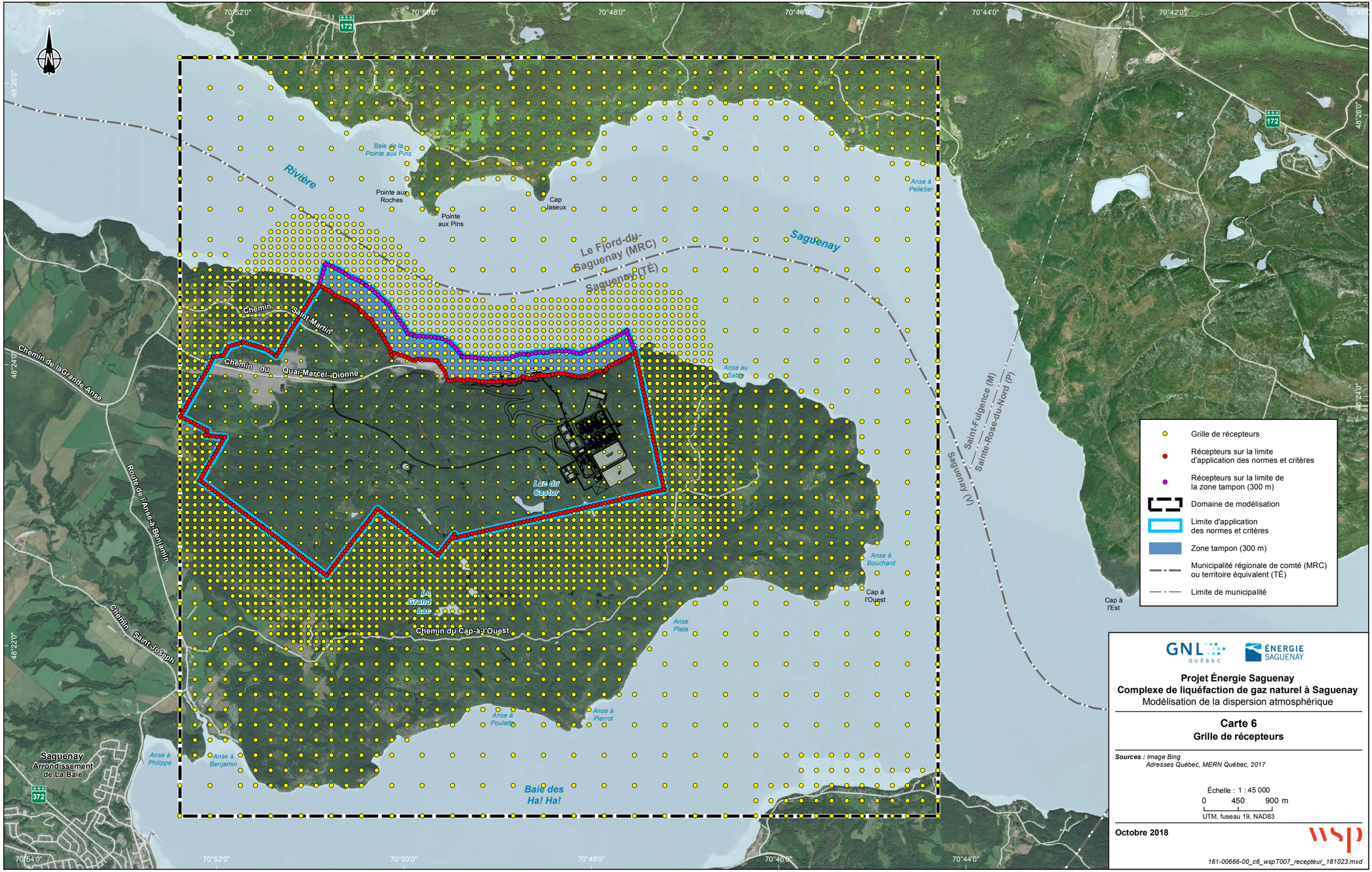
Sources : *Image Bing*

Échelle : 1 : 10 000
0 100 200 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c5_wspT006_utilisation_181023.mxd



GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 6
Grille de récepteurs

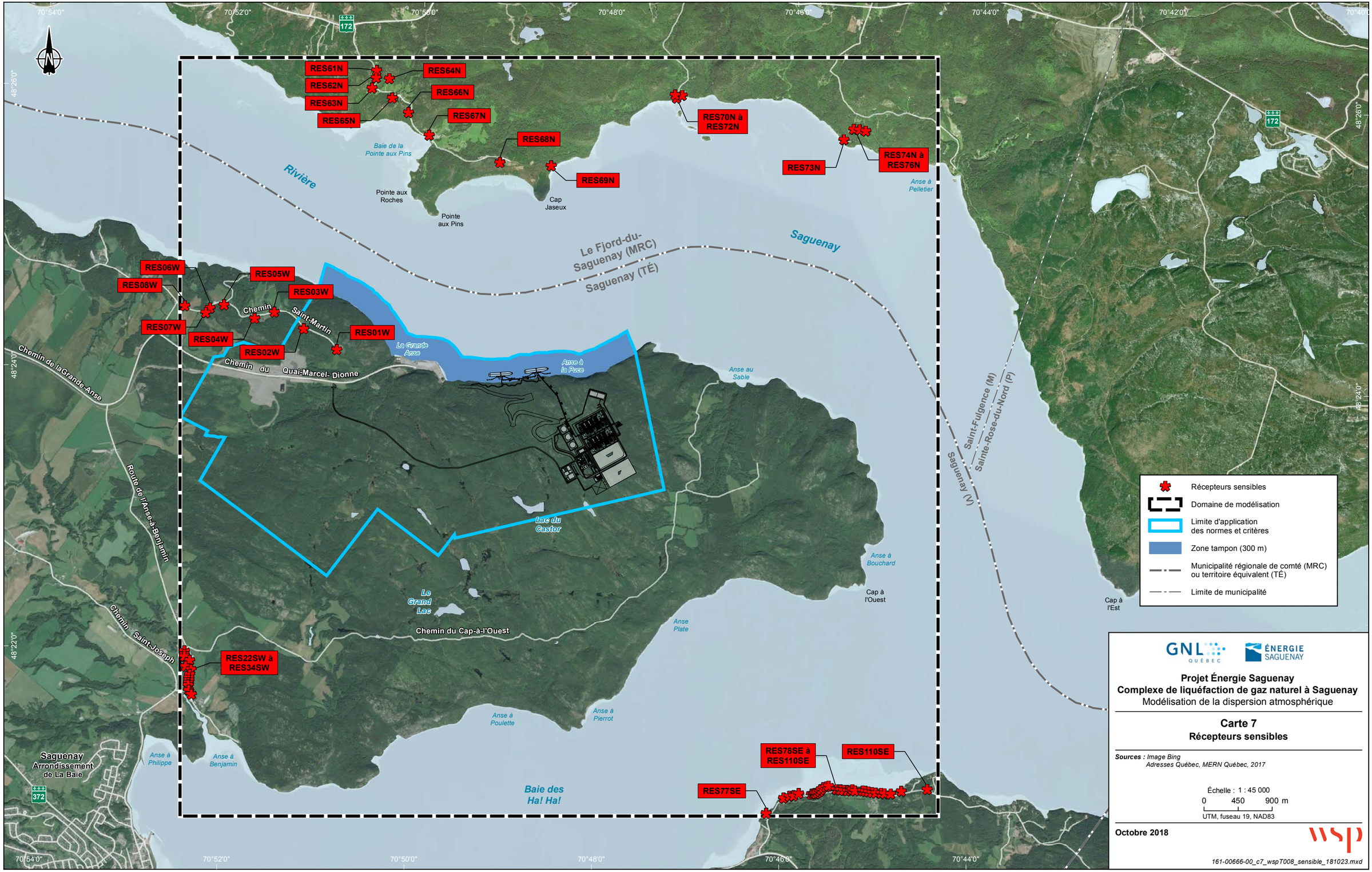
Sources : *Image Bing*
Adresses Québec, MERN Québec, 2017

Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Octobre 2018

WSP

161-00666-00_c6_wspT007_recepteur_181023.mxd



GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 7
Récepteurs sensibles

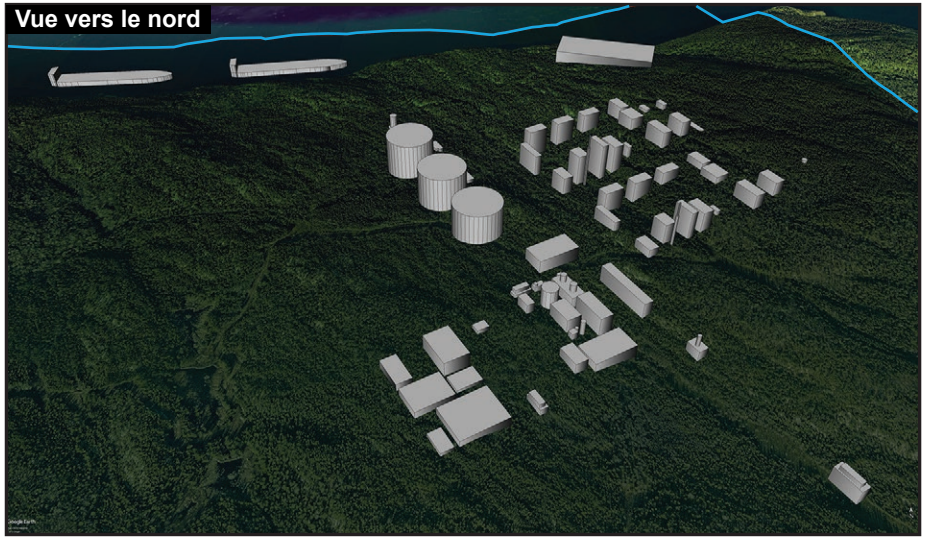
Sources : *Image Bing*
Adresses Québec, MERN Québec, 2017

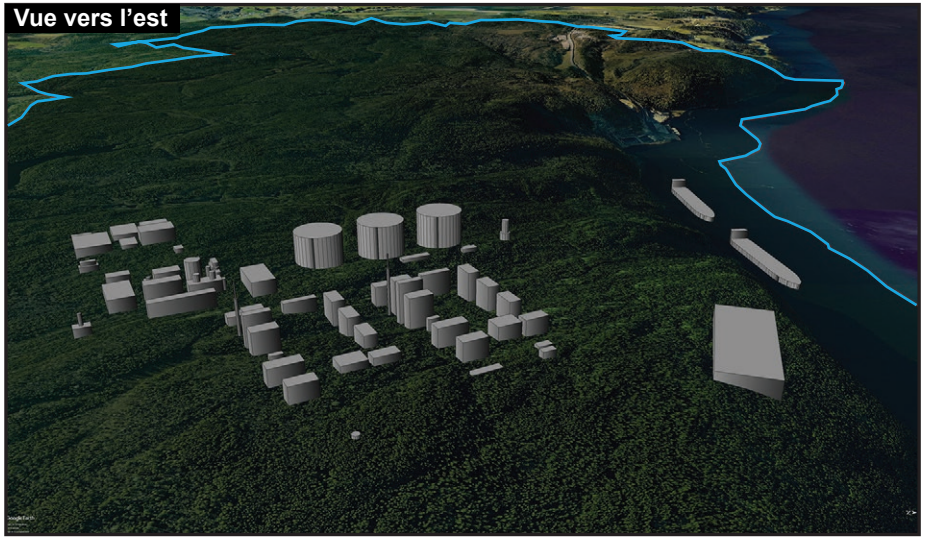
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83

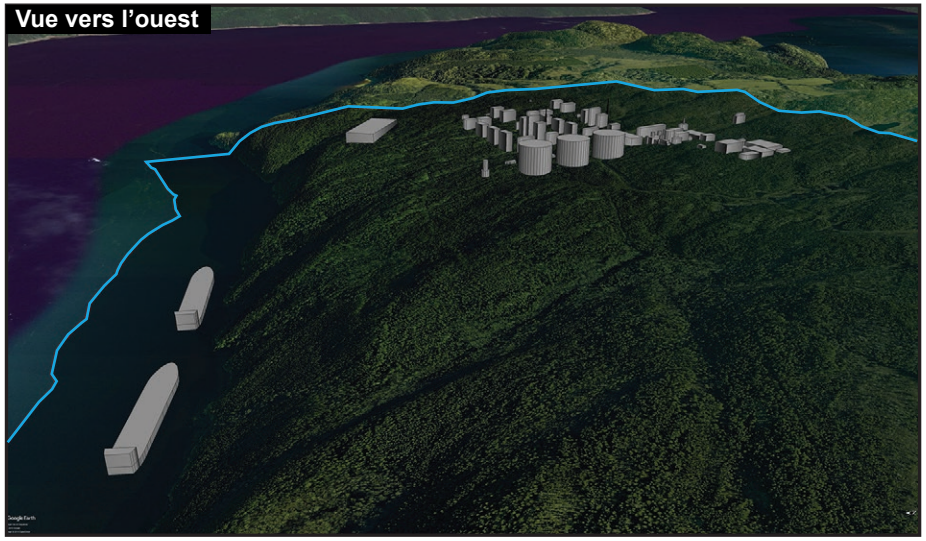
Octobre 2018

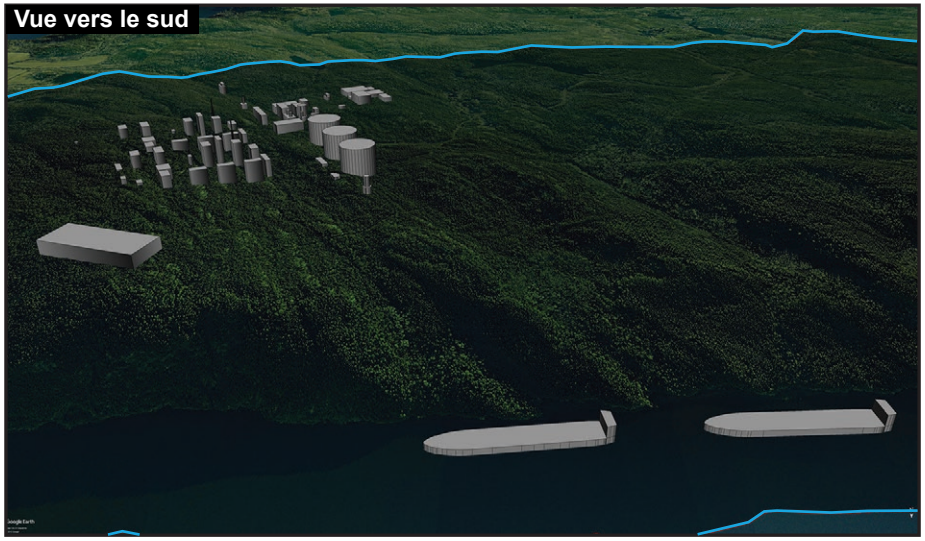
wsp

161-00666-00_c7_wspT008_sensible_181023.mxd









Limite d'application
des normes et critères

GNL QUÉBEC ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 8
Bâtiments modélisés

Source :
Modèle numérique 3D, WSP

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c8_wspT009_batiment_181023.ai

70°52'0" 70°50'0" 70°48'0" 70°46'0" 70°44'0" 70°42'0" 70°40'0"

48°26'0" 48°24'0" 48°22'0"

172

Rivière Saguenay

Baie de la Pointe aux Pins

Pointe aux Roches

Pointe aux Pins

Cap Jaseux

Anse à Pelletier

Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)

Chemin Saint-Martin

Chemin du Quai-Marcel-Dionne

La Grande Anse

Anse au Sable

Route de l'Anse-à-Benjamin

Chemin Saint-Joseph

Le Grand Lac

Chemin du Cap-à-l'Ouest

Anse à Bouchard

Cap à l'Ouest

Anse Plate

Anse à Poulette

Anse à Pierrot

Anse à Philippe

Anse à Benjamin

Baie des Ha! Ha!

A

Rivière Saguenay

Anse à la Puce

LIM10244

Lac du Castor

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application

Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères

Récepteurs sensibles

Domaine de modélisation

Limite d'application des normes et critères

Zone tampon (300 m)

Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)

Valeur limite : 120 µg/m³
Concentration initiale : 40 µg/m³

GNL QUÉBEC ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 9

Concentrations maximales de PMT modélisées sur une période de 24 heures
Scénario standard - MDDELCC

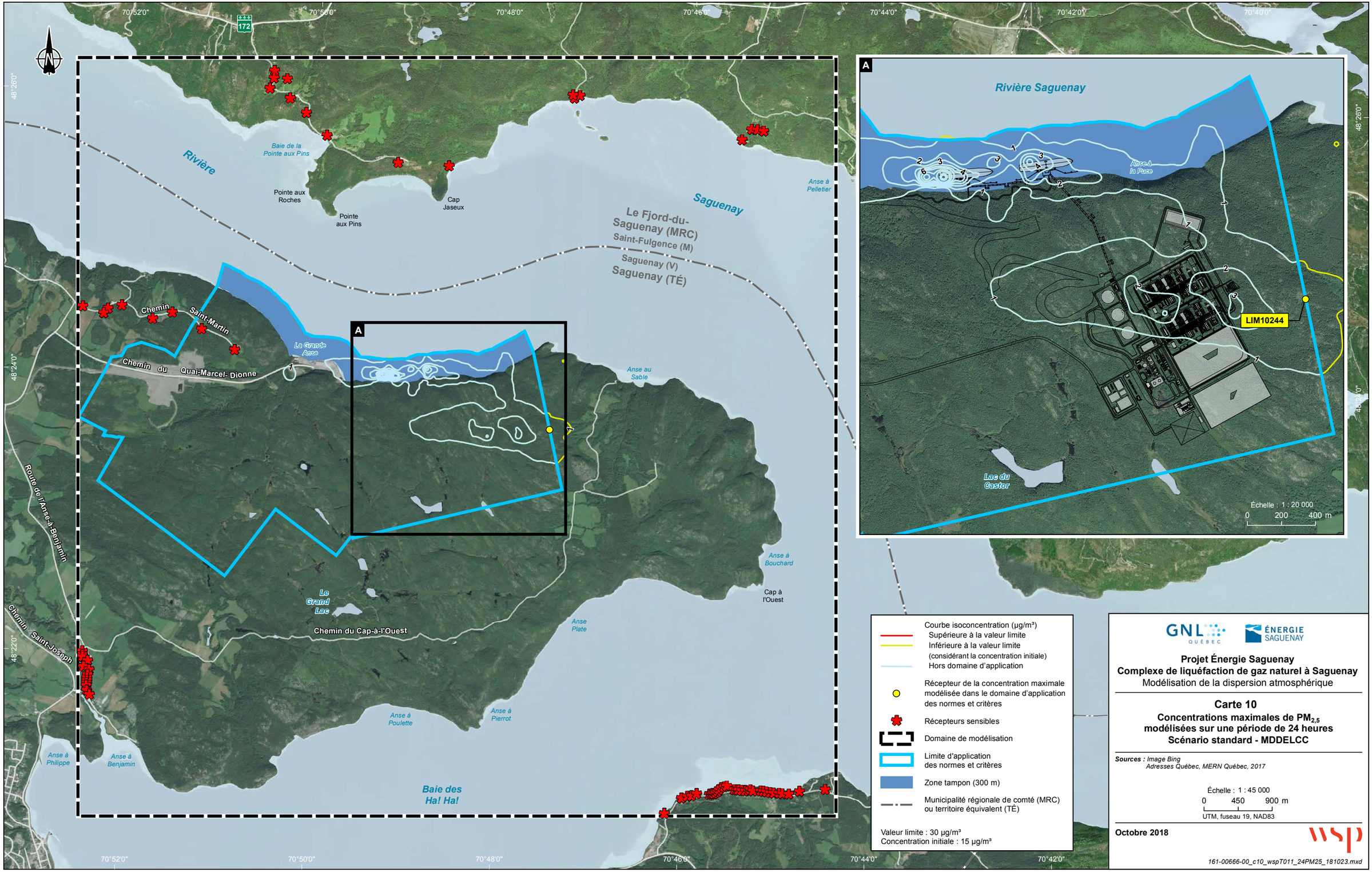
Sources : *Image Bing*
Adresses Québec, MERN Québec, 2017

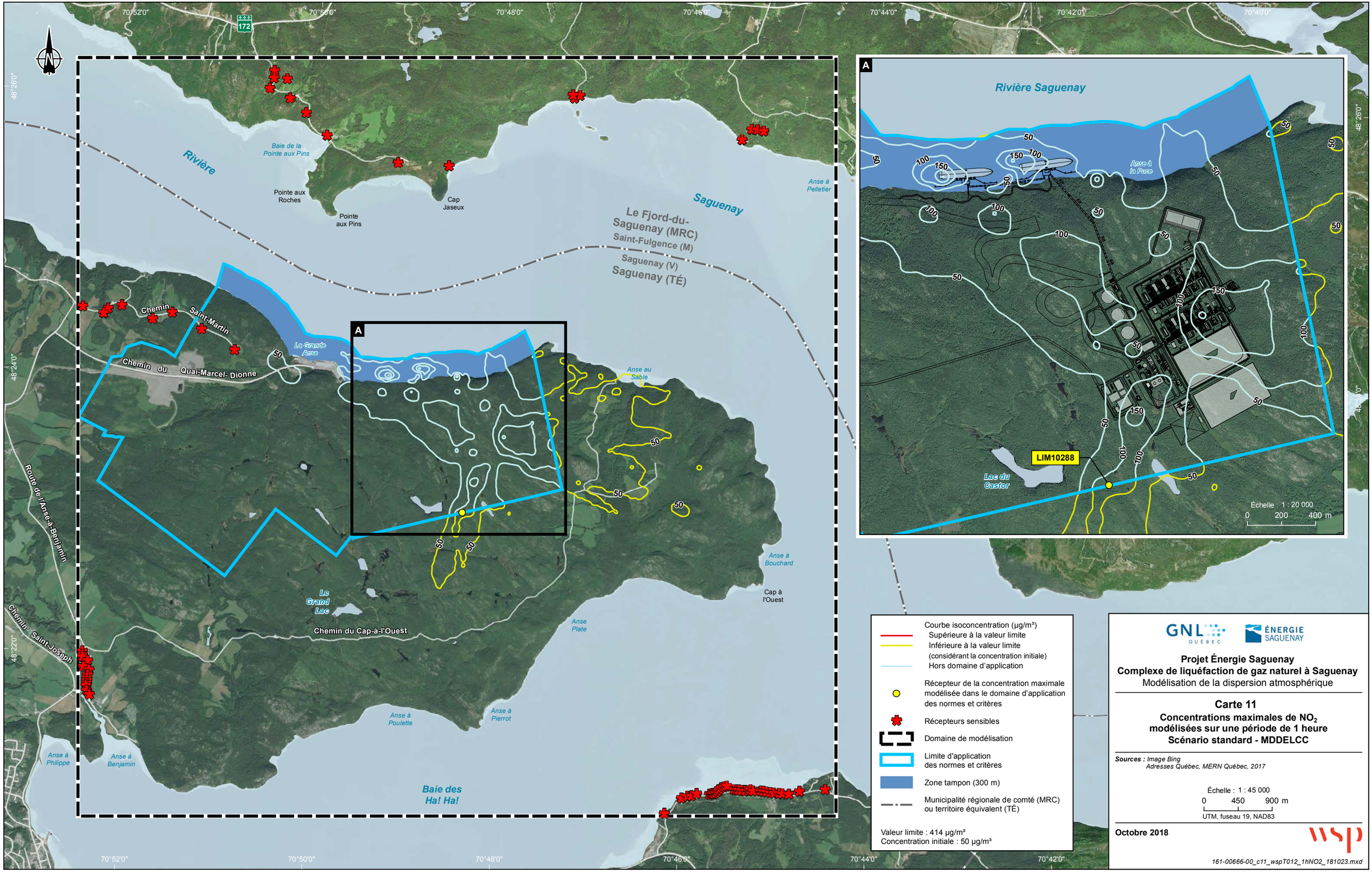
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83

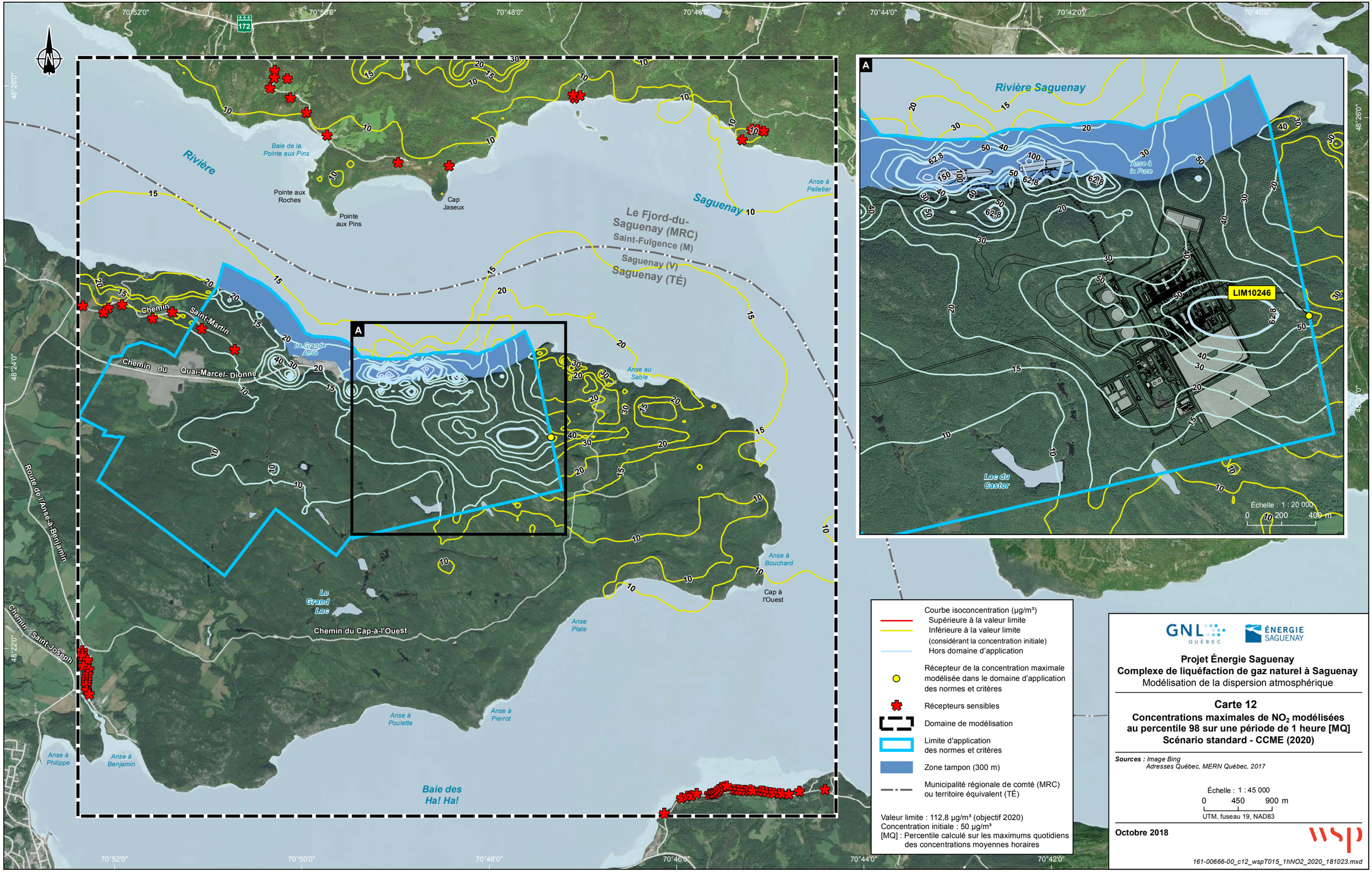
Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c9_wspT010_24PMT_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
Rivière
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Saguenay
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
La Grande Anse
Anse au Sable
A
Route de l'Anse-à-Benjamin
Chemin Saint-Joseph
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse Plate
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
Rivière Saguenay
Anse à la Puce
LIM10244
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 30 µg/m³
Concentration initiale : 15 µg/m³
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 10
Concentrations maximales de PM2,5 modélisées sur une période de 24 heures
Scénario standard - MDDELCC
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c10_wspT011_24PM25_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
Rivière
Saguenay
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
La Grande Anse
Anse au Sable
Route de l'Anse-à-Benjamin
Chemin Saint-Joseph
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse Plate
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
A
Rivière Saguenay
Anse à la Puce
LIM10288
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 414 µg/m³
Concentration initiale : 50 µg/m³
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 11
Concentrations maximales de NO_2 modélisées sur une période de 1 heure
Scénario standard - MDDELCC
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c11_wspT012_1hNO2_181023.mxd



GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 12

Concentrations maximales de NO_2 modélisées au percentile 98 sur une période de 1 heure [MQ]
Scénario standard - CCME (2020)

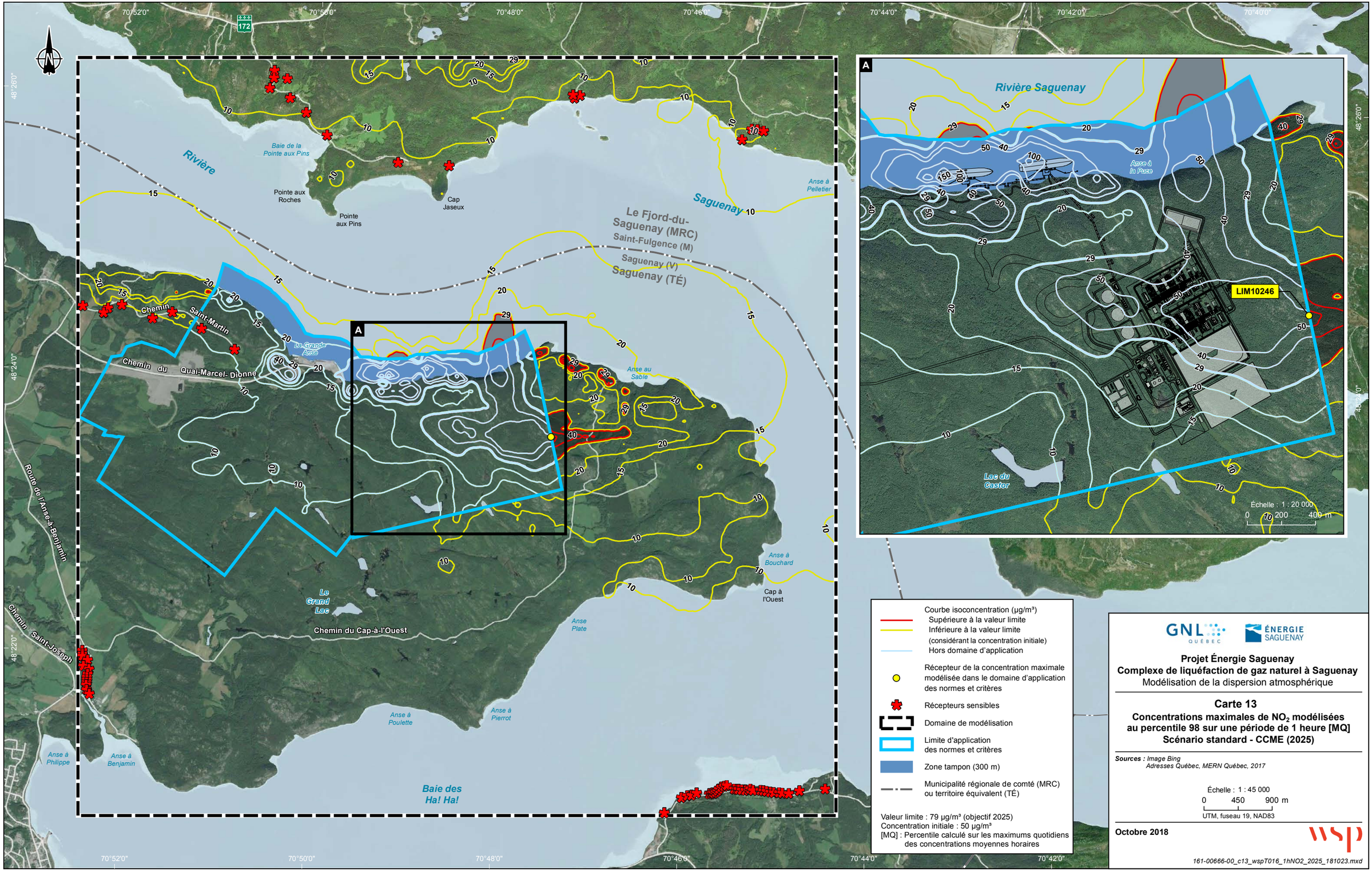
Sources : *Image Bing*
Adresses Québec, MERN Québec, 2017

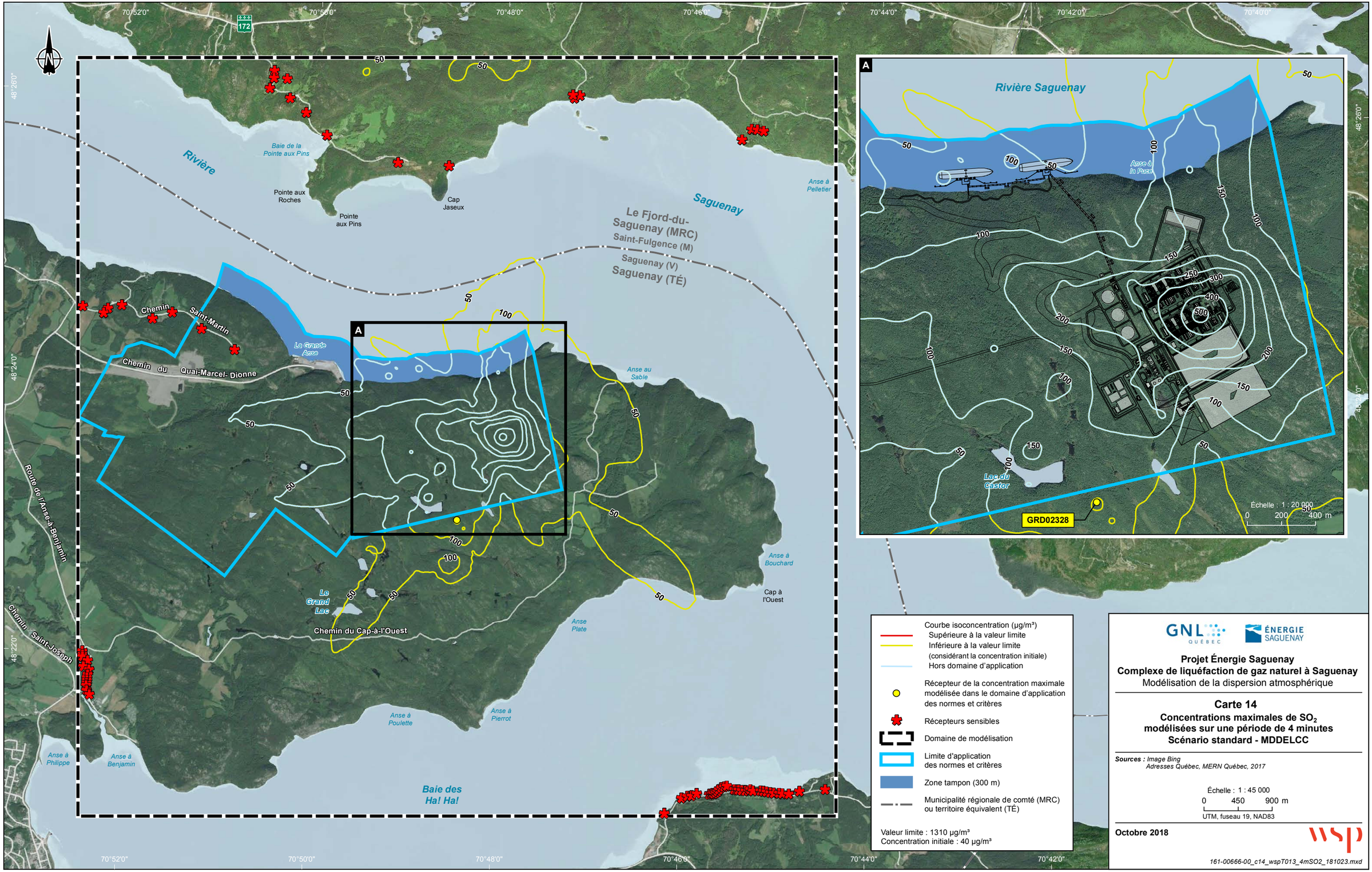
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Octobre 2018

wsp

161-00666-00_c12_wspT015_1hNO2_2020_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
Rivière Saguenay
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
La Grande Anse
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
Anse au Sable
Route de l'Anse-à-Benjamin
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse Plate
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
A
Anse à la Puce
LIM10246
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 79 µg/m³ (objectif 2025)
Concentration initiale : 50 µg/m³
[MQ] : Percentile calculé sur les maximums quotidiens des concentrations moyennes horaires
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 13
Concentrations maximales de NO2 modélisées au percentile 98 sur une période de 1 heure [MQ]
Scénario standard - CCME (2025)
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c13_wspT016_1hNO2_2025_181023.mxd



GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Carte 14

Concentrations maximales de SO_2 modélisées sur une période de 4 minutes
Scénario standard - MDDELCC

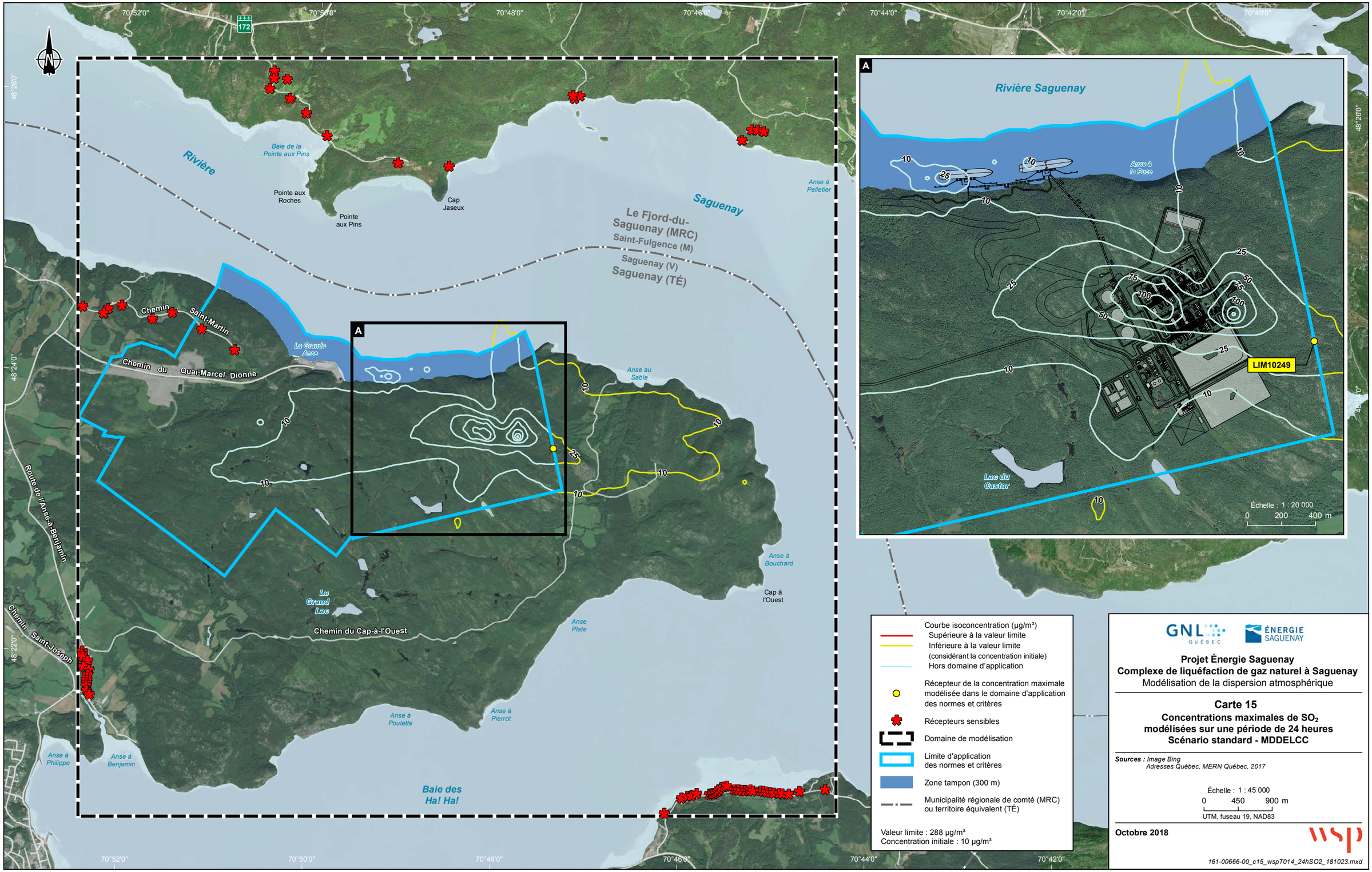
Sources : *Image Bing*
Adresses Québec, MERN Québec, 2017

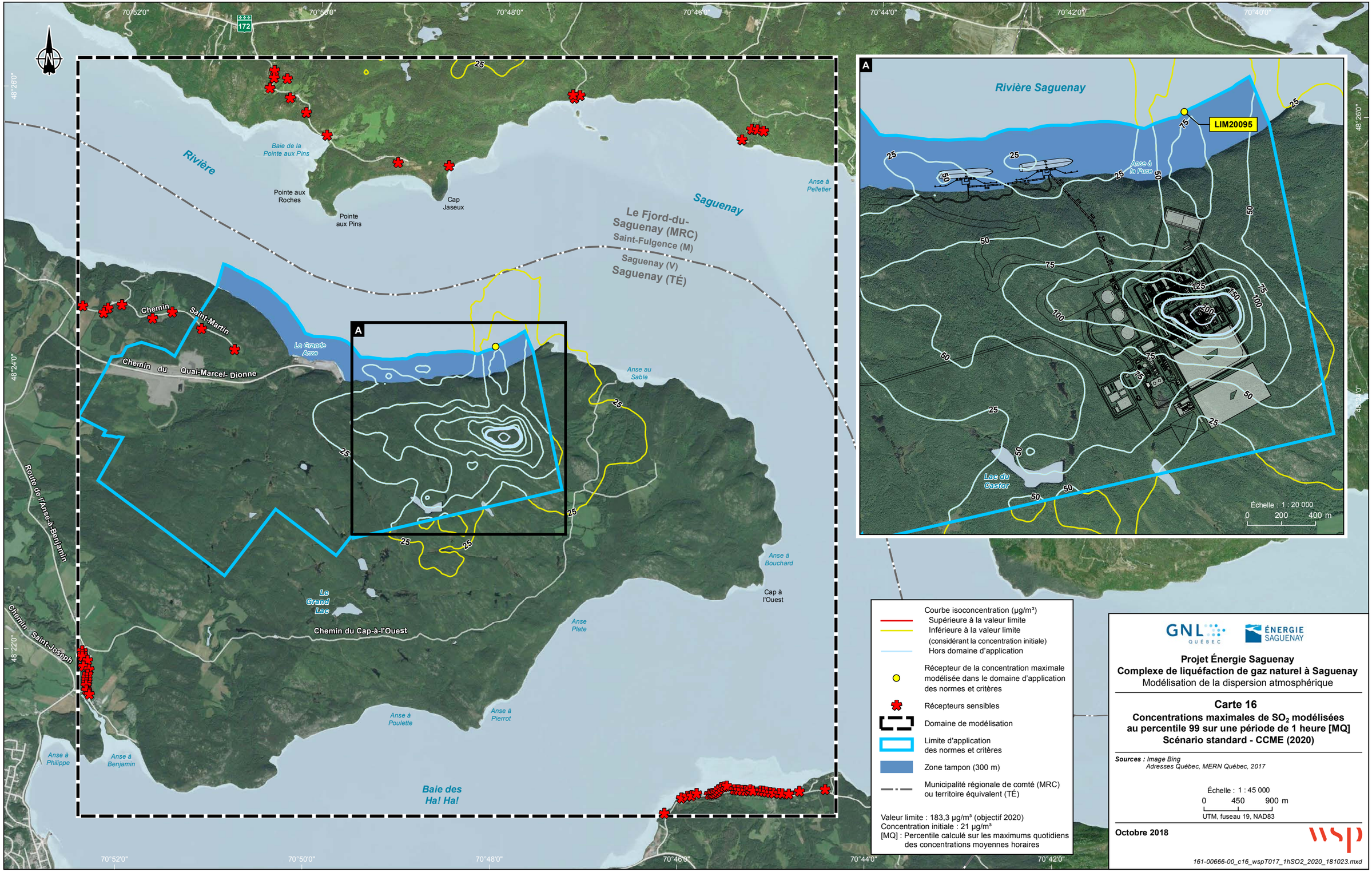
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83

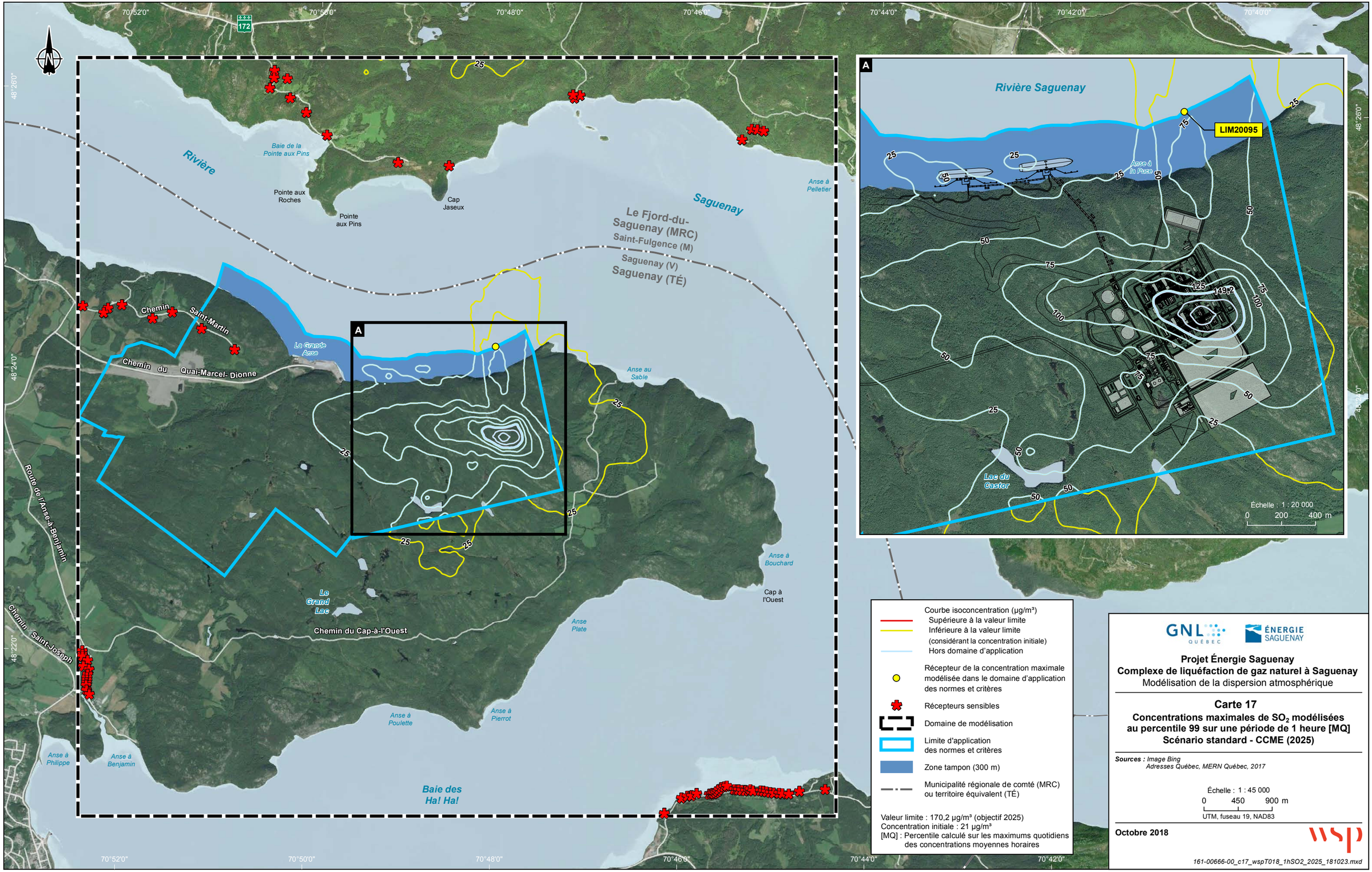
Octobre 2018

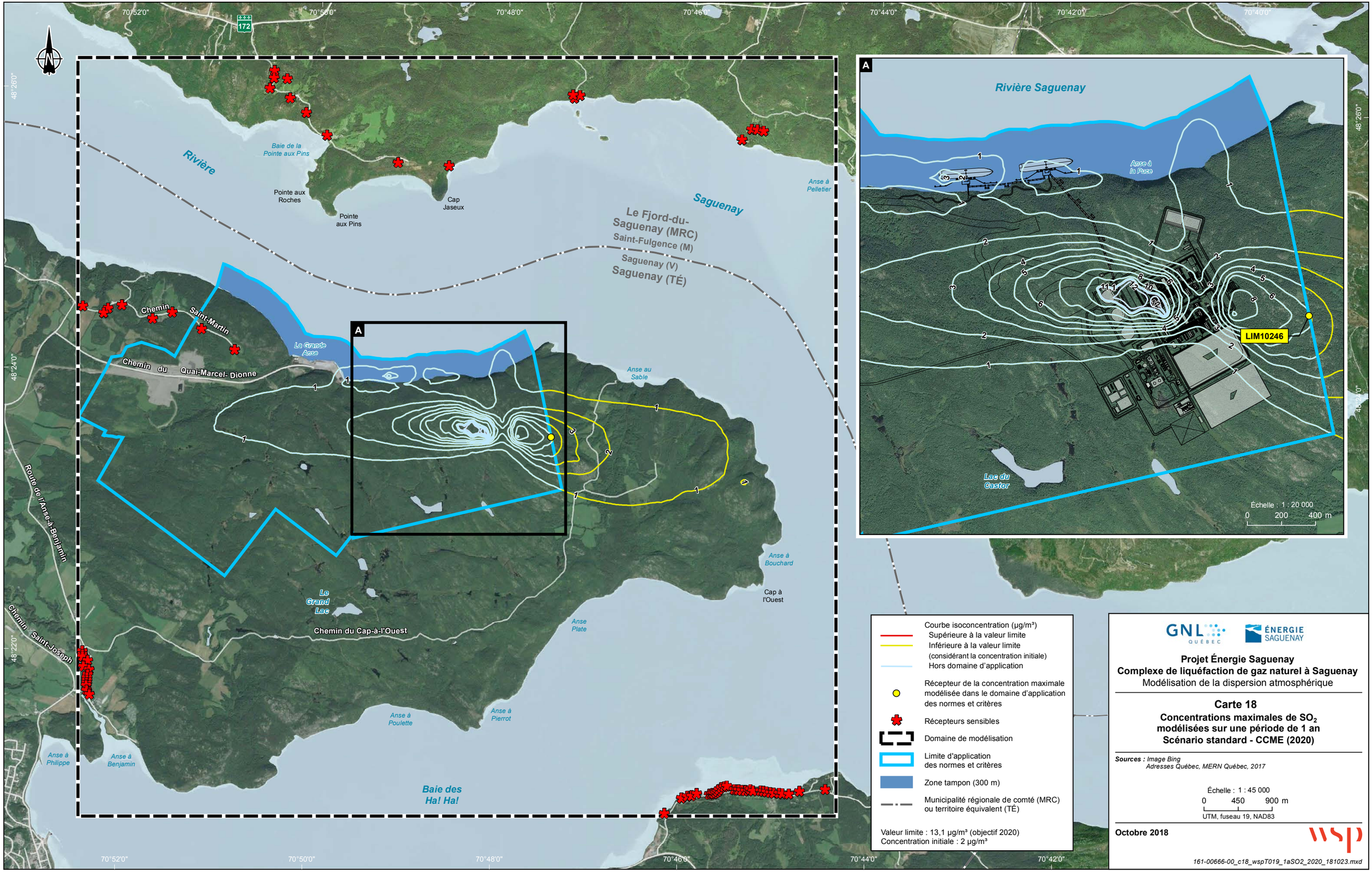
wsp

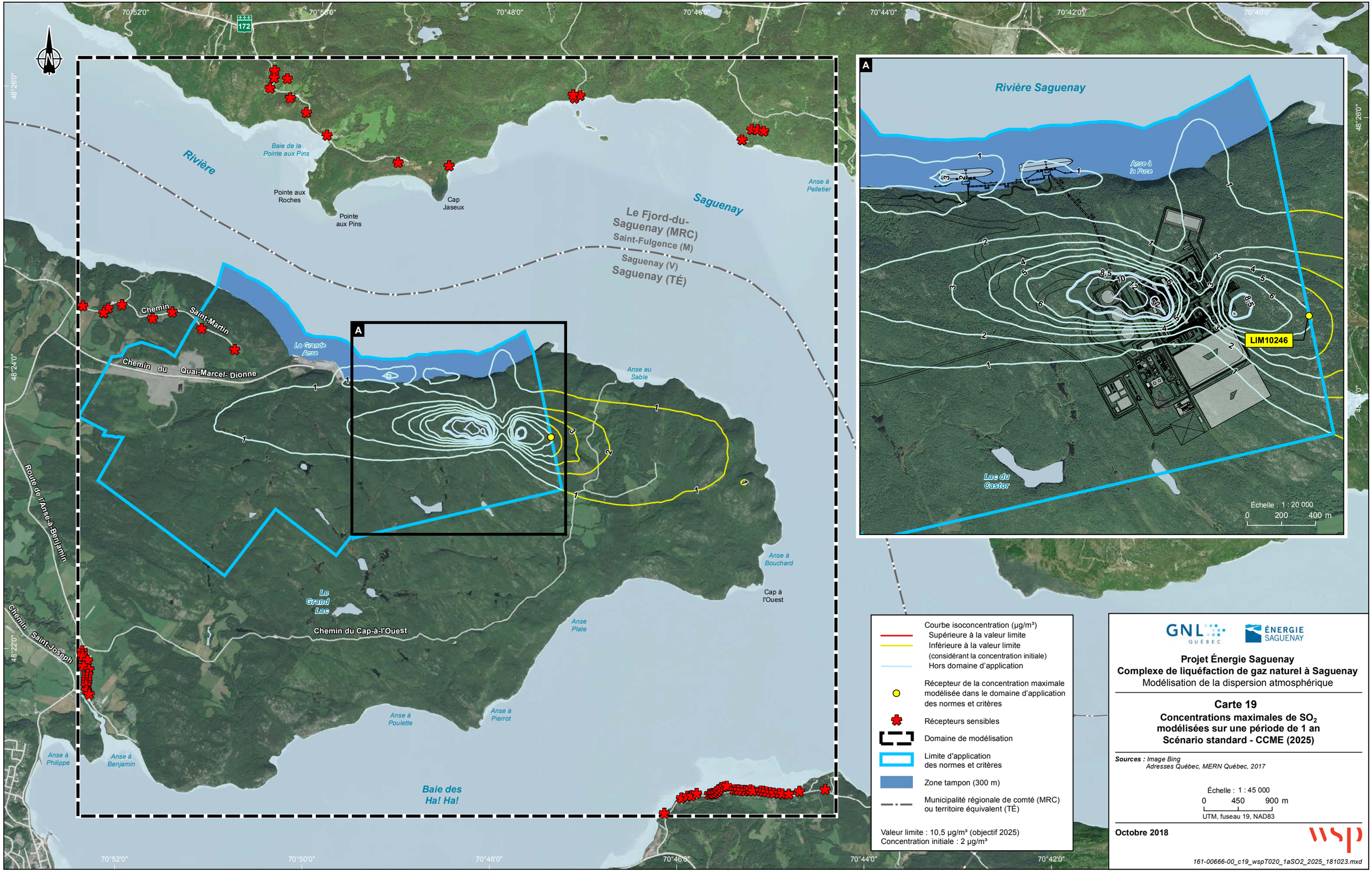
161-00666-00_c14_wspT013_4mSO2_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
Rivière
Saguenay
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
La Grande Anse
Anse au Sable
A
10
25
Route de l'Anse-à-Benjamin
Chemin Saint-Joseph
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse Plate
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
Rivière Saguenay
Anse à la Puce
50
75
100
LIM10249
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 288 µg/m³
Concentration initiale : 10 µg/m³
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 15
Concentrations maximales de SO_2 modélisées sur une période de 24 heures
Scénario standard - MDDELCC
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c15_wspT014_24hSO2_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
Rivière
Saguenay
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
La Grande Anse
Anse au Sable
Route de l'Anse-à-Benjamin
Chemin Saint-Joseph
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse Plate
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
A
Rivière Saguenay
LIM20095
Anse à la Puce
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 183,3 µg/m³ (objectif 2020)
Concentration initiale : 21 µg/m³
[MQ] : Percentile calculé sur les maximums quotidiens des concentrations moyennes horaires
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 16
Concentrations maximales de SO_2 modélisées au percentile 99 sur une période de 1 heure [MQ]
Scénario standard - CCME (2020)
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c16_wspT017_1hSO2_2020_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
A
Rivière Saguenay
LIM20095
Anse à la Puce
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Rivière
Saguenay
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
La Grande Anse
Anse au Sable
Route de l'Anse-à-Benjamin
Chemin Saint-Joseph
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse Plate
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 170,2 µg/m³ (objectif 2025)
Concentration initiale : 21 µg/m³
[MQ] : Percentile calculé sur les maximums quotidiens des concentrations moyennes horaires
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 17
Concentrations maximales de SO2 modélisées au percentile 99 sur une période de 1 heure [MQ]
Scénario standard - CCME (2025)
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c17_wspT018_1hSO2_2025_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
Rivière
Saguenay
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
La Grande Anse
Anse au Sable
Route de l'Anse-à-Benjamin
Chemin Saint-Joseph
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse Plate
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
A
Rivière Saguenay
Anse à la Puce
LIM10246
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 13,1 µg/m³ (objectif 2020)
Concentration initiale : 2 µg/m³
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 18
Concentrations maximales de SO_2 modélisées sur une période de 1 an
Scénario standard - CCME (2020)
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c18_wspT019_1aSO2_2020_181023.mxd


70°52'0"
70°50'0"
70°48'0"
70°46'0"
70°44'0"
70°42'0"
70°40'0"
48°26'0"
48°24'0"
48°22'0"
172
Rivière
Saguenay
Baie de la Pointe aux Pins
Pointe aux Roches
Pointe aux Pins
Cap Jaseux
Anse à Pelletier
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Saint-Fulgence (M)
Saguenay (V)
Saguenay (TÉ)
Chemin Saint-Martin
Chemin du Quai-Marcel-Dionne
La Grande Anse
Anse au Sable
Route de l'Anse-à-Benjamin
Le Grand Lac
Chemin du Cap-à-l'Ouest
Anse à Bouchard
Cap à l'Ouest
Anse Plate
Anse à Poulette
Anse à Pierrot
Anse à Philippe
Anse à Benjamin
Baie des Ha! Ha!
A
Rivière Saguenay
Anse à la Puce
LIM10246
Lac du Castor
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale)
Hors domaine d'application
Récepteur de la concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères
Récepteurs sensibles
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Zone tampon (300 m)
Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
Valeur limite : 10,5 µg/m³ (objectif 2025)
Concentration initiale : 2 µg/m³
GNL QUÉBEC
ÉNERGIE SAGUENAY
Projet Énergie Saguenay
Complexe de liquéfaction de gaz naturel à Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Carte 19
Concentrations maximales de SO_2 modélisées sur une période de 1 an
Scénario standard - CCME (2025)
Sources : Image Bing
Adresses Québec, MERN Québec, 2017
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Octobre 2018
wsp
161-00666-00_c19_wspT020_1aSO2_2025_181023.mxd

ANNEXE

A SOURCES D'ÉMISSIONS

Tableau A 1 : Horaire d'activité des sources considérées pour le scénario standard « pire 24 heures »

ID	Description	Durée d'activité de la source modélisée	Horaire du scénario « pire 24 heures »																									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Sources ponctuelles de l'usine																												
FLAR1	Torchère au sol vapeurs chaudes – 0.8 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FLAR2	Torchère au sol vapeurs froides – 1.8 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FLAR3	Torchère marine confinée – 0.4 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DIES1	Génératrice au diesel sous-station bâtiments – 500 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
DIES2	Génératrice au diesel sous-station pour les services auxiliaires – 750 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
DIES3	Génératrice au diesel sous-station réservoirs de GNL – 750 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
DIES4	Génératrice au diesel sous-station salle de contrôle des opérations marines – 320 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
DIES5	Pompe à eau au diesel pour protection incendie – 204 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
DIES6	Génératrice au diesel sous-station principale – 320 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
DIES7	Moteur au diesel bâtiment d'air comprimé – 250 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
TRA1A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRA1B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRA1C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRA1D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 500 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×
TRA1E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 1600 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×
TRA2A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRA2B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRA2C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRA2D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 500 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×
TRA2E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 1600 kW	1 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×
Sources fugitives																												
FUG1	Émissions fugitives reliées aux fuites des équipements de procédé	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sources associées aux bateaux																												
SHIPEX1	Génératrice auxiliaire du bateau 1	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SHIPEX2	Génératrice auxiliaire du bateau 2	24 h/24, 7 jours/7, 365 jours/an	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tableau A 2 : Paramètres physiques des sources ponctuelles de l'usine

ID	Description	X	Y	Élévation	Hauteur de relâche	Température	Vitesse	Diamètre
		(m)	(m)	(m)	(m)	(K)	(m/s)	(m)
FLAR1	Torchère au sol vapeurs chaudes – 0.8 MMBtu/h	366652	5362132	147.0	3.8	1273.0	20.0	0.16
FLAR2	Torchère au sol vapeurs froides – 1.8 MMBtu/h	366747	5362104	147.0	4.3	1273.0	20.0	0.24
FLAR3	Torchère marine confinée – 0.4 MMBtu/h	366223	5361797	184.0	30.6	1273.0	20.0	0.11
DIES1	Génératrice au diesel sous-station bâtiments – 500 kW	366449	5361059	180.0	8.0	360.0	36.0	0.56
DIES2	Génératrice au diesel sous-station pour les services auxiliaires – 750 kW	366418	5361290	180.0	8.0	360.0	36.0	0.56
DIES3	Génératrice au diesel sous-station réservoirs de GNL – 750 kW	366300	5361745	160.0	8.0	360.0	36.0	0.56
DIES4	Génératrice au diesel sous-station salle de contrôle des opérations marines – 320 kW	365953	5362319	25.0	8.0	360.0	36.0	0.56
DIES5	Pompe à eau au diesel pour protection incendie – 204 kW	366448	5361249	184.0	8.0	360.0	36.0	0.56
DIES6	Génératrice au diesel sous-station principale – 320 kW	366792	5360972	180.0	8.0	360.0	36.0	0.56
DIES7	Moteur au diesel bâtiment d'air comprimé – 250 kW	366611	5361260	186.0	8.0	360.0	36.0	0.56
TRA1A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	366736	5361831	176.0	10.0	520.0	8.0	0.88
TRA1B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	366726	5361830	176.0	14.0	1090.0	15.3	1.71
TRA1C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	366760	5361837	176.0	22.0	570.0	18.3	1.13
TRA1D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 500 kW	366845	5361711	176.0	8.0	360.0	36.0	0.56
TRA1E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 1600 kW	366463	5361710	176.0	8.0	360.0	36.0	0.56
TRA2A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	366847	5361629	176.0	10.0	520.0	8.0	0.88
TRA2B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	366837	5361627	176.0	14.0	1090.0	15.3	1.71
TRA2C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	366871	5361636	176.0	22.0	570.0	18.3	1.13
TRA2D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 500 kW	366956	5361510	176.0	8.0	360.0	36.0	0.56
TRA2E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 1600 kW	366574	5361509	176.0	8.0	360.0	36.0	0.56

Tableau A 3 : Taux d'émission des sources ponctuelles de l'usine

ID	Description	Taux d'émissions (G/S)									
		PMT	$PM_{2.5}$	CO	NOx	SO_2	H_2S	COV	Xylène (o,m,p)	Éthylène	Pentane
FLAR1	Torchère au sol vapeurs chaudes – 0.8 MMBtu/h	1.31E-04	1.31E-04	3.73E-02	6.85E-03	5.93E-05	0.00E+00	6.35E-03	5.39E-09	0.00E+00	2.58E-08
FLAR2	Torchère au sol vapeurs froides – 1.8 MMBtu/h	2.95E-04	2.95E-04	8.39E-02	1.54E-02	1.33E-04	0.00E+00	1.43E-02	1.21E-08	0.00E+00	5.81E-08
FLAR3	Torchère marine confinée – 0.4 MMBtu/h	6.55E-05	6.55E-05	1.86E-02	3.43E-03	2.96E-05	0.00E+00	3.18E-03	2.69E-09	0.00E+00	1.29E-08
DIES1	Génératrice au diesel sous-station bâtiments – 500 kW	1.34E-02	1.30E-02	8.76E-02	4.13E-01	4.61E-04	0.00E+00	1.72E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES2	Génératrice au diesel sous-station pour les services auxiliaires – 750 kW	2.01E-02	1.95E-02	2.07E-01	5.86E-01	6.91E-04	0.00E+00	2.57E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES3	Génératrice au diesel sous-station réservoirs de GNL – 750 kW	2.01E-02	1.95E-02	2.07E-01	5.86E-01	6.91E-04	0.00E+00	2.57E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES4	Génératrice au diesel sous-station salle de contrôle des opérations marines – 320 kW	8.58E-03	8.32E-03	5.61E-02	2.64E-01	2.95E-04	0.00E+00	1.10E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES5	Pompe à eau au diesel pour protection incendie – 204 kW	5.47E-03	5.30E-03	3.17E-02	1.56E-01	1.88E-04	0.00E+00	1.29E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES6	Génératrice au diesel sous-station principale – 320 kW	8.58E-03	8.32E-03	5.61E-02	2.64E-01	2.95E-04	0.00E+00	1.10E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES7	Moteur au diesel bâtiment d'air comprimé – 250 kW	6.70E-03	6.50E-03	3.89E-02	1.91E-01	2.30E-04	0.00E+00	1.59E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA1A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	4.45E-02	4.45E-02	4.92E-01	2.93E-01	3.51E-03	0.00E+00	3.22E-02	2.73E-08	0.00E+00	1.31E-07
TRA1B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	5.34E-02	5.34E-02	5.90E-01	3.51E-01	9.41E+00	0.00E+00	3.87E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA1C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	1.62E-01	1.62E-01	1.79E+00	2.98E+00	1.28E-02	0.00E+00	1.17E-01	9.94E-08	0.00E+00	4.77E-07
TRA1D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 500 kW	1.34E-02	1.30E-02	8.76E-02	4.13E-01	4.61E-04	0.00E+00	1.72E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA1E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 1600 kW	4.29E-02	4.16E-02	2.54E-01	1.25E+00	1.47E-03	0.00E+00	5.49E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA2A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	4.45E-02	4.45E-02	4.92E-01	2.93E-01	3.51E-03	0.00E+00	3.22E-02	2.73E-08	0.00E+00	1.31E-07
TRA2B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	5.34E-02	5.34E-02	5.90E-01	3.51E-01	9.41E+00	0.00E+00	3.87E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA2C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	1.62E-01	1.62E-01	1.79E+00	2.98E+00	1.28E-02	0.00E+00	1.17E-01	9.94E-08	0.00E+00	4.77E-07
TRA2D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 500 kW	1.34E-02	1.30E-02	8.76E-02	4.13E-01	4.61E-04	0.00E+00	1.72E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA2E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 1600 kW	4.29E-02	4.16E-02	2.54E-01	1.25E+00	1.47E-03	0.00E+00	5.49E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tableau A 3 : Taux d'émission des sources ponctuelles de l'usine (suite)

ID	Description	Taux d'émissions (G/S)										
		Isopentane	Isopent.+ pentane	n-Hexane	Isohexane	n-Heptane	2,2,4– Triméthyl pentane	Octane	Isooctane + octane	Benzène	Toluène	Éthylbenzène
FLAR1	Torchère au sol vapeurs chaudes	5.11E-08	7.69E-08	6.57E-08	6.57E-08	6.57E-08	6.57E-08	6.57E-08	1.31E-07	5.39E-09	5.39E-09	5.39E-09
FLAR2	Torchère au sol vapeurs froides	1.15E-07	1.73E-07	1.48E-07	1.48E-07	1.48E-07	1.48E-07	1.48E-07	2.96E-07	1.21E-08	1.21E-08	1.21E-08
FLAR3	Torchère marine confinée	2.55E-08	3.84E-08	3.28E-08	3.28E-08	3.28E-08	3.28E-08	3.28E-08	6.57E-08	2.69E-09	2.69E-09	2.69E-09
DIES1	Génératrice au diesel sous-station bâtiments – 500 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES2	Génératrice au diesel sous-station pour les services auxiliaires – 750 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES3	Génératrice au diesel sous-station réservoirs de GNL – 750 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES4	Génératrice au diesel sous-station salle de contrôle des opérations marines – 320 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES5	Pompe à eau au diesel pour protection incendie – 204 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES6	Génératrice au diesel sous-station principale – 320 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
DIES7	Moteur au diesel bâtiment d'air comprimé – 250 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA1A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	2.59E-07	3.90E-07	3.33E-07	3.33E-07	3.33E-07	3.33E-07	3.33E-07	6.66E-07	2.73E-08	2.73E-08	2.73E-08
TRA1B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA1C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	9.43E-07	1.42E-06	1.21E-06	1.21E-06	1.21E-06	1.21E-06	1.21E-06	2.43E-06	9.94E-08	9.94E-08	9.94E-08
TRA1D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 500 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA1E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 1 – 1600 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA2A	Système chauffage - gaz de régénération – 47.4 MMBtu/h	2.59E-07	3.90E-07	3.33E-07	3.33E-07	3.33E-07	3.33E-07	3.33E-07	6.66E-07	2.73E-08	2.73E-08	2.73E-08
TRA2B	Oxydateur Thermique (unité d'enlèvement des gaz acides) – 56.9 MMBtu/h	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA2C	Système chauffage huile synthétique – 172.6 MMBtu/h	9.43E-07	1.42E-06	1.21E-06	1.21E-06	1.21E-06	1.21E-06	1.21E-06	2.43E-06	9.94E-08	9.94E-08	9.94E-08
TRA2D	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 500 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRA2E	Génératrice de secours au diesel – Unité de liquéfaction 2 – 1600 kW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tableau A 4 : Paramètres physiques de la source fugitive associée aux fuites des équipements de procédés

ID	Description	X	Y	Élévation	Hauteur de relâche	Sygma Y	Sygma Z
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
FUG1	Émissions fugitives reliées aux fuites des équipements de procédé	366695	5361619	176.1	18.30	93.02	17.02

Tableau A 5 : Taux d'émission de la source fugitive associée aux fuites des équipements de procédés

ID	Description	Taux d'émissions (G/S)									
		PMT	$PM_{2.5}$	CO	NOx	SO_2	H_2S	COV	Xylène (o,m,p)	Éthylène	Pentane
FUG1	Émissions fugitives reliées aux fuites des équipements de procédé	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.14E+00	9.65E-07	0.00E+00	4.63E-06

Tableau A 5 : Taux d'émission de la source fugitive associée aux fuites des équipements de procédés (suite)

ID	Description	Taux d'émissions (G/S)										
		Isopentane	Isopentane + pentane	n-Hexane	Isohexane	n-Heptane	2,2,4– Triméthyl pentane	Octane	Isooctane + octane	Benzène	Toluène	Éthylbenzène
FUG1	Émissions fugitives reliées aux fuites des équipements de procédé	9.15E-06	1.38E-05	1.18E-05	1.18E-05	1.18E-05	1.18E-05	1.18E-05	2.35E-05	9.65E-07	9.65E-07	9.65E-07

Tableau A 6 : Paramètres physiques des sources ponctuelles associées aux génératrices auxiliaires des bateaux

ID	Description	X	Y	Élévation	Hauteur de relâche	Température	Vitesse	Diamètre
		(m)	(m)	(m)	(m)	(K)	(m/s)	(m)
SHIPEX1	Génératrice auxiliaire du navire-citerne 1	365749	5362423	29	2	755.04	30.97	0.25
SHIPEX2	Génératrice auxiliaire du navire-citerne 2	365279	5362381	29	2	755.04	30.97	0.25

Tableau A 7 : Taux d'émission des sources ponctuelles associées aux génératrices auxiliaires des bateaux

ID	Description	Taux d'émissions (G/S)						
		PMT	$PM_{2.5}$	CO	NOx	SO_2	H_2S	COV
SHIPEX1	Génératrice auxiliaire du navire-citerne 1	4.51E-02	3.98E-02	2.26E-01	5.55E-01	9.17E-02	0.00E+00	5.63E-02
SHIPEX2	Génératrice auxiliaire du navire-citerne 2	4.51E-02	3.98E-02	2.26E-01	5.55E-01	9.17E-02	0.00E+00	5.63E-02

7-10 NOTE TECHNIQUE – ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GES

NOTE TECHNIQUE

CLIENT :	GNL Québec		
PROJET :	Complexe de liquéfaction de gaz naturel du Saguenay	**Réf. WSP :**	161-00666-00
OBJET :	Évaluation des émissions de GES – rév. 1	**DATE :**	5 décembre 2018
DESTINATAIRE :	Caroline Hardy		
C. C. :	Nathalie Fortin		

La présente note technique détaille l'estimation des émissions de gaz à effet de serre associés au projet du Complexe de liquéfaction de gaz naturel du Saguenay du promoteur GNL Québec.

1 CONTEXTE ET MÉTHODOLOGIE

GNL Québec (GNLQ) désire construire un complexe de liquéfaction de gaz naturel à proximité du terminal de Grande-Anse, au Saguenay (Québec). Les installations du complexe de liquéfactions permettront la liquéfaction, l'entreposage et le transbordement de gaz naturel, provenant des champs gaziers de l'Ouest canadien, dans le but d'exporter 10,5 millions de tonnes de gaz naturel liquéfié (GNL) par an. Le complexe devrait être opérationnel d'ici 2025 et sa durée d'opération prévue est de 50 ans.

Dans ce contexte, WSP a été mandaté pour effectuer une estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) associées aux activités du projet, tel que décrit dans l'étude d'impact environnemental. Les GES et potentiels de réchauffement planétaires considérés dans cette évaluation sont ceux du 4e rapport de synthèse du GIEC:

Gaz à effet de serre	Potentiel de réchauffement planétaire
Le dioxyde de carbone (CO_2)	1
Le méthane (CH_4)	25
L'oxyde nitreux (N_2O)	298

Les activités considérées dans l'inventaire incluent les activités de la période de construction du complexe de même que son opération annuelle une fois le projet en exploitation.

1.1 SOURCES CONSIDÉRÉES

Les activités considérées durant chacune de ces phases sont décrites ci-dessous :

1 Période de construction (période de 5 ans) :

- Le transport des matériaux et des équipements vers le site du projet.

WSP Canada Inc.
16e étage
1600, boul. René-Lévesque Ouest
Montréal QC H3H 1P9
Canada

Tél. : +1-514-340-0046
Téléc. : +1-514-340-1337

wsp.com

- La machinerie et les véhicules hors-route opérant sur le site pour l'ensemble des activités de préparation du site et de construction.

  Le camionnage logistique (acheminement des matériaux et matériel) requis pour la construction du complexe n'a pas été déterminé à cette étape de projet. Dans le cadre de l'évaluation des GES émis lors du transport des matériaux et équipements vers le chantier de construction du complexe de liquéfaction de gaz naturel, des points d'origine fixe réalistes ont été déterminés en fonction d'un projet de nature jugé comparable. Bien que le projet en question soit potentiellement d'ampleur différente, cette hypothèse permet de déterminer une distance de transport approximative car les distances logistiques n'étaient pas déterminées dans la définition actuelle du projet. Le camionnage de logistique sera défini à l'ingénierie détaillée.

2 Période d'opération :

- Les émissions de procédé associées à la combustion dans les sources fixes des équipements de procédé (préchauffage du gaz, oxydation thermique des contaminants récupérés lors du prétraitement du gaz naturel de même que les pilotes des torchères) .
- Les fuites fugitives de méthane provenant du complexe de liquéfaction de gaz naturel.
- L'énergie électrique consommée par le complexe en opération.
- Le transit des navires-citernes arrivant et quittant les infrastructures maritimes.

3 Exclusion :

De manière à évaluer justement et pertinemment les émissions du projet, les sources suivantes ont été exclues de l'inventaire en raison de leur faible ampleur dans le contexte du projet et/ou de l'impossibilité d'en faire une estimation adéquate.

- Les éventuels systèmes de climatisation associés à la machinerie et aux véhicules, pour les périodes de construction et d'opération, et ceux des navires utilisés transitant aux infrastructures maritimes en opération.
- La mobilisation de la machinerie vers le site du projet (machinerie assumée d'origine locale).
- L'utilisation de génératrices pour l'éclairage du site en phase de construction.

1.2 FACTEURS D'ÉMISSIONS

Les données de base utilisées dans l'évaluation proviennent des documents de projet et des références indiquées en annexe. Les facteurs d'émissions utilisés proviennent de :

- Environnement Canada - inventaire national de rejet de GES – 2016;
- Canadian Arctic Shipping and Emission Assessment;
- Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants atmosphériques.

2 PHASE CONSTRUCTION DU COMPLEXE

2.1 MACHINERIE ET VÉHICULES DE TRAVAUX CIVILS

Les émissions de la machinerie et véhicules utilisés durant la construction du projet de GNLQ ont été estimées et produites en utilisant la planification d'utilisation de machinerie projetée des travaux civils requis pour la réalisation

du complexe de liquéfaction. Cette planification inclut le nombre et l'horaire d'utilisation des machines et a été utilisée pour estimer le nombre total d'heures d'utilisation.

Chaque type de machines, véhicules ou véhicules-outils a été caractérisé par un modèle jugé représentatif de ce type. La consommation de diesel et d'essence des types de véhicules a été estimée en fonction de la puissance de moteur du modèle représentatif et sous l'hypothèse d'une consommation d'un gallon de diesel/heure par 19 HP de puissance de moteur et selon des facteurs de charge par type de machinerie tel que suggérés par l'EPA. Les facteurs d'émissions d'Environnement Canada pour moteur diesel et essence de véhicules hors route et ceux pour moteur diesel et essence de véhicules lourds ont été utilisés pour finaliser l'estimation des émissions de GES.

Le détail des calculs est présenté en annexe. La construction étant directement sous le contrôle opérationnel de GNLQ, ces émissions sont considérées directes. Le tableau 1 présente les émissions de GES dues à la machinerie utilisée pour la construction du complexe estimée sur 5 ans.

Tableau 1 Émissions directe de GES sur 5 ans de la machinerie sur le site, phase de construction

Émissions de GES, tonnes – opération de la machinerie sur 5 ans			
CO_2	**CH_4**	**N_2O**	**CO_2eq**
212 298	12	86	238 112

2.2 TRANSPORT DES MATÉRIAUX ET ÉQUIPEMENTS

Les détails de la logistique de construction ne sont pas connus à cette étape. Le tableau suivant utilise les matériaux et équipements de construction transportés au site du terminal maritime en rive nord du Saguenay qui sont pris comme référence pour la construction du complexe de liquéfaction de gaz naturel; et les hypothèses considérées pour estimer l'ordre de grandeur des émissions de GES liés à ce transport. Le camionnage de logistique sera défini à l'ingénierie détaillée.

Tableau 2 Intrants de calcul utilisé du terminal en rive nord du Saguenay pour l'estimation des émissions de GES du transport des matériaux du projet de GNLQ, phase de construction

Élément transporté au site	Distance de transport (point d'origine)	Mode de transport (consommation)	Quantité requise	Capacité par voyage/nombre de voyage
Béton (pré-mélangé)	38 km (St-Honoré)	Bétonnière (40l/100 km)	3 566 m^3	20 tonnes/ 375 voyages
Bitume	248 km (St-Romuald)	Camion 10 ou 12 roues (40l/100 km)	24 890 m^3	21 tonnes/ 1 209 voyages
Équipements lourds	230 km (port de Québec)	Camion lourd (40l/100 km)	-	150 voyages
Équipements et autres matériaux	230 km (port de Québec)	Camion lourd (40l/100 km)	-	75 voyages

Les distances totales ont été estimées en fonction du nombre de voyages requis et en considérant l'aller-retour du camion. Les facteurs d'émissions d'Environnement Canada pour véhicule lourd au diesel (avec dispositif avancé

antipollution) ont été considérés. Le béton utilisé sur le site est considéré avoir été reçu au site pré-mélangé et arrivant en bétonnières, par opposition à une réception de ciment en poudre et à un mélange in situ.

Aucun transport de matériaux de remblai n'a été considéré, assumant l'usage de matériaux locaux au site mis en disponibilité par les opérations de déblais/remblais effectuées. Le détail des calculs est présenté en annexe. Le transport des matériaux en phase construction n'étant pas directement sous le contrôle opérationnel de GNLQ, ces émissions sont considérées indirectes.

Tableau 3 Émissions indirectes de GES du transport des matériaux et équipements, phase de construction sur 5 ans

Émissions de GES, tonnes sur 5 ans - opération de la machinerie			
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
3670	0,150	0,206	3735

3 OPÉRATION

Le gaz naturel en provenance de l'Ouest canadien arrivera au complexe par gazoducs pour y être liquéfié puis exporté par navires-citernes de capacité moyenne de 170 000 m^3 de GNL transporté soit 70 000 tonnes de déplacement[1]. La présente section détaille l'estimation des émissions des activités liées à l'opération du complexe.

3.1 PROCÉDÉ DE LIQUÉFACTION

Les émissions de GES du procédé de liquéfaction du gaz naturel proviennent des sources fixes de combustion continues et périodiques tels que le chauffage et les génératrices, respectivement. Les facteurs d'émission de l'AP-42, chapitre 1, ont été utilisés pour les sources continues associées à la combustion du gaz naturel. Les facteurs d'émissions du RDOCECA pour les émissions fixes de type génératrice utilisant du diesel ont été considérés. On retrouve les fuites fugitives parmi les sources périodiques du procédé.

Le tableau suivant présente les émissions de GES du procédé de liquéfaction du gaz naturel, considérées comme directes.

Tableau 4 Émissions directes de GES des procédés du GNL

	Émissions de GES, tonnes/année – procédé de liquéfaction			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Sources de combustion continues (chauffage)	406 756	5	1,4	407 295
Sources de combustion périodiques (génératrices)	16 887	15	0,1	17 285
Sources fugitives	1	1 142	-	28 551
Total	463 644	1 162	1,5	453 130

1 1 m^3 GNL = 0,4049 tonnes de GNL (https://apps.neb-one.gc.ca/Conversion/conversion-tables.aspx?GoCTemplateCulture=fr-CA)

3.2 TRANSIT DES NAVIRES-CITERNES ARRIVANT ET QUITTANT LES INFRASTRUCTURES MARITIMES

Les émissions de GES des navires-citernes transitant aux infrastructures maritimes proviennent de l'utilisation de la combustion de combustibles fossiles dans les moteurs de propulsion, dans les génératrices auxiliaires au diesel et dans la bouilloire auxiliaire utilisant de l'huile lourde. Par conservatisme, l'estimation des GES considère la combustion du diesel et de l'huile lourde alors qu'il est attendu que les navires-citernes pourront utiliser des gaz d'évaporation lors de leur déplacement. Ces gaz d'évaporation auront une intensité carbone moindre que les combustibles considérés dans cette estimation et donc des émissions de GES inférieures. Les émissions des navires-citernes ont été estimées sur la période pendant laquelle ils sont dans la zone d'étude du projet, soit sur une distance de 10 km et moins. Lors de l'approche et du départ des navires, 2 à 3 remorqueurs pourraient être utilisés en moyenne selon les conditions météorologiques, pour assister au besoin la manœuvre d'accostage et d'appareillage. Les émissions des remorqueurs ont aussi été considérées dans cette estimation.

Le tableau suivant présente les données et facteurs spécifiques utilisés dans l'évaluation des émissions de GES des navires.

Tableau 5 Données d'estimation des émissions associées aux navires-citernes, phase opération

Paramètre	Valeur	Source
Type de navires	70 000 tonnes de déplacement	Description du projet (170 000 m^3)
Puissance du moteur principal des navires	10 020 kW	Propulsion Trends tankers - moyenne entre 65 000 et 75 000 tonnes
Facteur de charge du moteur principal en manœuvre d'approche	10 %	SNC-Lavalin, 2012, Canadian 2010 National Marine Emission Inventory
Facteur de charge du moteur principal en manœuvre d'accostage	28 %	SNC-Lavalin, 2012, Canadian 2010 National Marine Emission Inventory
Durée de navigation totale dans la zone d'étude locale	2,25 heures	30 minutes de navigation, approche, 45 minutes d'accostage, 30 minutes d'appareillage et 30 minutes de navigation en sortie de zone
Puissance auxiliaire effective utilisée en manœuvre	520 kW	COSBC 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Consommation d'huile lourde à la bouilloire	0,08 tonne de HFO/h	COSBC 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Nombre de remorqueurs moyen par navire	2,33	4 mois de conditions difficiles (hiver) donc 3 remorqueurs et 8 mois de conditions normales donc 2 remorqueurs, par navire transitant aux infrastructures maritimes
Puissance motrice des remorqueurs	5 000 HP	Projet Port Saguenay
Facteur de charge des moteurs des remorqueurs	32 %	Étude d'impact terminal Robert Bank 2 de Levelton
Énergie motrice totale, manœuvre	10 597 kWh	Sommation
Puissance auxiliaire, à quai	405 kW	COSBC 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Durée à quai	15 heures	Valeur considérée pour le projet

Paramètre	Valeur	Source
Énergie auxiliaire totale à quai	6 075 kWh	Consommation
Densité de l'huile lourde HFO	1,02 kg/L	Fiche technique HFO
Nombre annuel de navires transitant aux infrastructures maritimes	200 navires de type 170 000 m^3 en moyenne	Selon courriel client (navires attendus entre 160 000 m^3 et 180 000 m^3)
Facteur d'émission de GES, énergie marine	670 g CO_2/kWh 0,06 g CH_4/kWh 0,02 g N_2O/kWh	Canadian Arctic Shipping and Emission Assessment citant le Marine Emission Inventory Tool
Facteur d'émissions, HFO à la bouilloire	3 156 g CO_2/l HFO 0,28 g CH_4/l HFO 0,079 g N_2O/l HFO	Environnement Canada - inventaire national de rejet de GES - 2013

Les émissions de GES issues du transit de navires-citernes (incluant la période à quai et les remorqueurs d'assistance) sont présentées dans le tableau suivant. Les navires-citernes n'étant pas directement sous le contrôle opérationnel de GNLQ, ces émissions sont considérées indirectes.

Tableau 6 Émissions indirectes de GES associés aux navires-citernes, phase d'opération

	Émissions de GES, tonnes/année – transit des navires			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Flotte de navire-citerne en manœuvre	1618	0,14	0,05	1636
Flotte à quai	1557	0,14	0,04	1573
Totale	3175	0,28	0,09	3209

3.2.1 SCÉNARIO D'OPÉRATION AVEC NAVIRES-CITERNES ALTERNATIFS

WSP a considéré un scénario avec navires-citernes alternatifs aux infrastructures maritimes en fonction d'hypothèses sur le type de navires qu'il pourrait accueillir soit le navire-citerne de type Q-Flex.

À noter, la consommation électrique du complexe est estimée ne pas varier significativement dans le cadre de ce scénario maximal.

Les infrastructures maritimes seront en mesure d'accueillir des navires plus gros, jusqu'à des navires de type Q-Flex de 217 000 m^3 de GNL. Les émissions de GES d'un Q-Flex ont été évaluées en utilisant la même méthodologie et les mêmes données d'entrée que pour l'évaluation des émissions de GES des autres navires-citernes. La puissance motrice considérée pour un navire-citerne de type Q-Flex est de 19 380 kW. Les émissions unitaires du transit d'un Q-Flex sont aussi indiquées pour fin de comparaison.

Les émissions unitaires du Q-Flex ont été estimées selon une méthodologie cohérente avec celles estimées pour les autres navires-citernes, mais en utilisant les paramètres présentés dans les deux tableaux suivants.

Tableau 7 Données d'estimation des émissions associées aux navires-citernes, phase opération – scénario maximal

Paramètre	Valeur	Source
Type de navires	Q-Flex, 217 000 m^3 de gaz	Description du scénario maximal
Puissance du moteur principal des navires	19 380 kW	Propulsion Trends in tankers – VLBC - 90 000 tonnes
Facteur de charge du moteur principal en manœuvre d'approche	10 %	SNC-Lavalin, 2012, Canadian 2010 National Marine Emission Inventory
Facteur de charge du moteur principal en manœuvre d'accostage	28 %	SNC-Lavalin, 2012, Canadian 2010 National Marine Emission Inventory
Durée de navigation totale dans la zone d'étude locale	2,25 heures	30 minutes de navigation, approche, 45 minutes d'accostage, 30 minutes d'appareillage et 30 minutes de navigation en sortie de zone
Puissance auxiliaire effective utilisée en manœuvre	520 kW	COSBC 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Consommation d'huile lourde à la bouilloire	0,08 tonne de HFO/h	COSBC 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Nombre de remorqueurs moyen par navire	3,33	4 mois de conditions difficiles (hiver) donc 4 remorqueurs et 8 mois de conditions normales donc 3 remorqueurs, par navire transitant aux infrastructures maritimes
Puissance motrice des remorqueurs	5 000 HP	Hypothèse
Facteur de charge des moteurs des remorqueurs	32%	Étude d'impact terminal Robert Bank 2 de Levelton
Énergie motrice totale, manœuvre	3 278 kWh	Sommation
Puissance auxiliaire, à quai	405 kW	COSBC 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Durée à quai	18 heures	Valeur considérée pour le scénario maximal
Énergie auxiliaire totale à quai	6 075 kWh	Consommation
Densité de l'huile lourde HFO	1,02 kg/L	Fiche technique HFO
Facteur d'émission de GES, énergie marine	670 g CO_2/kWh 0,06 g CH_4/kWh 0,02 g N_2O/kWh	Canadian Arctic Shipping and Emission Assessment citant le Marine Emission Inventory Tool
Facteur d'émissions, HFO à la bouilloire	3 156 g CO_2/l HFO 0,28 g CH_4/l HFO 0,079 g N_2O/l HFO	Environnement Canada – inventaire national de rejet de GES – 2013

Les émissions unitaires de GES issues du transit par navire alternatif de plus grande capacité (Q-Flex) (incluant la période à quai et les remorqueurs d'assistance) sont présentées dans le tableau suivant. Les navires-citernes n'étant pas directement sous le contrôle opérationnel de GNLQ, ces émissions sont considérées indirectes.

Tableau 8 Émissions unitaires indirectes de GES associés aux navires alternatifs (Q-Flex)

	Émissions unitaires de GES, tonnes / transit de navires-citernes			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Navire en manœuvre	12,51	0,0011	0,0004	12,65
Navire à quai	9,3	0,0008	0,0003	9,4
Total	**21,9**	**0,0020**	**0,0006**	**22,1**

Tableau 9 Comparaison des émissions unitaires de GES par type de navire-citerne, phase d'opération

	Émissions de GES, tonnes / transit de navires-citernes			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Navire-citerne Q-Flex (217 000 m^3)	21,9	0,0020	0,0006	22,1
Navire-citerne (170 000 m^3)	15,9	0,0014	0,0004	16
Différence d'émissions entre les 2 types de navires-citernes	**6,0**	**0,0005**	**0,0002**	**6,0**

En raison de sa puissance motrice supérieure, les émissions de GES d'un Q-Flex sont estimées être 38 % plus élevées que celles d'un navire-citerne plus petit. Par contre, l'intensité des émissions (tonnes GES par tonne transportée) sera potentiellement plus basse pour un Q-Flex transportant 217 000 m^3 de GNL que pour celui transportant 170 000 m^3 de GNL. Pour chaque remplacement de navire-citerne par un Q-Flex, les émissions sont augmentées de 6 tonnes CO_{2eq}, /transit de navire-citerne.

3.3 ÉNERGIE ÉLECTRIQUE CONSOMMÉE PAR LE COMPLEXE EN OPÉRATION

En opération, les équipements du complexe assurant les activités logistiques sont alimentés en électricité directement du réseau d'Hydro-Québec. Selon les données du projet, la puissance requise par les équipements en opération est de 550 MW sur une période de 8 736 heures par année. L'énergie électrique consommée par le complexe annuellement est donc estimée à 4 804 800 MWh. Comme cette énergie électrique est consommée, mais non produite par le complexe de liquéfaction de gaz naturel, il s'agit donc d'émissions indirectes.

Les émissions indirectes de GES dues à l'utilisation électrique ont été estimées en multipliant cette quantité d'énergie par les facteurs appropriés présentés dans le Rapport d'inventaire national 1990-2016, table A13-6 et sont présentées au tableau suivant.

Tableau 10 Émissions indirectes de GES associés à l'utilisation d'électricité, phase d'opération

Émissions de GES, tonnes /année – utilisation d'électricité au complexe de liquéfaction			
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
9 610	0,000	0,480	9 753

4 SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DU PROJET

Le tableau suivant présente les émissions estimées pour le projet. Le tableau détaille les émissions d'opération, autant directes qu'indirectes, ainsi que les émissions unitaires additionnelles découlant des activités du scénario maximal d'opération.

Tableau 11 Sommaire des émissions estimées de GES associés au projet de liquéfaction du gaz naturel

Activité	Type d'émissions	Émissions de GES tonnes			
		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Période de construction (calculé pour la durée totale de construction : 5 ans)					
Machinerie sur le site	Directes-construction	212 298	12	86	238 112
Transport des matériaux[1]	Indirectes-construction	3 533	0,144	0,198	3 595
Période d'opération (calcul par année)					
Procédés	Directes-opération	423 643	20	1,5	424 580
Fugitives	Directes-opération	1	1142	-	28 551
Électricité au complexe	Indirectes-opération	9 610	0,96	0,48	9 777
Navires-citernes[2] (scénario 200, 170 000 m^3)	Indirectes-opération	3 175	0,28	0,09	3 209

Note :

1 Émissions estimées de GES associés au projet de liquéfaction du gaz naturel utilisé pour la construction liée au projet du terminal en rive nord du Saguenay

2 Pour chaque navire-citerne remplacé par un Q-Flex (217 000 m3), les émissions seront augmentées de 6 tonnes CO2eq/transit de navire-citerne

5 CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS DE GES DU PROJET

Les activités liées à l'opération du complexe de liquéfaction de gaz naturel produiront en moyenne 453 kT CO_2eq/an. Puisque les principales sources d'émissions de GES en opération (navire, procédés, fugitives, électricité) sont sous le contrôle opérationnel de GNLQ, ces émissions sont considérées majoritairement directes.

1 En construction

- Directe : machinerie sur le site
- Indirectes : transport des matériaux

2 En opération

- Directes : procédé de liquéfaction du gaz naturel ainsi que les fugitives
- Indirectes : les navires-citernes et l'électricité

Les émissions de GES liées à la construction du complexe sont estimées à 242 kT de CO_2eq sur une période d'environ cinq ans. La majorité de ces émissions non répétitives de GES sont directes, étant associées à l'opération de machinerie sur le chantier.

5.1 AU QUÉBEC

En 2015, les émissions totales de GES au Québec se chiffraient à 81,7 MT CO_2eq., soit 10,0 T par habitant, représentant 11,6 % des émissions canadiennes, lesquelles atteignaient 704 MT CO_2eq.

Le secteur qui produisait le plus d'émissions de GES au Québec, en 2015, était celui du transport (routier, aérien, maritime, ferroviaire, hors route). Le secteur de l'industrie arrivait en deuxième place, atteignant 24,5 MT CO_2eq, soit 30,0 % des émissions totales. Ces émissions se répartissaient comme suit : 50,8 % provenaient de la consommation énergétique, 48,6 % des procédés industriels et 0,6 % des émissions fugitives et de l'utilisation de solvants et d'autres produits (MDDELCC, 2016).

Durant l'opération du complexe les émissions (directes) de GES seraient en moyenne d'environ 453 kT CO_2eq/an en consommation énergétique. Ces émissions représentent 1,85 % des émissions provenant du secteur de l'industrie et 0,55 % des émissions totales à l'échelle provinciale. L'impact des émissions est donc moyen.

5.2 AU CANADA

Selon le rapport national des émissions de GES 1990-2016 (Environnement Canada, 2018), les émissions totales de GES en 2016 atteignaient pour le Canada 704 MT CO_2eq. La classification du secteur de l'utilisation d'énergie dans la combustion stationnaire a émis 317 MT CO2eq en 2016. La contribution estimée du projet par ses émissions directes se chiffrerait à 0,14 % des émissions liées à ce secteur d'activité.

Les émissions provenant des activités du complexe représentent moins de 0,064 % des émissions totales à l'échelle fédérale. L'impact des émissions liées à l'opération du projet est donc faible.

5.3 SUBSTITUTION

Le projet permet la distribution commerciale du gaz naturel liquéfié qui sera regazéifié à destination. Selon l'usage du gaz naturel distribué, il est prévu que cette distribution entraine des substitutions de combustibles par le gaz naturel rendu disponible. En substituant les hydrocarbures ayant une intensité carbone plus élevée tel que l'huile, le diesel ou le charbon par du gaz naturel dans la génération d'énergie, la quantité de GES émises pour accomplir cette génération d'énergie sera moins grande. La réduction d'émissions de GES associée à ces éventuelles substitutions n'est pas évaluée dans cette note mais a toutefois été estimée dans l'étude d'analyse de cycle de vie réalisée pour le projet (CIRAIG, 2018).

5.4 MÉTHODES ET PRATIQUES MISES EN PLACE POUR MINIMISER LES ÉMISSIONS DE GES

Les méthodes et pratiques suivantes seront mises de l'avant pour minimiser les émissions de GES en construction et en opération du complexe.

- Limiter le fonctionnement à l'arrêt (« *idle* ») des équipements motorisés;
- Utilisation d'équipements motorisés en bon état de fonctionnement;
- Utilisation d'équipement, normes de construction et d'aménagement, procédures et mode d'opération visant l'efficacité énergétique;
- Privilégier, lorsque possible, l'utilisation d'équipement électrique en phase d'opération;
- S'assurer du bon fonctionnement des équipements de procédés pour minimiser les pertes fugitives de GES.

5.5 COMPENSATION DES IMPACTS RÉSIDUELS

Les mesures mentionnées à la section précédente permettront de réduire les émissions de GES. Il est attendu que, malgré ces mesures, l'opération du projet générera des émissions de GES. De par son niveau d'émissions de GES annuellement, l'installation du projet sera assujettie au Système de plafonnement et échange des émissions de GES (SPEDE) lorsque ceux-ci seront établis pour le projet. GNLQ devra donc compenser monétairement ses émissions de GES selon les mécanismes du SPEDE. Dans le cadre de sa participation au SPEDE, GNLQ pourra réaliser ou financer des projets de réduction des émissions de GES pour rencontrer ses obligations dans le cadre du SPEDE.

5.6 PROGRAMME PRÉLIMINAIRE DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL DES ÉMISSIONS DE GES

Dans le but de quantifier les émissions réelles de GES du projet en opération, GNLQ réalisera un suivi des activités, données et paramètres associés aux sources de GES.

5.6.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le plan de surveillance permet d'établir les responsabilités et procédures pour recueillir, analyser et documenter les données et informations relatives au projet. Ces données seront utilisées pour produire les rapports d'émissions de GES requis par le règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants atmosphériques (RDOCECA).

Le plan de surveillance spécifie les sources des informations et des données à utiliser, les méthodes, instruments et fréquences de surveillance de même que le mode de traitement et d'enregistrement de ces informations. Dans le cas d'utilisation d'équipements de surveillance, le plan de surveillance prévoit de façon intrinsèque le respect des procédures d'utilisation et d'étalonnage prévues par le fabricant de ces équipements.

5.6.2 RESPONSABILITÉS

L'application du plan de surveillance et des activités régulières qui y sont présentées sera de la responsabilité de GNLQ. GNLQ sera donc responsable de la mise en place et de l'utilisation de ces outils, instruments, procédures, structures logistiques et administratives requis pour le calcul annuel et la déclaration des émissions de GES reliées au projet.

5.6.3 ACTIVITÉS INCLUSES AU SUIVI

Les activités suivantes du projet ont été identifiées comme émettrices de GES et sont donc inclues au suivi des émissions de GES. Les activités incluses sont les activités sources d'émissions directes de GES sujettes au RDOCECA. En ce sens, les émissions indirectes de GES associées à la logistique d'approvisionnement de même que celles associées à la consommation d'énergie électrique du réseau d'Hydro-Québec ne sont pas incluses au suivi.

- Consommation de carburant (diesel, essence, propane) de la machinerie et équipement en phase de construction;
- Consommation de carburant (diesel, essence, propane) de la machinerie et équipement en phase d'opération;
- Consommation de carburant (diesel, mazout, gaz naturel) des sources fixes en phase d'opération;

5.6.4 MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

Pour chaque équipement, les données obtenues par les protocoles sur le calcul des émissions seront sommées en convertissant les émissions de CH_4, N_2O et réfrigérant en tonnes équivalentes de CO2 en utilisant le facteur Potentiel de Réchauffement Planétaire de ces gaz. Ces valeurs de PRP sont citées à l'annexe 1 du règlement. Si le règlement est amendé en cours de projet, la valeur du calcul pour l'année applicable sera ajustée.

5.6.4.1 ÉQUIPEMENTS MOBILES

Les protocoles cités dans la section QC-27 du règlement RDOCECA (R.R.Q., c. Q-2, r.15) seront utilisés pour les équipements mobiles. Le calcul des émissions de CO_2 sera effectué selon le protocole QC.27.3.1. De même, pour l'inventaire et le calcul des émissions de CH_4 et N_2O sur ces mêmes équipements, le protocole QC.27.4.1 sera utilisé. Les facteurs d'émissions seront tirés du tableau 27-1 du même règlement dans la même section.

5.6.4.2 ÉQUIPEMENTS FIXES

La méthode de calcul de la section QC.1.3 de l'annexe 2 du RDOCECA, plus spécifiquement le protocole de calcul QC.1.3.1 sera utilisée pour évaluer les émissions de CO_2 des équipements fixes. Les valeurs de défaut des facteurs d'émission de CO_2 seront tirées des tableaux 1-1 à 1-6. Pour ce qui est des émissions reliées au CH4 et au N2O des mêmes équipements, le protocole QC.1.4.1, les facteurs d'émissions par défaut des émissions carburants utilisés seront sélectionnés dans les tables 1-3, 1-6 ou 1-7 pour lesquels le combustible utilisé a un pouvoir calorifique spécifié aux tableaux 1-1 et 1-2, et de même, l'alinéa 2 sera respecté étant donné l'obligation de faire certifier les rapports par un organisme accrédité.

5.6.5 DONNÉES ET PARAMÈTRES PRINCIPAUX

5.6.5.1 DONNÉES DE BASE

Les paramètres opérationnels principaux du projet sont :

- Les consommations en litre de carburant fossile en phase de construction;
- Les consommations annuelles en litre ou m^3 de carburant fossile en phase d'opération;
- Selon le cas, la teneur en biodiesel du diesel consommé en construction ou en opération;

5.6.5.2 PARAMÈTRES INTERMÉDIAIRES

Les données et paramètres suivants sont des intermédiaires requis par l'évaluation pour traiter, obtenir ou valider les données de surveillance :

- Les facteurs d'émissions de GES des camions et équipements;
- Les facteurs d'émissions de GES des sources fixes;
- Les facteurs d'émissions de GES des explosifs éventuellement utilisés en construction;
- Les potentiels de réchauffement planétaires des GES émis par le projet.

5.6.5.3 PARAMÈTRE FINAL

Le paramètre de sortie de l'évaluation des réductions d'émissions de GES est la tonne de CO_2 équivalent (t CO_2eq).

5.6.6 PARAMÈTRES SUIVIS

Les tâches du plan de surveillance de chacune des étapes du projet sont présentées dans le tableau ci-après.

5.6.7 CALENDRIER D'EXÉCUTION

L'estimation des émissions annuelles sera réalisée après la fin de chaque année civile. La réalisation de l'estimation sera réalisée de manière à rencontrer les exigences de délais de déclaration applicables au RDOCECA.

Tableau 12 Paramètres suivis dans le cadre du plan de surveillance

Élément	Méthode	Unité	Source	Stockage	Fréquence	Données de rechange élément de vérification
Quantité de carburant consommé en construction	Documentée	L	Clé carburant	Papier et informatique	Mensuelle	Facture/bon de transport
Quantité de carburant consommé en opération	Documentée	L	Clé carburant	Papier et informatique	Mensuelle	Facture/bon de transport
Teneur en biodiesel du diesel	Documenté	%	Fiche technique du combustible diesel	Papier et informatique	Annuelle	
Facteur d'émissions de la combustion de carburant dans les sources fixes	Documentée	Kg CO_2/L Kg CH_4/L Kg N_2O/L	Environnement Canada ou RDOCECA	Informatique	Annuelle	
Facteur d'émissions de la combustion de carburant dans les sources mobiles	Documentée	Kg CO_2/L Kg CH_4/L Kg N_2O/L	Environnement Canada ou RDOCECA	Informatique	Annuelle	
Potentiel de réchauffement planétaire des GES	Documenté		Environnement Canada ou RDOCECA	Informatique	Annuelle	

6 BIBLIOGRAPHIE

- Bitume Québec, *Guides des bonnes pratiques*, Québec, 2008, 96 pages.
- Chamber of Shipping, *2005 – 2006 BC Ocean-Going Vessel Emissions Inventory*, Canada, 2007, 74 pages.
- Ingersoll-Rand, *DD-70 & DD-70HF Vibratory Asphalt Compactors*, 2 pages.
- Jayaram, Varalakshmi et al., *Evaluating Emission Benefits of a Hybrid Tug Boat*, University of California, Californie, 2010, 65 pages.
- Kenworth, T880 fiche technique, 28 pages.
- MAN Diesel and Turbo, *Propulsion Trends in Bulk Carriers*, Danemark, 23 pages.
- Metso, *Groupes mobiles de concassage*, 2011, 26 pages.
- SNC-Lavalin, 2010 National marine emissions inventory for Canada, Canada, 2010, 117 pages.
- Radloff, Ernest; Hrebenyk, Bohdan, *Canadian Arctic Shipping and Emission* Assessment, Transportation Development Centre, Transport Canada, Canada 2010, 9 pages.
- Ressources Naturelles Canada, *Enquête sur les véhicules au Canada*, 2009, 63 pages
- Environnement Canada, National Inventory Report 1990-2016.
- MDDELCC, *Inventaire Québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2015 et leur évolution depuis 1990*, 33 pages.
- WSP, *Note sur l'évaluation des émissions de GES associées au projet du terminal maritime en rive nord de port du Saguenay*, Canada, 2017, 20 pages.
- Statistique Canada, *Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN)* Canada, 2017 version 3.0.
- US-EPA, *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling—Compression-Ignition*, 2004.

PRÉPARÉ PAR



Floriane Desmergers, M. Sc.
Spécialiste qualité de l'air

RÉVISÉ PAR



Sylvain Marcoux, ing. MBA (OIQ #116307)
Directeur de projet

ANNEXE A

Détails de calcul

Données et calcul – opération de la machinerie, période de construction

Équipement sur le site			Usage			Puissance de moteur	Consommation	Consommation totale (l de diesel ou l d'essence)[1]				
Usage	équipement type	Model	Heures d'utilisation	Utilisation jour, nuit, les deux	Nombre de jours de travail par semaine	HP (SAE J1995 sauf exception)	l/h	2021	2022	2023	2024	2025
Usine GNL	PICKUP LIGHT DUTY - 1/2 TON 4X4 (DIESEL)	F150	10	Les deux		295	58,7	472695	1418084	3511447	3669012	1935798
	SUV MEDIUM 4X2 (GASOLINE)	EXPLORER XLT	8	Jour		295	58,7	34336	68672	76303	68672	61042
	VAN 8-15 PASSENGER 1 TON (GASOLINE)	TRANSIT NA XL	10	Les deux		275	54,7	71100	97763	151088	159975	106650
	TRUCK HEAVY DUTY (DIESEL)	7400 WORK STAR	10	Jour		382	76,0	262438	1064331	2449418	2245300	641514
	TRUCK FLTBD / STAKEBED 2/3T 4X2 (DIESEL)	F650XL	10	Les deux		322	64,0	98222	368334	1399668	1841668	761223
	TRUCK TRACTOR TANDEM (DIESEL)	LT9500 430HP 2AX D	10	Jour		429	85,4	65482	65482	114593	114593	65482
	TRUCK YARD DOG (DIESEL)	OTTAWA 4X2	10	Les deux		221	44,0	67528	84410	185702	185702	84410
	BUS 25 PASSENGER SHUTTLE (DIESEL)	COASTER	8	Jour		148	29,3	15261	30521	55319	57227	36244
	BUS 48-60 PASSENGER (DIESEL)	BBCV	8	Les deux		282	56,0	29134	152952	793894	983263	327754
	ROUGH TERRAIN UTILITY VEHICLE (DIESEL)	2200D	10	Les deux		20	4,0	30694	64458	174958	210257	101292
	AMBULANCE TYPE II VAN (DIESEL)	TRANSIT/MEDIX BODY	2	Jour		275	54,7	3555	3555	6221	3555	0
	DOZER CRAWLER (DIESEL)	D4 / D6	8	Jour		248	49,4	0	90856	121141	121141	0
	EXCAVATOR CRAWLR (DIESEL)	320E / 329E	8	Jour		228	45,4	0	153063	278296	222637	0
	GRADER 9 (DIESEL)	14M	8	Jour		295	58,7	0	36015	72030	36015	0
	LOADER BACKHOE (DIESEL)	420F	8	Jour		101	20,0	0	12278	24556	18417	0
	LOADER WHEEL (DIESEL)	950M / 966K	8	Jour	5	362	72,0	33150	132600	221000	176800	44200
	LOADER SKIDSTEER TRACK (DIESEL)	272D	10	Les deux		101	20,0	0	92083	214861	122778	0
	TRACTOR INDUSTRIAL (DIESEL)	6415	8	Jour		101	20,0	0	49111	168820	171889	67528
	COMPACTOR VIB SMOOTH (DIESEL)	CS44	8	Jour		101	20,0	0	12278	24556	18417	0
	CRANE CRAWLER (DIESEL)	LR1200 / LR1300	10	Jour		523	104,0	0	43623	319899	348980	145409
	CRANE ROUGH TERRAIN (DIESEL)	90-100t(100-110)	8	Les deux		261	52,0	104694	407144	2024087	1907760	570001
	FORKLIFT YARD (DIESEL)	H360HD2	8	Jour		168	33,3	15347	20463	20463	20463	20463
	CONTAINER REACH STACKER (DIESEL)	LIFTFACE 5-31	8	Jour		335	66,7	30694	40926	40926	20463	0
	FORKLIFT TELEBOOM (DIESEL)	1255 / 8042	10	Les deux		114	22,7	52181	234813	1347999	1687172	660954
	CONCRETE PUMP TRUCK (DIESEL)	BSF 38Z.16H / BPL 2023-4	10	Jour		349	69,4	0	106407	372426	199514	0
	AIR COMPRESSOR (DIESEL)	P250WJD-T4i / HP450	10	Les deux		74	14,7	0	61901	377030	360148	112546
	PULLER-TENSIONER TRAILER (DIESEL)	TESMEC ARS510	8	Les deux		80	16,0	0	0	54022	117867	83489
	AIR COMPR / BOOSTER / DRYER 2000 CFM (DIESEL)	RELEVANT CIP 2000	12	Nuit		603	120,1	0	82875	580125	663000	331500
	WELDER 400A TRAILER MTD (DIESEL)	BIGBLUE 400DX	10	Les deux		27	5,3	8185	36833	315130	356056	106407
	LIGHT PLNT 6KW 14HP 4LAMP T4 (DIESEL)	L6WKUB-60HZ-T4F	12	Nuit		8	1,6	1473	11787	60407	75140	25415
	GENERATOR SKD MTD 750-800KW (DIESEL)	C27	12	Les deux		1126	224,1	856532	611808	489447	489447	489447

Équipement sur le site			Usage			Puissance de moteur	Consommation	Consommation totale (l de diesel ou l d'essence)[1]				
Usage	équipement type	Model	Heures d'utilisation	Utilisation jour, nuit, les deux	Nombre de jours de travail par semaine	HP (SAE J1995 sauf exception)	l/h	2021	2022	2023	2024	2025
	GENERATOR 20-25KW TRL MTD (DIESEL)	DCA20SPXU4F	8	Jour		40	8,0	7075	19811	39622	42452	18396
	GENERATOR 7000-10000W (GASOLINE)	GA97HEA	8	Jour		16	3,2	4528	23773	58301	56037	18113
	MANLIFT ARTICULATING (DIESEL)	800AJ	8	Les deux		87	17,3	0	159611	750173	1010871	494795
	SCISSORLIFT ROUGH TERRAIN (DIESEL)	3394RT	8	Les deux		54	10,7	0	9822	166978	275022	157156
Préparation du site	PICKUP LIGHT DUTY - 1/2 TON 4X4 (DIESEL)	F150	10	Les deux		295	58,7	190757	333824	381513	95378	0
	SUV MEDIUM 4X2 (GASOLINE)	EXPLORER XLT	8	Jour		295	58,7	45782	45782	45782	11445	0
	VAN 8-15 PASSENGER 1 TON (GASOLINE)	TRANSIT NA XL	10	Les deux		275	54,7	71100	71100	71100	17775	0
	TRUCK HEAVY DUTY (DIESEL)	7400 WORK STAR	10	Jour		382	76,0	437396	583195	583195	145799	0
	TRUCK FLTBD / STAKEBED 2/3T 4X2 (DIESEL)	F650XL	10	Les deux		322	64,0	196445	196445	196445	49111	0
	TRUCK TRACTOR TANDEM (DIESEL)	LT9500 430HP 2AX D	10	Jour		429	85,4	65482	114593	130963	32741	0
	TRUCK YARD DOG (DIESEL)	OTTAWA 4X2	10	Les deux		221	44,0	135056	135056	135056	33764	0
	BUS 25 PASSENGER SHUTTLE (DIESEL)	COASTER	8	Jour		148	29,3	7630	7630	7630	1908	0
	BUS 48-60 PASSENGER (DIESEL)	BBCV	8	Les deux		282	56,0	29134	29134	29134	7283	0
	ROUGH TERRAIN UTILITY VEHICLE (DIESEL)	2200D	10	Les deux		20	4,0	46042	61389	61389	15347	0
	DOZER CRAWLER (DIESEL)	D4 / D6	8	Jour		248	49,4	0	45428	83284	15143	0
	DOZER CRAWLER (DIESEL)	D8/D10	8	Jour		603	120,1	331500	534084	128917	0	0
	EXCAVATOR CRAWLR (DIESEL)	320E / 329E	8	Jour		228	45,4	0	97404	55659	13915	0
	EXCAVATOR CRAWLR (DIESEL)	390	10	Les deux		523	104,0	359125	558639	159611	0	0
	GRADER 9 (DIESEL)	14M	8	Jour		295	58,7	0	72030	135056	9004	0
	LOADER WHEEL (DIESEL)	950M / 966K	8	Jour		362	72,0	0	176800	176800	44200	0
	LOADER WHEEL (DIESEL)	988	8	Jour		577	114,7	316767	563141	316767	0	0
	ROCK TRUCKS	773	10	Les deux		771	153,4	2470904	4706485	941297	0	0
	ARTICULATED DUMP TRUCKS	740	8	Jour		510	101,4	590971	870904	264382	0	0
	LOADER SKIDSTEER TRACK (DIESEL)	272D	10	Les deux		101	20,0	30694	30694	30694	7674	0
	COMPACTOR VIB SMOOTH (DIESEL)	CS44	8	Jour		101	20,0	0	55250	101292	9208	0
	CRANE CRAWLER (DIESEL)	LR1200 / LR1300	10	Jour		523	104,0	58163	58163	58163	14541	0
	CRANE ROUGH TERRAIN (DIESEL)	90-100t(100-110)	8	Les deux		261	52,0	11633	81429	93061	23265	0
	FORKLIFT YARD (DIESEL)	H360HD2	8	Jour		168	33,3	20463	20463	20463	5116	0
	AIR COMPRESSOR (DIESEL)	P250WJD-T4i / HP450	10	Les deux		74	14,7	67528	67528	67528	16882	0
	WELDER 400A TRAILER MTD (DIESEL)	BIGBLUE 400DX	10	Les deux		27	5,3	24556	24556	24556	6139	0
	LIGHT PLNT 6KW 14HP 4LAMP T4 D	L6WKUB-60HZ-T4F	12	Nuit		8	1,6	22100	29467	29467	3683	0
Marine	TRUCK FLTBD / STAKEBED 2/3T 4X2 (DIESEL)	F650XL	10	Jour		322	64,0	49111	49111	49111	36833	0
	TRUCK TRACTOR TANDEM (DIESEL)	LT9500 430HP 2AX D	10	Jour		429	85,4	130963	409260	261926	98222	0

Équipement sur le site			Usage			Puissance de moteur	Consommation	Consommation totale (l de diesel ou l d'essence)[1]				
Usage	équipement type	Model	Heures d'utilisation	Utilisation jour, nuit, les deux	Nombre de jours de travail par semaine	HP (SAE J1995 sauf exception)	l/h	2021	2022	2023	2024	2025
	DOZER CRAWLER (DIESEL)	D4 / D6	8	Jour		248	49,4	0	30285	0	0	0
	EXCAVATOR CRAWLR (DIESEL)	320E / 329E	8	Jour		228	45,4	69574	125233	76532	41744	0
	GRADER 9 (DIESEL)	14M	8	Jour		295	58,7	0	36015	0	0	0
	LOADER WHEEL (DIESEL)	950M / 966K	8	Jour		362	72,0	0	44200	0	0	0
	ARTICULATED DUMP TRUCKS	740	8	Jour		510	101,4	233278	124415	0	0	0
	LOADER SKIDSTEER TRACK (DIESEL)	272D	10	Jour		101	20,0	0	15347	0	0	0
	COMPACTOR VIB SMOOTH (DIESEL)	CS44	8	Jour		101	20,0	0	24556	0	0	0
	CRANE CRAWLER (DIESEL)	LR1200 / LR1300	10	Les deux		523	104,0	638445	1476404	1157181	119708	0
	FORKLIFT YARD (DIESEL)	H360HD2	8	Jour		168	33,3	0	35810	51157	20463	0
	AIR COMPRESSOR (DIESEL)	P250WJD-T4i / HP450	8	Les deux		74	14,7	36015	103543	94539	18007	0
	MOTORIZED BARGES (DIESEL)	250 HP	10	Les deux		248	49,4	151426	283924	151426	56785	0
	PUSH BOATS (DIESEL)	600 HP	10	Les deux		603	120,1	230208	690625	368334	138125	0
	SKIFFS (GASOLINE)	60 HP	10	Les deux		60	12,0	23021	69063	36833	13813	0
	WELDER 400A TRAILER MTD (DIESEL)	BIGBLUE 400DX	8	Les deux		27	5,3	29467	114593	98222	29467	0
	MANLIFT ARTICULATING (DIESEL)	800AJ	8	Les deux		87	17,3	42563	85126	85126	63844	0

Note :

1 Des facteurs de charge provenant de l'US-EPA ont été pris en compte pour le calcul, *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling—Compression-Ignition*, 2004

Données et calcul – opération de la machinerie, période de construction

Année	Émissions de GES, tonnes											
	CO_2			CH_4			N_2O			CO_2eq		
	Diesel	Essence	Total	Diesel	Essence	Total	Diesel	Essence	Total	Diesel	Essence	Total
2021	24688	576	**25265**	1,4	0,02	**1,39**	10,1	0,05	**10,15**	27731	592	**28323**
2022	50519	868	**51387**	2,8	0,03	**2,84**	20,7	0,08	**20,73**	56746	891	**57637**
2023	62895	1014	**63909**	3,5	0,03	**3,54**	25,7	0,09	**25,81**	70647	1041	**71688**
2024	50966	756	**51722**	2,8	0,02	**2,86**	20,8	0,07	**20,91**	57247	776	**58023**
2025	19587	429	**20016**	1,1	0,01	**1,10**	8,0	0,04	**8,05**	22001	440	**22441**
Total sur 5 ans	**208655**	**3643**	**212298**	**12**	**0,11**	**12**	**85**	**0,32**	**86**	**234373**	**3739**	**238112**

Données et calcul – Transport des matériaux de construction et équipements considérés du projet du terminal en rive nord du Saguenay pour produire les estimés du complexe de GNLQ, période de construction

Items	Valeur	Unité	Source
Transport du ciment			
volume de béton	3566	m^3	Hypothèse
proportion ciment/béton	100 %		Pré mélangé
volume de béton pré-mélangé	3566	m^3	
densité béton pré-mélangé	2100	kg/m^3	fiche technique béton pré-mélangé
masse mix ciment pré-mélangé	7489	tonnes	Hypothèse, aucun ajout au mélange sur le site
capacité de transport des camions	20	tonnes	camions 12 roues
voyages de ciment	374,4	voyage	
distance de transit	38	km	Hypothèse
distance parcourue	28457	km transités	Calcul
consommation des camions	40	l/100 km	http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/transportation/commercial-vehicles/reports/7607
litres consommés	11383	l diesel	
Transport du bitume			
quantité requise	24890	m^3	Hypothèse
densité	1,02	g/cm^3	MSDS asphalte
masse transportée	25387,8	tonnes	
distance	248	km	fournisseur Ultramar St-Romuald
capacité des camions	21	tonnes	assume mélange 50/50 de camion 10 et 12 roues
voyage	1208,9	voyages	
distance parcourue	599636	km transités	
consommation des camions	40	l/100 km	http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/transportation/commercial-vehicles/reports/7607
litres consommés	239854	l diesel	

Données et calcul – Transport des matériaux de construction et équipements considérés du projet du terminal en rive nord du Saguenay pour produire les estimés du complexe de GNLQ, période de construction (suite)

Items	Valeur	Unité	Source
Transport des équipements industriels			
Distance de transport	120	km	hypothèse : depuis la ville de Québec, assumant une arrivée des matériaux d'un hub central du port de Québec
Nombre de voyage	150	voyages - camions	Hypothèse
Distance totale parcourue (aller-retour)	36000	km transités	
Consommation des camions	40	l/100 km	http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/transportation/commercial-vehicles/reports/7607
Litres consommés	14400	l diesel	
Transport de matériaux et structure			
Distance de transport	120	km	hypothèse : depuis la ville de Québec, assumant une arrivée des matériaux d'un hub central du port de Québec
Nombre de voyage	75	voyages - camions	Hypothèse
Distance totale parcourue (aller-retour)	18000	km transités	
Consommation des camions	40	l/100 km	http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/transportation/commercial-vehicles/reports/7607
Litres consommés	7200	l diesel	
Consommation totale			
Litre total, camionnage & transport	272837	l diesel	

Émission de GES – Transport des matériaux de construction et équipements considérés pour le projet Énergie Saguenay pour produire les estimés du complexe de gaz naturel liquéfié, période de construction – Scénario hypothétique

	Émissions de GES, tonnes			
	CO_2	**CH_4**	**N_2O**	**CO_2eq**
Heavy-duty Diesel Vehicles (1 an)	734	0,030	0,041	747
Heavy-duty Diesel Vehicles (sur 5 ans)	3670	0,150	0,206	3735

Données et calcul – Navires en propulsion, période d'opération

Items	Valeur	Unité	Source
Navire			
Q-Flex, capacité	217 000	m^3	Q-Flex, 100 ktonnes
Taux de chargement	4881	tonnes/h	Description de projet
Temps de chargement	18	heures	pour emplir un navire sans inefficacité
Puissance de moteur	19 380	kW	Propulsion Trends in Bulk carrier - Qflex - 50 000 tonnes
Puissance auxiliaire	520	kW	COSBC, table 8, underway
Consommation de HFO, transit	0.08	Mt/h	COSBC, table 12, bouilloire 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Consommation de HFO, à quai	0.08	Mt/h	COSBC, table 12, bouilloire 2005 - 2006 BC Ocean- Going Vessel Emissions Inventory
Consommation de HFO, transit	78.4	l/h	calcul
Consommation de HFO, à quai	78.4	l/h	calcul
Vitesse moyenne de design	14,7	nœuds	Propulsion Trends in Bulk carrier – Q-Flex
Vitesse moyenne de design	27,2	km/h	calcul
% de vitesse, transit en approche	25%		hypothèse orientée par COSBC cohérent au scénario d'accostage: "5 nœuds et moins"
% de puissance, transit en approche	10%		SNC-Lavalin, 2012, Canadian 2010 National Marine Emission Inventory
Navires requis	200	navires	annuellement pour charger la production annuelle, confirmé dans description projet
Distance en transit	10	km	hypothèse, zone d'étude
En propulsion			
Durée de l'approche	2,25	heures	30 minutes déplacement, 30-60 min accostage, 30 minutes appareillage
Énergie en transit, propulsion	1938	kWh	hypothèse,
Puissance auxiliaire en transit	520	kW	COSBC, table 8, underway
Énergie auxiliaire en transit	1170,0	kWh	
Remorqueur, nombre utilisé par navire	3,3	remorqueurs	4 mois en conditions difficiles (hiver) donc 4 remorqueurs et 8 mois en conditions normales donc 3 remorqueurs
Puissance motrice	5000	HP	Description de projet Port Saguenay
Puissance motrice	3728	kW	conversion
Facteur de charge, remorqueur en opération	32 %		Étude Robert Bank terminal 2 de Levelton
Durée d'usage, approche du navire	1	heures	une demi-heure par manœuvre de bateau
Durée d'usage, remorquage	1	heures	Description de projet
Énergie remorqueur par navire	7954	kWh	
Énergie totale	17845	kWh	

Émission de GES – Navires Q-Flex en propulsion, période d'opération

	Émissions de GES, tonnes/transit de navire-citerne			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Émissions par navire-transit, propulsion	5,8	0,0005	0,0002	5,9
Émissions par navire-transit, bouilloire	0,6	0,0000	0,0000	0,6
Émissions par navire-transit, auxiliaire	0,8	0,0001	0,0000	0,8
Émissions par navire-remorqueur	5,3	0,0005	0,0002	5,4
Émissions par navire-transit, totales	12,5	0,0011	0,0004	12,7

Données et calcul – Navires-citernes aux infrastructures maritimes, période d'opération

Item	Valeur	Unité	Source
À quai			
Puissance électrique, génératrice	405	kW	COSBC, table 8, at berth
Temps au quai	15	heures	temps au quai temps de chargement
Énergie au quai/diesel	6075	kWh	calcul
HFO utilisé à la bouilloire	1176,5	l	calcul

Émissions unitaires de GES – Navires-citernes de type Q-Flex aux infrastructures maritimes, période d'opération

	Émissions de GES, tonnes/transit de navire-citerne			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Navire-citerne à quai	9,3	0,001	0,0003	9,4

Données des procédés de GNL – période d'opération

Items	Valeur	Unité	Source
Sources de combustion des émissions continues			
Regen Gas Heater -2	47,42	MMBtu/hr	Fichier client
Heating Medium Heater -2	172,59	MMBtu/hr	Fichier client
AGRU Thermal Oxidizer- 2	56,90	MMBtu/hr	Fichier client
Flare Pilot and Purge Gas-3	3	MMBtu/hr	Fichier client
Sources de combustion des émissions périodiques			
Start-Up & Shut Downs[1]	n.d.		Fichier client
Diesel Standby Generator -ISBL T1	424	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator -ISBL T1	133	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator -ISBL T2	424	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator -ISBL T1	133	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator -Main Sub Station	85	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator Loading Sub Station	199	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator -Utility Sub Station	199	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator -Marine	85	l/hr	Fichier client
Diesel Standby Generator -Buildings Sub Station	199	l/hr	Fichier client
Fire Water Pump-2 (Diesel)	54	l/hr	Fichier client
Diesel Air Compressor	66	l/hr	Fichier client
Fugitives	--		Fichier client
1 Seul les émissions calculées sont disponibles. WSP n'est pas en mesure de vérifier les données de calculs			

Émission de GES – Procédés, période d'opération

	Émissions de GES, tonnes/année			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Sources de combustion des émissions continues				
Regen Gas Heater -2	44 330	0,8497	0,2364	44 422
Heating Medium Heater -2	161 362	3,0928	0,8606	161 696
AGRU Thermal Oxidizer- 2	199 661	1,0196	0,2837	199 771
Flare Pilot and Purge Gas-3	1 402	0,0269	0,0075	1 405
Sources de combustion des émissions périodiques				
Start-Up & Shut Downs	12679	15	0,025	13 065
Diesel Standby Generator -ISBL T1	9890	0,494	1,49	10 345
Diesel Standby Generator -ISBL T1	3091	0,155	0,47	3 233
Diesel Standby Generator -ISBL T2	9890	0,494	1,49	10 345
Diesel Standby Generator -ISBL T1	3090,5	0,155	0,47	3 233
Diesel Standby Generator -Main Sub Station	1978	0,099	0,30	2 069
Diesel Standby Generator Loading Sub Station	4636	0,232	0,70	4 849
Diesel Standby Generator -Utility Sub Station	4636	0,232	0,70	4 849
Diesel Standby Generator -Marine	1978	0,099	0,30	2 069
Diesel Standby Generator -Buildings Sub Station	3090,5	0,155	0,47	3 233
Fire Water Pump-2 (Diesel)	15	0,063	0,19	73
Diesel Air Compressor	1545	0,077	0,23	1 616
Sources fugitives				
Fugitives	1	1142	-	28551

Données et calcul – Électricité, période d'opération

Item	Valeur	Unité	Source
Heure d'opération	8736,0	heures	hypothèse calculée, 52 semaines par an, mais 24/7 en chargement
Demande, puissance	550	MW	Description de projet
Demande, énergie	4 804 800	MWh	calcul
Demande, énergie	4 804 800 000	kWh	calcul

Émission de GES – Électricité, période d'opération

	Émissions de GES, tonnes/année			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Électricité	9610	0,961	0,480	9777

7-11 CLIMAT ET MODÉLISATION SONORE

PROJET N^{O} : 161-00666-00

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | CARACTÉRISATION DU CLIMAT SONORE

AVRIL 2018

wsp

GROUPE CONSEIL
Nutshimit-Nippour

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | CARACTÉRISATION DU CLIMAT SONORE

GNL QUÉBEC INC.

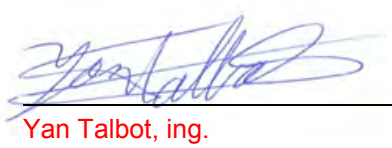
PROJET N^{O} : 161-00666-00
DATE : AVRIL 2018

WSP CANADA INC.
1600, RENÉ LÉVESQUE O., 16E ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3N 1P9
TÉLÉPHONE : +1 514-340-0046
TÉLÉCOPIEUR : +1 514-340-1337
WSP.COM

GROUPE CONSEIL NUTSHIMIT-NIPPOUR INC.
110, RUE RACINE EST, BUREAU 310
CHICOUTIMI (QUÉBEC) G7H 1R1
WWW.GCNN.CA

SIGNATURES

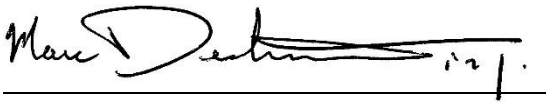
PRÉPARÉ PAR



Yan Talbot, ing.
Chargée de projet - Acoustique

27 avril 2018
Date

RÉVISÉ PAR



Marc Deshaies, ing., M. Ing.
Directeur technique – Acoustique et vibrations

27 avril 2018
Date

Le présent rapport a été préparé par WSP Canada Inc. pour le compte de GNL QUÉBEC INC. conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP Canada Inc. à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP Canada Inc. n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Martin Larose, biologiste, B.Sc.
Chargée de projet	Nathalie Fortin, ing.,M.Env.
Équipe de terrain	Yan Talbot, ing.
Relecteur	Marc Deshaies
Édition	Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2018. *PROJET ÉNERGIE SAGUENAY. RAPPORT SECTORIEL | CARACTÉRISATION DU CLIMAT SONORE.* RAPPORT PRODUIT POUR GNL QUÉBEC INC. 11 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

1.1 MISE EN CONTEXTE 1

1.2 MANDAT 2

2 RÉGLEMENTATION 3

2.1 RÉGLEMENTATION PROVINCIALE 3

2.2 POLITIQUE SECTORIELLE SUR LES CHANTIERS DE CONSTRUCTION 3

2.3 NOTE D'INSTRUCTIONS 98-01 4

3 ÉVALUATION DU CLIMAT SONORE ACTUEL 7

3.1 DÉTAILS DES RELEVÉS SONORES 7

3.2 POINTS DE MESURES 7

3.3 COMPARAISON À LA POLITIQUE SECTORIELLE SUR LES CHANTIERS DE CONSTRUCTION 10

3.4 COMPARAISON AVEC LA NI 98-01 10

4 CONCLUSION 11

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 1 NIVEAUX MAXIMUMS PERMIS SELON LE ZONAGE 4

TABLEAU 2 PÉRIODES DES MESURES 7

TABLEAU 3 EMPLACEMENT DES POINTS DE MESURES 7

TABLEAU 4 NIVEAUX SONORES MINIMUMS DES MESURES RÉALISÉES ENTRE LE 29 OCTOBRE ET 1 NOVEMBRE 2016 9

TABLEAU 5 COMPARAISON DES NIVEAUX SONORES MESURÉS ET LES CRITÈRES DE LA NI 98-01 10

FIGURES

FIGURE 1 ZONE D'IMPLANTATION DU PROJET 1

FIGURE 2 EMPLACEMENT DES POINTS DE MESURES ET LIGNE DE COMPTAGE 8

ANNEXES

A PLANS DE ZONAGE ET GRILLES D'UTILISATION

B CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

C PHOTOS DES POINTS DE MESURES

D DONNÉES DÉTAILLÉES ET GRAPHIQUES DES MESURES SONORES

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet Énergie Saguenay de GNL Québec inc. (GNL Québec), une caractérisation du climat sonore est nécessaire en amont du développement du projet afin de pouvoir en déterminer l'impact.

La zone d'implantation du projet est située dans l'arrondissement de La Baie de la Ville de Saguenay, à l'est du terminal maritime de Grande-Anse (figure 1).



Figure 1 Zone d'implantation du projet

Le présent document résume les résultats des mesures sonores autour de la zone d'implantation. Ces mesures seront utilisées pour définir les limites de bruit à respecter vis-à-vis de la Note d'instructions 98-01 (NI 98-01) (révisée le 9 juin 2006) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

1.2 MANDAT

Les objectifs de la caractérisation sont les suivants :

- effectuer une campagne de mesures sonores pendant une période de 24 heures, la fin de semaine et la semaine, à sept stations fixes (incluant la station M7 ajoutée à l'été 2017) pour établir le climat sonore existant selon les méthodes prescrites par le protocole défini[1];
- analyser les données pour présenter des paramètres définis dans le protocole, notamment les indices de bruit mesuré (bruit ambiant), selon le protocole de mesure proposé;
- comparer les résultats sonores aux limites sonores de la NI 98-01 du MDDELCC;
- rédiger un rapport technique.

[1] WSP 2016. Projet Énergie Saguenay | Protocole de mesures sonores pour la caractérisation du climat sonore, Saguenay, QC. Protocole de mesures produit pour GNL Québec. No projet : 161-00666-00. 9 pages et annexe.

2 RÉGLEMENTATION

2.1 RÉGLEMENTATION PROVINCIALE

L'article 20 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) (L.R.Q. c. Q-2) stipule au premier alinéa que : « nul ne doit émettre, déposer, dégager ou rejeter ni permettre l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet dans l'environnement d'un contaminant au-delà de la quantité ou de la concentration prévue par règlement du gouvernement. »

En l'absence de règlement ou dans le cas de droit acquis, le MDDELCC utilise le deuxième alinéa de l'article 20 pour pouvoir porter un jugement sur un impact sonore environnemental. Celui-ci stipule que : « La même prohibition s'applique à l'émission, au dépôt, au dégagement ou au rejet de tout contaminant, dont la présence dans l'environnement est prohibée par le règlement du gouvernement ou est susceptible de porter atteinte à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, de causer du dommage ou de porter autrement préjudice à la qualité du sol, à la végétation, à la faune ou aux biens. ».

Deux lignes directrices ont été mises en place par le Ministère pour la gestion du bruit : en période de construction, la politique sectorielle sur les chantiers de construction est applicable. En période d'exploitation, le Ministère applique la NI 98-01.

2.2 POLITIQUE SECTORIELLE SUR LES CHANTIERS DE CONSTRUCTION

Le MDDELCC a une politique sectorielle concernant les niveaux sonores provenant d'un chantier de construction (mise à jour de mars 2015)[2]. Les niveaux sonores de la simulation de la phase de construction seront comparés à cette politique.

Pour la période du jour comprise entre 7 h et 19 h, le MDDELCC a pour politique que toutes les mesures raisonnables et faisables doivent être prises par le maître d'œuvre pour que le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,\ 12\ h}$)[3] provenant du chantier de construction soit égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 55 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 55 dB. Cette limite s'applique en tous points de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).

On convient cependant qu'il existe des situations où les contraintes sont telles que le maître d'œuvre ne peut exécuter les travaux tout en respectant ces limites. Le cas échéant, le maître d'œuvre est requis de :

a) prévoir le plus en avance possible ces situations, les identifier et les circonscrire;

b) préciser la nature des travaux et les sources de bruit mises en cause;

c) justifier les méthodes de construction utilisées par rapport aux alternatives possibles;

---

2 « Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel », Politiques sectorielles, MDDELCC, mars 2015.

3 Le niveau acoustique d'évaluation LAr,T (où T est la durée de l'intervalle de référence) est un indice de l'exposition au bruit qui contient niveau de pression acoustique continu équivalent LAeq,T, auquel on ajoute le cas échéant un ou plusieurs termes correctifs pour des appréciations subjectives du type de bruit. Pour plus de détails concernant l'application des termes correctifs, consulter la Note d'instructions 98-01 sur le bruit.

d) démontrer que toutes les mesures raisonnables et faisables sont prises pour réduire au minimum l'ampleur et la durée des dépassements;

e) estimer l'ampleur et la durée des dépassements prévus;

f) planifier des mesures de suivi afin d'évaluer l'impact réel de ces situations et de prendre les mesures correctrices nécessaires.

Pour les périodes de soirée (19 h à 22 h) et de nuit (22 h à 7 h), tout niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ar, 1h}$) provenant d'un chantier de construction doit être égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 45 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 45 dB. Cette limite s'applique en tous points de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).

La nuit (22 h à 7 h), afin de protéger le sommeil, aucune dérogation à ces limites ne peut être jugée acceptable (sauf en cas d'urgence ou de nécessité absolue). Toutefois, pour les trois heures en soirée (19 h à 22 h), lorsque la situation[4] le justifie, le niveau acoustique d'évaluation $L_{Ar, 3 h}$ peut atteindre 55 dBA, peu importe le niveau initial, à la condition de justifier ces dépassements conformément aux exigences « a » à « f », telles qu'elles sont décrites précédemment.

2.3 NOTE D'INSTRUCTIONS 98-01

Le MDDELCC a émis, en 1998, la NI 98-01. Celle-ci a été révisée en juin 2006. La NI 98-01 sur le bruit détermine les méthodes et les critères qui permettent de juger de l'acceptabilité des émissions sonores des sources fixes. Les critères de la NI de 1998 ont été reconduits en 2006. Toutefois, les méthodes d'évaluation ont été modifiées pour ajouter des termes correctifs pour le bruit d'impact (K_I), le bruit à caractère tonal (K_T) et pour des situations spéciales (K_S). Le niveau acoustique d'évaluation (LAr) correspond au niveau de bruit perturbateur auquel on ajoute les termes correctifs applicables.

$L_{Ar} = L_{Aeq} + K_I + K_T + K_S$

Par contre, lorsque le niveau de bruit résiduel sert à déterminer la valeur d'un critère, on utilise le L_{Aeq} sans terme correctif (K_I, K_T ou K_S).

La partie 1 de la NI 98-01 spécifie le niveau sonore maximum des sources fixes. Cette instruction est appliquée lors du fonctionnement normal de l'entreprise génératrice de bruit et non lors de la période de construction.

Les critères de la NI 98-01 indiquent des niveaux acoustiques d'évaluations moyennes horaires pour les périodes diurnes et nocturnes qui ne doivent pas être excédés selon les usages permis par le règlement de zonage municipal; ces niveaux maximums permis sont présentés au tableau IV du règlement (tableau 1 ci-dessous).

Tableau 1 Niveaux maximums permis selon le zonage

ZONE	L_{AR} NUIT (DBA)	L_{AR} JOUR (DBA)
I	40	45
II	45	50
III	50	55
IV	70	70

[4] C'est-à-dire lorsque les contraintes sont telles que le maître d'œuvre ne peut exécuter les travaux tout en respectant les limites mentionnées au paragraphe précédent pour la soirée et la nuit.

CATÉGORIES DE ZONAGE

Zones sensibles

I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.

II : Territoire destiné à des habitations en unités de logement multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings.

III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

Zones non sensibles

IV : Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dBA la nuit et 55 dBA le jour.

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'est pas zoné tel que prévu, à l'intérieur d'une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie de zonage. Les plans de zonage et grilles d'utilisations pour les villes de Saguenay et Saint-Fulgence se trouvent à l'annexe A.

Le jour s'étend de 7 h à 19 h, tandis que la nuit s'étend de 19 h à 7 h. Par ailleurs, lorsque la moyenne horaire du bruit résiduel dans un secteur est plus élevée que les valeurs limites du tableau IV du règlement, cette moyenne du bruit résiduel devient la limite à respecter.

3 ÉVALUATION DU CLIMAT SONORE ACTUEL

L'étude du climat sonore est basée sur la mesure des niveaux sonores existant actuellement dans le milieu. Ces mesures permettent d'établir les constats servant à qualifier le milieu et la nature des sources de bruit qui s'y retrouvent.

3.1 DÉTAILS DES RELEVÉS SONORES

Pour caractériser un climat sonore représentatif de la situation existante, les mesures se sont déroulées sur deux périodes de 24 heures, soit 24 heures pendant la semaine (12 h de jour et 12 h de nuit) et 24 heures pendant la fin de semaine (12 h de jour et 12 h de nuit). Les relevés sur le terrain ont été réalisés entre 19 h le samedi 29 octobre et 7 h le mardi 1er novembre 2016, comme montré au tableau 2.

Tableau 2 Périodes des mesures

PÉRIODE	DATE	HEURE
Fin de semaine - jour	30 octobre 2016	7 h – 19 h
Fin de semaine - nuit	29 au 30 octobre 2016	19 h – 7 h
Semaine - jour	31 octobre 2016	7 h – 19 h
Semaine – nuit	31 octobre au 1 novembre 2016	19 h – 7 h

3.2 POINTS DE MESURES

Les relevés sonores ont été effectués à sept points de mesures fixes. Trois points de mesures se situent aux alentours de la zone d'implantation et quatre autres points se trouvent sur l'autre rive du fjord (municipalité de Saint-Fulgence). Le détail des points et les coordonnées GPS pour les points de mesures sont présentés au tableau 3.

Tableau 3 Emplacement des points de mesures

POINT DE MESURE	ZONAGE SELON NI 98-01	DÉTAIL	COORDONNÉES
M1	I	Le long de la route 172 en direction de Saint-Fulgence (au sud de la route)	48°26'30.80"N - 70°52'15.30"O
M2	I	En arrière des installations du Parc Aventures du Cap Jaseux	48°25'31.98"N - 70°49'7.07"O
M3	I	En arrière d'un bâtiment situé sur le chemin de l'Anse à Pelletier	48°25'35.78"N - 70°44'17.95"O
M4	I	Au bout du chemin Saint-Martin	48°24'21.06"N - 70°51'12.23"O
M5	I	Résidences au coin Chemin de la Grande-Anse et route de l'Anse à Benjamin	48°23'24.19"N - 70°53'11.08"O
M6	I	Résidences au coin chemin Saint-Joseph et route de l'Anse à Benjamin	48°21'46.71"N - 70°52'18.23"O
M7	I	Résidences au 400 chemin de l'Anse à Pelletier	48°25'55.08"N - 70°45'01.68"O

L'emplacement des points de mesures est illustré à la figure 2.



Figure 2 Emplacement des points de mesures (M1 à M7) et ligne de comptage

Les stations de mesures étaient composées d'un sonomètre sur un trépied avec écran anti-vent sur le microphone, à une hauteur de 1,5 m au-dessus du sol. Les sonomètres utilisés respectent les caractéristiques de classe 1 décrites à la norme ANSI S1.43-1997 (R2007) *Specification for Integrating-Averaging Sound Level Meters*.

Pour les mesures de bruits aux points récepteurs, les instruments suivants ont été utilisés :

- sonomètres (6) Larson Davis, modèle LxT, SN 1868, 4823, 4824, 4825, 4826 et 4827;
- enregistreuses (6) marque Zoom;
- source sonore étalon Larson Davis, modèle CA200.

Les instruments utilisés dans cette étude sont conformes aux normes en vigueur. Les appareils utilisés ont été étalonnés à l'aide d'une source sonore étalon avant et après chaque séance de mesures et aucune déviation supérieure à 0,5 dBA n'a été observée lors de l'étalonnage. De plus, les instruments subissent une vérification par un laboratoire indépendant certifié sur une base annuelle.

Les conditions environnementales propices aux relevés sonores sont les suivantes :

- vitesse du vent inférieure ou égale à 20 km/h;
- température comprise entre -10°C et 50°C;
- taux d'humidité relative comprise entre 5 % et 90 %;
- aucune précipitation;
- chaussée sèche.

L'annexe B présente le détail des conditions météorologiques qui prévalaient lors des mesures de l'automne 2016; celles-ci ont été enregistrées à la station d'Environnement Canada située à La Baie. Une période de pluie légère a été observée entre 19 h et 21 h le 29 octobre. L'étalonnage avant et après les mesures n'a démontré aucune déviation supérieure à 0,5 dBA. De plus, aucune modification brusque du niveau sonore n'est visible sur les résultats de mesure durant ces périodes.

Des photos de la disposition des sonomètres sont présentées à l'annexe C.

Les principaux résultats des relevés sonores sont présentés au tableau 4. Le niveau sonore moyen $L_{Aeq\text{-}1h\ minimal}$ y est présenté. Ce dernier sert à déterminer la valeur à respecter pour le bruit résiduel selon la NI 98-01. Les données complètes sous forme tabulaire et les graphiques des relevés sonores des stations fixes (points 1 à 6) sont présentés à l'annexe D.

Tableau 4 Niveaux sonores minimums des mesures réalisées entre le 29 octobre et 1 novembre 2016

POINT DE MESURE	$L_{AEQ,1H}$ MINIMUM (DBA[a])						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7[b]
Fin de semaine - jour	42	29	53	38	35	38	-
Fin de semaine - nuit	39	27	53	38	27	34	-
Semaine - jour	45	27	52	34	38	37	26
Semaine - nuit	41	26	53	33	24	30	24

a Niveaux sonores arrondis à 1 dBA, réf. : 2x10-5Pa
b Mesures prises durant la période du 1er au 2 août 2017

- Au point M1, le climat sonore est dominé par le bruit de la circulation routière de la route 172. Des trains sont légèrement audibles de loin durant leurs passages.
- Au point M2, le bruit est très faible. Le passage d'avions est parfois audible.
- Au point M3, le niveau de bruit est plus élevé. Il provient principalement d'une rivière à proximité. Les autres résidences aux environs sont également influencées par la rivière. Par contre, les résidences plus éloignées de la rivière ne subissent pas des niveaux de bruit résiduel aussi élevés. Nous estimons que les niveaux sonores de ce secteur sont généralement inférieurs à 40 dBA comme aux autres points de mesures.
- Au point M4, le bruit provient principalement du passage des véhicules sur le chemin Saint-Martin et la route de L'Anse-à-Benjamin.
- Au point M5, le bruit est causé par le passage de véhicules sur la route de L'Anse-à-Benjamin ou du passage d'avions et également par le bruit des moteurs des équipements agricoles du secteur.
- Au point M6, le bruit est faible. Quelques passages de véhicules sur la route de L'Anse-à-Benjamin ont été observés.
- Au point M7, visité à l'été 2017, le bruit est très faible.

3.3 COMPARAISON À LA POLITIQUE SECTORIELLE SUR LES CHANTIERS DE CONSTRUCTION

Pour les périodes de soirée (19 h à 22 h) et de nuit (22 h à 7 h), tout niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ar, 1h}$) provenant d'un chantier de construction doit être égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 45 dBA ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur. Pendant la journée (7 h à 19 h), le bruit provenant du chantier ($L_{Ar, 12h}$) doit être égal ou inférieur à un niveau de 55 dBA ou encore au niveau de bruit initial si celui-ci il est supérieur à 55 dBA.

En examinant le tableau 5, tous les points récepteurs ont des niveaux de bruit initial inférieur à 45 dBA (sauf au point M3 qui est influencé par le bruit de la rivière, mais qui ne représente pas la situation réelle pour toutes les résidences autour de ce secteur). Le seuil à respecter pendant la construction durant la soirée et nuit est donc 45 dBA.

3.4 COMPARAISON AVEC LA NI 98-01

Afin de déterminer le critère à respecter à chaque point, le niveau mesuré est comparé à la limite décrite dans la NI 98-01, selon le zonage applicable à ce point. La valeur maximale s'appliquera.

Tableau 5 Comparaison des niveaux sonores mesurés et les critères de la NI 98-01

POINT DE MESURE	$L_{AEQ,1H}$ MINIMUM (DBA[A])						
	M1	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**	**M7**
Zone (selon NI 98-01)	I	I	I	I	I	I	I
Niveau plus faible mesuré - jour	42	27	52	34	35	37	26
Critère NI 98-01 - jour	45	45	45	45	45	45	45
Critère à respecter - jour	**45**	**45**	**45** [B]	**45**	**45**	**45**	**45**
Niveau plus faible mesuré - nuit	39	26	53	33	24	30	24
Critère NI 98-01 - nuit	40	40	40	40	40	40	40
Critère à respecter - nuit	**40**	**40**	**40** [B]	**40**	**40**	**40**	**40**

a Niveaux sonores arrondis à 1 dBA, réf. : 2x10-5Pa

b Les niveaux sonores mesurés sont influencés par une source de bruit à proximité. Hors de l'influence de la rivière, les niveaux sonores sont considérés comme inférieurs à la limite de la NI 98-01.

4 CONCLUSION

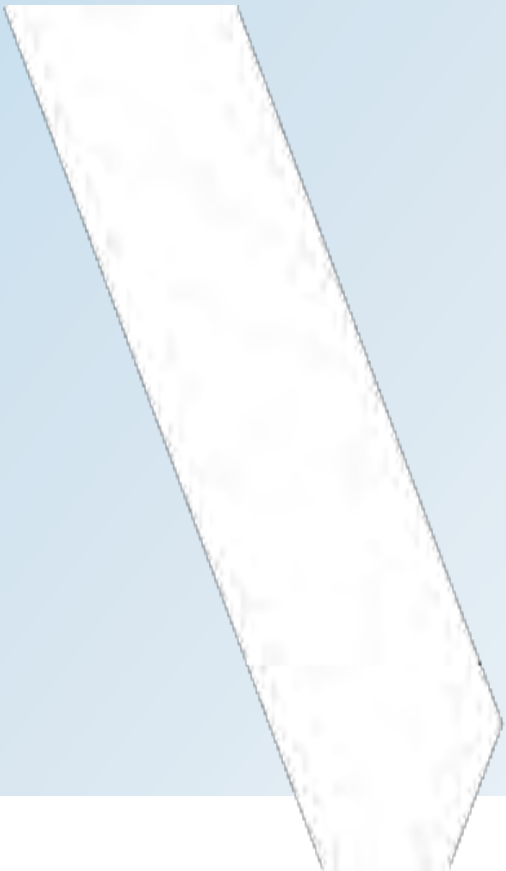
Dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet Énergie Saguenay de GNL Québec, WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée afin de caractériser le bruit existant dans la zone d'implantation.

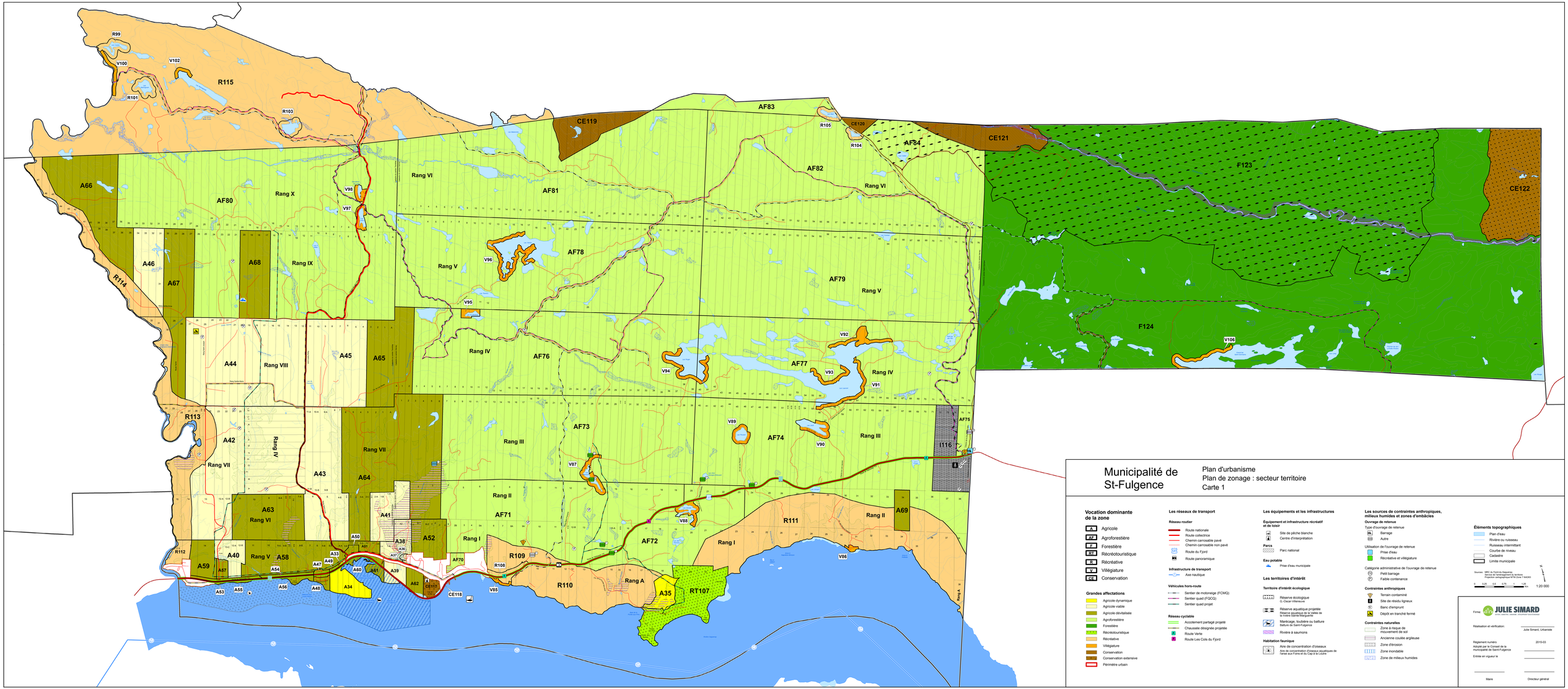
Des mesures sonores durant des périodes de 24 heures, pendant la fin de semaine et la semaine, ont été prises à sept endroits : trois sur la rive sud et quatre sur la rive nord du Saguenay. Ces mesures ont permis d'établir le critère à respecter selon la NI 98-01 et les lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel du MDDELCC. En examinant les niveaux sonores pendant la période de bruit la plus faible, lesquels servent à déterminer la valeur de bruit résiduel selon la NI 98-01, les valeurs $L_{Aeq,1hr}$ sont toutes en-dessous des critères. Donc, ce sont les critères de la NI 98-01 ainsi que la politique sectorielle sur les chantiers de construction qui s'appliquent.

ANNEXE

A

PLANS DE ZONAGE ET GRILLES D'UTILISATION





Municipalité de St-Fulgence

Plan d'urbanisme
Plan de zonage : secteur territoire
Carte 1

Vocation dominante de la zone

- A — Agricole
- AF — Agroforestière
- F — Forestière
- RT — Récréotouristique
- R — Récréative
- V — Villégiature
- CE — Conservation

Grandes affectations

- Agricole dynamique
- Agricole viable
- Agricole dévialisée
- Agroforestière
- Forestière
- Récréotouristique
- Récréative
- Villégiature
- Conservation
- Conservation extensive
- Périmètre urbain

Les réseaux de transport

Réseau routier
- Route nationale
- Route collectrice
- Chemin carrossable pavé
- Chemin carrossable non pavé
- Route du Fjord
- Route panoramique

Infrastructure de transport
- Axe nautique

Véhicules hors-route
- Sentier de motoneige (FCMQ)
- Sentier quad (FQCQ)
- Sentier quad projet

Réseau cyclable
- Accotement partagé projeté
- Chaussée désignée projetée
- Route Verte
- Route Les Cols du Fjord

Les équipements et les infrastructures

Équipement et infrastructure récréatif et de loisir
- Site de pêche blanche
- Centre d'interprétation

Parcs
- Parc national

Eau potable
- Prise d'eau municipale

Les territoires d'intérêt

Territoire d'intérêt écologique
- Réserve écologique G.-Oscar-Villeneuve
- Réserve aquatique projetée Rivière-aux-Foins et Cap-à-la-Baie-de-la-Pointe-Sainte-Marguerite
- Mantéage, toubière ou batture Batture de Saint-Fulgence
- Rivière à saumons

Habitation faunique
- Aire de concentration d'oiseaux

Aire de concentration d'oiseaux aquatiques de l'anse aux Foins et du Cap à la Loutre

Les sources de contraintes anthropiques, milieux humides et zones d'emprunts

Ouvrage de retenue
Type d'ouvrage de retenue
- Barrage
- Autre

Utilisation de l'ouvrage de retenue
- Prise d'eau
- Récréative et villégiature

Catégorie administrative de l'ouvrage de retenue
- Petit barrage
- Faible contenance

Contraintes anthropiques
- Terrain contaminé
- Site de résidu ligneux
- Banc d'emprunt
- Dépôt en tranché fermé

Contraintes naturelles
- Zone à risque de mouvement de sol
- Ancienne coulée argileuse
- Zone d'érosion
- Zone inondable
- Zone de milieux humides

Éléments topographiques
- Plan d'eau
- Rivière ou ruisseau
- Ruisseau intermittant
- Courbe de niveau
- Cadastre
- Limite municipale

Sources : MRC du Fjord-du-Saguenay, Service de l'aménagement du territoire
Projection cartographique NTM Zone 7 (NAD83)

0 0,25 0,5 0,75 1,0 1,5 km

1:20 000

Firme : JULIE SIMARD

Réalisation et vérification : Julie Simard, Urbaniste

Règlement numéro 2015-03
Adopté par le Conseil de la municipalité de Saint-Fulgence

Entrée en vigueur le

Maire

Directeur général

Cahier des spécifications Municipalité de Saint-Fulgence	
NOTE	**Commentaires**
1A	Nonobstant les marges d'implantation prescrites à la grille, les marges particulières ci-dessous s'appliquent lorsque les situations suivantes sont rencontrées : ▪ Lorsque ladite marge est en bordure d'un lac ou d'un cours d'eau, la marge arrière et/ou latérale minimale est de 10 mètres ou de 15 mètres selon la détermination de la rive (voir définition de "Rive" au chapitre 2). ▪ Pour tout terrain situé à l'extérieur du périmètre urbain et en bordure d'une voie routière appartenant au réseau routier supérieur, la marge de recul avant est celle prescrite à la section 18.2. Par ailleurs, l'article 3.13 permet une tolérance en regard de l'implantation non conforme pour les bâtiments appartenant au groupe Habitation (H) selon certaines conditions.
1B	Il ne s'agit pas d'une énumération exhaustive des dispositions particulières à appliquer selon les zones. D'autres dispositions particulières des chapitres 17 à 20 peuvent s'appliquer selon les cas. Une vérification systématique de toutes les conditions particulières applicables à ces chapitres du règlement doit donc être effectuée. À titre d'exemple, voici d'autres dispositions des chapitres 17 à 20 applicables en présence des caractéristiques visées par les normes en cause : ▪ 17.1 Protection des rives et du littoral (applicable pour tout lac et cours d'eau); ▪ 17.2 Dispositions particulières applicables aux quais et abris à bateaux privés (tout lac et cours d'eau); ▪ 17.6 à 17.8 Dispositions relatives aux secteurs à risque de mouvement de sol (vérification en tout lieu); ▪ 18.1 Voies publiques ou privées en bordure d'un lac ou d'un cours d'eau (tout lac et cours d'eau); ▪ 18.3 à 18.10 Sentiers récréatifs, corridor de transport d'énergie, site de déchets, carrière, sablière, etc. ▪ 19.1 Abattage d'arbres et reboisement dans les zones CE, R, RT et V;
2	Les usages de la classe Ci sont autorisés à l'exception des usages suivants : ▪ les usages décrits à l'alinéa 2.
3	**Usage commercial dans le périmètre urbain secondaire** Les usages appartenant aux classes correspondantes dans la grille sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ l'usage est à plus de 60% une activité commerciale d'accomodation par comparaison à des activités et produits majoritairement (60% ou plus) spécialisés ne pouvant être considérés de première nécessité. ▪ peuvent être considérés de première nécessité les produits et services suivants : aliments et boissons, produits de pharmacie, essence, équipements de dépannage associés aux petits véhicules non industriels (automobile, véhicules de loisirs, appareils de loisir ou équipements de sport), outils et équipements de réparation, articles de chasse et de pêche, matériel divers domestique ou de maison pour le dépannage, matériel ou aliments pour animaux, tout autre produit de nature semblable.

4	**<u>Zones prioritaires d'aménagement et zones de réserve</u>** Les zones CH11, H 20, H21, H22, H23 et H24 sont des zones prioritaires d'aménagement tandis que les zones CE25, CE26 et CE27 sont des zones de réserves. Les dispositions suivantes s'appliquent pour ces zones : ▪ une zone de réserve peut accéder à son développement dès qu'une zone prioritaire d'aménagement ou, le cas échéant, une zone de réserve entamée, aura atteint au moins 50 % de son développement. ▪ pour entamer le développement d'une zone de réserve, un changement de zonage approuvé par la MRC est nécessaire. Il peut être considéré dans l'atteinte du taux de développement, les contraintes suivantes au développement ou à l'utilisation de la zone : ▪ la présence de contraintes naturelles (mouvement de sol, érosion, plaine inondable); ▪ la topographie du tu territoire empêche sont utilisation; ▪ le secteur fait l'objet d'une spéculation outrancière; ▪ le coût de construction des infrastructures impose un fardeau fiscal sérieux pour la municipalité.
5	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Agricole dynamique</u>** Les usages résidentiels sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ l'habitation est une résidence unifamiliale isolée ou une habitation bigénérationnelle; ▪ l'habitation est associée à une exploitation agricole; ▪ l'habitation est située en bordure d'un chemin public existant et entretenu à l'année; ▪ une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ) a été obtenue.
6	**<u>Usage industriel dans l'affectation Agricole dynamique</u>** Sont spécifiquement autorisées, les activités d'entreposage, de conditionnement, de transformation et de vente de produits agricoles lorsqu'elles sont effectuées sur sa ferme par un producteur, à l'égard des produits agricoles qui proviennent de son exploitation ou accessoirement de celles des autres producteurs. Les usages permis sont conditionnels à l'obtention d'une autorisation par la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ).
7	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Agricole viable ou dévitalisée</u>** Les usages résidentiels sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ dans les zones A 36 à 46, l'habitation est une habitation unifmailiale isolée ou bigénérationnelle ; ▪ dans les zones A 47 à 69, l'habitation de classe Ha ou Hb est une résidence unifamiliale isolée, une habitation bigénérationnelle ou une habitation bifamiliale isolée; ▪ l'habitation de classe Ha ou Hb est située en bordure d'un chemin public existant et entretenu à l'année; ▪ pour toute classe d'usage Ha ou Hb permis à la grille, une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ) a été obtenue.

8	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Agricole viable</u>** Les usages suivants sont spécifiquement autorisés à la condition d'avoir préalablement obtenu une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ): ▪ les usages spécifiquements permis énumérées à la note 6 (N6) ; ▪ les usages industriels reliés à la première et deuxième transformation de produits agricoles; ▪ les activités ou accueils agrotouristiques, tels les gîtes touristiques, les fermes équestres, les visites à la ferme, la vente de produits agricoles et/ou agroalimentaires
9	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Agricole dévitalisée</u>** Les usages suivants sont spécifiquement autorisés à la condition d'avoir préalablement obtenu une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ): ▪ les usages spécifiquements permis énumérées aux notes 6 et 8 (N6 / N8); ▪ la villégiature; ▪ les fermettes sur des superficies suffisantes pour y pratiquer l'agriculture ou l'élevage; ▪ les économusés et autrs de nature semblable; ▪ les établissements de camping, bases de plein air et camp de vacances.
10	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages appartenant aux classes correspondantes dans la grille sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ dans la classe d'usage Hb, seules les habitations bifamiliales isolées sont autorisées; ▪ l'habitation de classe Ha ou Hb est située en bordure d'un chemin entretenu à l'année; ▪ pour toute demande relative à une habitation de classe Hh en zone AF, les conditions édictées aux alinéas 2 à 5 de l'article 19.2.3 ainsi que celle édictées à l'article 19.2.4 s'appliquent en faisant les adaptations nécessaires;
11	**<u>Usage agricole dans l'affectation Agroforestière ou Récréative</u>** Les usages agricoles comme usage principal sont sujets à l'application des dispositions du chapitre 20.

12	**<u>Usages du groupe I spécifiquement permis dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages industriels de 1ère et 2ième transformation sont autorisés à la condition d'être liés à l'exploitation des ressources naturelles. Sans être limitatif, sont de ce type les usages suivants : ▪ industrie liée à l'eau tel que l'embouteillage; ▪ industrie liée à la transformation des petits fruits, herbes, champignons (congélation, ensachage, etc.); ▪ industrie liée à la tourbe ou autre minerai ou à l'agriculture; ▪ industrie liée au bois (usine de sciage, rabotage, etc.). Les usages de 3ième transformation sont interdits. Nonobstant ce qui précède, les usages industriels non liés à l'exploitation des ressources naturelles sont autorisés à la condition de faire partie de l'un ou l'autre des groupes suivants : ▪ l'entreposage; ▪ la fabrication d'aliments; ▪ la fabrication et la réparation de matériel, pièces et équipements industriels de transport, de machinerie industrielle fixe ou mobile ou de tout autre type d'équipements de même nature. Dans tous les cas, l'entreposage extérieur d'un usage industriel autorisé est permis aux conditions suivantes : ▪ l'entreposage de type A est prohibé; ▪ les normes d'aménagement à la section 10.4 ainsi que les dispositions de l'article 10.4.3 s'appliquent sauf pour la localisation de l'aire d'entreposage, laquelle ne doit être localisée que dans la cour arrière. L'entreposage est interdit dans les cours latérales. De plus, les dispositions relatives à la Route 172, s'appliquent pour toutes les catégories de voies routières autres qu'une voie d'accès (collectrice, route locale, chemin carrossable pavé ou non pavé) sauf pour les chemins forestiers, s'il y a lieu.
13	**<u>Usages spécifiquement interdits dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages suivants sont spécifiquement interdits : ▪ dans la classe d'usages AF, les usages décrits à l'alinéa 9 (chenils, fourrières et élevages de chiens).
14	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Récréotouristique</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ les commerces et les services associés aux activités ou aux usages récréotouristiques; ▪ les services publics tels que les équipements culturels et les parcs; ▪ les usages de la classe Rb à la condition d'être liés à une activité ou un usage récréotouristique.
15	**<u>Usages spécifiquement interdits dans l'affectation Récréotouristique</u>** Les usages suivants sont spécifiquement interdits : ▪ dans la classe d'usages Rb, les usages décrits aux alinéas 10. à 13.

16	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Récréative</u>** Les usages résidentiels sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ une autorisation de la CPTAQ a été obtenue dans le cas où l'emplacement se trouve en zone agricole permanente; ▪ pour toute habitation appartenant à la classe d'usage Ha ou Hb, l'habitation doit être située en bordure d'un chemin public existant et entretenu à l'année; ▪ pour toute demande relative à une habitation de classe Hh en zone R, les conditions édictées aux alinéas 2 à 5 de l'article 19.2.3 ainsi que celle édictées à l'article 19.2.4 s'appliquent en faisant les adaptations nécessaires; ▪ les demandes concernant un usage appartenant à la classe Hh sont assujettis au dépôt d'un Plan d'aménagement d'ensemble (PAE) lorsque le projet comporte 3 résidences de villégiature ou plus.
17	**<u>Usage récréotouristique dans l'affectation Récréative</u>** Afin d'être autorisés, les projets récréotouristiques doivent répondre aux conditions suivantes : ▪ une autorisation de la CPTAQ a été obtenue dans le cas où l'emplacement se trouve en zone agricole permanente; ▪ les projets sont assujettis au dépôt d'un Plan d'aménagement d'ensemble (PAE).
18	**<u>Usages spécifiquement interdits dans l'affectation Récréative</u>** Les usages suivants sont spécifiquement interdits : ▪ dans la classe d'usages AF, les usages décrits à l'alinéa 9 (chenils, fourrières et élevages de chiens); ▪ dans la classe d'usages Rb, les usages décrits aux alinéas 10. à 13.
19	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Industrielle</u>** Les usages appartenant au groupe I autorisés à la grille doivent correspondre à l'une ou l'autre des catégorie d'activités suivante : ▪ il s'agit d'une industrie de transformation du bois et de ses produits dérivés; ▪ l'industrie émane de l'activité extractive (transformation, transbordement, entreposage, conditionnement); ▪ il s'agit d'une industrie liée au transport ou à l'entreposage; ▪ l'industrie est vouée à la recherche et au développement associés aux produits forestiers.

20	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Conservation</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ tous les usages prévu par le gouvernement du Québec à l'égard du Parc national des Monts-Valin.
21	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Conservation extensive</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ en plus des usages de récréation extensive, les sentiers équestres, les postes de relais, centres d'interprétation et autres de nature semblable; ▪ l'exploitation des ressources naturelles en respect de la préservation des paysages et de l'écologie; ▪ les équipements ou les constructions favorisant la mise en valeur du territoire à des fins d'écotourisme et de tourisme d'aventure.
22	**<u>Usages industriels autorisés dans l'affectation forestière</u>** Seuls les usages industriels de 1ère et 2ième transformation sont autorisés à la condition d'être liés à l'exploitation des ressources naturelles. Sans être limitatif, sont de ce type les usages suivants : ▪ industrie liée à l'eau tel que l'embouteillage; ▪ industrie liée à la transformation des petits fruits, herbes, champignons, etc. (congélation, ensachage, ...); ▪ industrie liée à la tourbe ou autre mineraie ou à l'agriculture; ▪ industrie liée au bois (usine de sciage, rabotage, etc.). Les usages de 3ième transformation sont interdits. Dans tous les cas, l'entreposage extérieur d'un usage industriel autorisé est permis aux conditions suivantes : ▪ l'entreposage de type A est prohibé; ▪ les normes d'aménagement à la section 10.4 ainsi que les dispositions de l'article 10.4.3 s'appliquent. De plus, les dispositions relatives à la Route 170, s'appliquent pour toutes les catégories de voies routières autres qu'une voie d'accès (route collectrice, route locale, chemin carrossable pavé ou non pavé) sauf pour les chemins forestiers, s'il y a lieu.
23	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Forestière</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ les usages ou activités récréotouristiques incluant l'hébergement commercial et la restauration à la conditon d'être assujetti à un Plan d'aménagement d'ensemble (PAE); ▪ les télécommunications.

24	**<u>Usages résidentiels dans l'affectation urbaine secondaire</u>** ▪ Seule l'habitation bifamiliale isolée est autorisée dans la classe d'usage Hb.
25	**<u>Usages de la classe Ia (industrie artisanale) dans l'affectation Agroforestière</u>** ▪ les usages autorisés de la classe Ia sont ceux édictés au règlement sur les usages conditionnels selon les normes et conditions qui y sont prescrites.
26	**<u>Usages et conditions dans les zones de réserve du périmètre urbain principal</u>** Seuls les usages suivants des classes correspondantes sont autorisés : ▪ la culture des sols; ▪ la sylviculture. À noter que les zones CE25, CE26 et CE27 sont des zones de réserve soumises à des règles de développement qui doivent être respectées conformément à la note 4.
27	**<u>Usages Rb autorisés dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages de la classe Rb sont autorisés à la condition d'être reliés à des activités ou usages récréotouristiques.

CAHIER DES SPÉCIFICATIONS MUNICIPALITÉ DE SAINT-FULGENCE									
GROUPE ET CLASSE	**Numéro de zone / Affectation dominante**	**105 R**	**106 V**	**107 RT**	**108 R**	**109 R**	**110 R**	**111 R**	**112 R**
HABITATION	Ha: Habitation unifamiliale isolée	**N16**			**N16**	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**
	Hb: Habitation unifamiliale jumelée et bifamiliale isolée	**N16**			**N16**	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**
	Hc: Habitation de trois à six logements maximum								
	Hd: Habitation de plus de six logements								
	He: Habitation dans un bâtiment à usages multiples								
	Hf: Habitation communautaire								
	Hg: Maison mobile et unimodulaire								
	Hh: Résidence de villégiature	**N16**	●	●	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**
COMMERCE DE DÉTAIL	Ca: Commerce et service associé à l'habitation								
	Cb: Vente au détail- produits divers								
	Cc: Vente au détail - produits de l'alimentation								
	Cd: Vente au détail - automobile et embarcation								
	Ce: Poste d'essence								
	Cf: Commerce de détail à contraintes								
	Cg: Restauration								
	Ch: Hébergement								
	Ci: Bar et boîte de nuit								
SERVICE	Sa: Service professionnel et d'affaires								
	Sb: Service domestique et de réparation								
	Sc: Service public et institutionnel								
	Sd: Service communautaire local								
	Se: Service communautaire régional								
INDUSTRIE ET COMMERCE DE GROS	Ia: Industrie manufacturière artisanale								
	Ib: Commerce de gros et industrie à faible incidence								
	Ic: Industrie d'incidence moyenne								
	Id: Commerce de gros et industrie à forte incidence								
	Ie: Équipement d'utilité publique et de transport								
RÉCRÉATION	Ra: Récréation urbaine								
	Rb: Récréation à déploiement			**N14**	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**
	Rc: Récréation et hébergement touristique	**N17**		●	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**
	Rd: Récréation extensive	●	●	●	●	●	●	●	●
CONSERVATION	CE: Conservation	●	●	●	●	●	●	●	●
EXPLOITATION PRIMAIRE	A: Agriculture				**N11**	**N11**	**N11**	**N11**	**N11**
	AF: Agroforesterie et foresterie				●	●	●	●	●
	AE: Activité extractive								
	P: Pêcherie								
USAGES SPÉCIFIQUEMENT PERMIS				**N14**					
USAGES SPÉCIFIQUEMENT INTERDITS				**N15**	**N18**	**N18**	**N18**	**N18**	**N18**
NORMES D'IMPLANTATION **Note 1A**	Hauteur maximale (en mètres)	5,00	5,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
	Hauteur minimale (en mètres)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Marge de recul avant (en mètres)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
	Marge de recul latérale (en mètres)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Somme des marges latérales (en mètres)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	Marge de recul arrière (en mètres)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
	Coefficient d'occupation du sol (C.O.S.)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
NORMES SPÉCIALES	Écran-tampon (sections 14.6, 19.4 et 19.6)			●	●	●	●	●	●
	Type d'entreposage A, B, C ou D (article 10.5)								
DISPOSITIONS PARTICULIÈRES (chapitres 18 à 20 et autres articles) **Note 1B**	Route nationale 172 (8.4.3, 8.4.4, 10.4.3, 12.7.2, 14.2.6, 18.2)				●	●	●		
	Routes du réseau routier supérieur (14.2.6, 18.2)				●	●	●		
	Plaines inondables (17.3 à 17.5)								
	Zones à risque de mouvement de sol (17.7)								
	Ouvrages collectifs de captage d'eau (section 18.11)								
	Zones de villégiature (section 19.2)	●	●						
	Intérêt culturel, esthétique et route panoramique (19.5 19.6)			●	●	●	●	●	●
	Site d'intérêt écologique (19.7)								
	Cohabitation des usages en zone agricole (chap. 20)			●			●		●
Usages conditionnels, PAE et PIIA	Usages conditionnels			●					
	PAE et/ou PIIA				**PAE**	**PAE**	**PAE**	**PAE**	**PAE**

Ville de Saguenay

TITRE DU PROJET:

Règlement de zonage VS-R-2012-3

TITRE DU DESSIN:

Plan de zonage

Arrondissement de La Baie
secteur La Baie

DATE:

Édition du 11 août 2016

LÉGENDE

2220 Numéro de zone

Limite approximative des terrains

Limite de zone

Limite de l'ex-municipalité

NOM DU FICHIER : $FILE$
DATE : $DATE$

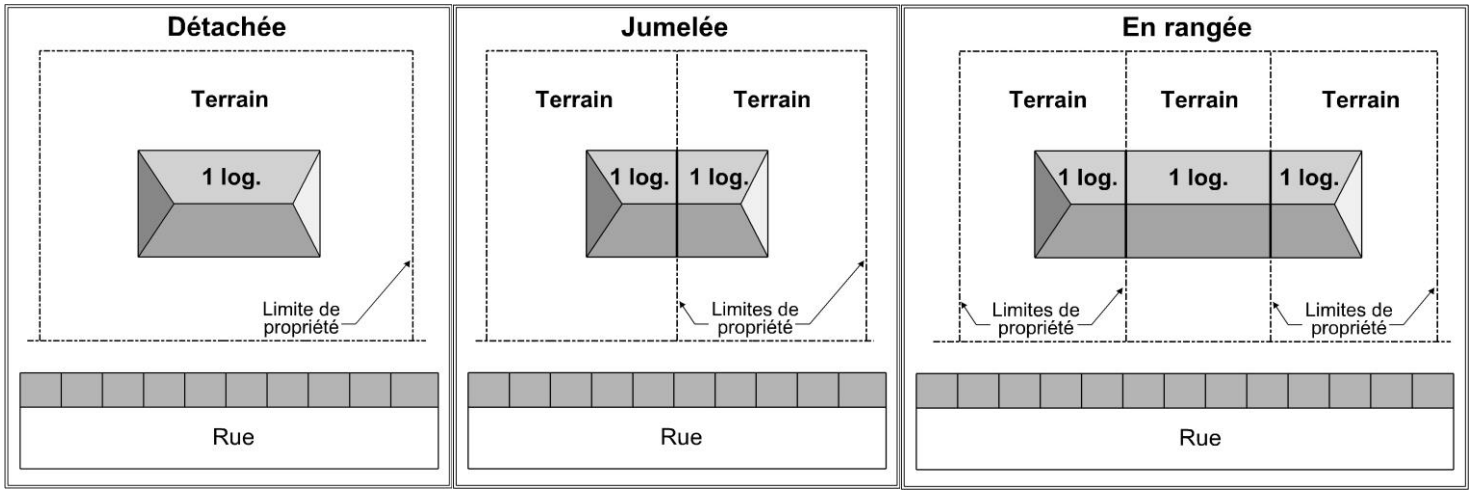
zonage par secteur.dgn 2016-08-19 08:37:43

18 *Fiche technique* Grille et classe d'usage

Le présent document définit l'ensemble des classes d'usage et spécifications de la grille des usages et des normes.

Classe d'usage	Code d'usage (H)	Nombre de logements
Unifamiliale	H1	Un (1)
Bifamiliale	H2	Deux (2)
Trifamiliale	H3	Trois (3)
Multifamiliale (catégorie A)	H4	Quatre (4)
Multifamiliale (catégorie B)	H5	Cinq à huit (5 à 8)
Multifamiliale (catégorie C)	H6	Neuf (9) et plus
Maison mobile	H7	Un (1)
Habitation collective (supervisée ou non)	H8	Moins de cinq (5) (chambres individuelles ou logements)
Habitation rurale	H9	Un à deux (1 à 2)
Habitation de villégiature	H10	Un (1)
Habitation saisonnière	H11	Un (1)

Type de structure de bâtiment



MISE EN GARDE
Le présent document est un instrument d'information. Son contenu ne constitue aucunement une liste exhaustive des règles prévues aux règlements d'urbanisme. Il demeure de la responsabilité du requérant de se référer aux règlements d'urbanisme ainsi qu'à toute autre norme applicable, le cas échéant.
Visitez notre site Internet ville.saguenay.ca

Exemple d'une grille des usages et des normes

1 - CLASSES D'USAGES PERMISES	#Dispositions	Code d'usages					
Unifamiliale.		H1					
Unifamiliale.			H1				
Bifamiliale.				H2			
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.					p1a		
2 - USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**#Dispositions**						
3 - USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU	**#Dispositions**						
4 - STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Détachée (Isolée)			*	*			
Jumelée		*					
5 - NORMES DE LOTISSEMENT							
5-1 - TERRAIN							
Largeur (mètre)	min.	12	18	18			
Profondeur (mètre)	min.	30	30	30			
Superficie (mètre carré)	min.	360	540	540			
6 - NORMES DE ZONAGE							
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Avant (mètre)	min.	6	6	6			
Latérale 1 (mètre)	min.	4	2	2			
Latérale 2 (mètre)	min.	4	4	4			
Laterale sur rue (mètre)	min.	5	5	5			
Arrière (mètre)	min.	8	8	8			
Arrière sur rue (mètre)	min.	8	8	8			
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Hauteur (étage)	min/max	1/2	1/2	1/2			
Largeur (mètre)	min.	6	6	6			
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.	36	36	48			
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Rapport planchers/terrain (RPT)	max. (%)						
Rapport espace bati/terrain (RBT)	max. (%)						
7 - AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES							
8 - ARTICLES APPLICABLES							
9 - NORMES SPÉCIFIQUES	**#Dispositions**						
Il ne doit jamais y avoir plus de 3 mètres de différence de hauteur totale de bâtiment entre les bâtiments latéraux voisins et le nouveau bâtiment construit rénové ou agrandi.							
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.							
Zone incluse dans le périmètre urbain.							
10 - DISPOSITIONS PARTICULIÈRES							
11 - NOTES (articles)							
12 - AVIS DE MOTION							
13 - AMENDEMENTS							

Exemple d'analyse :

1- Classe d'usage : Unifamiliale (H1)

4- Structure du bâtiment : Détachée

5- Lotissement : dimension et superficie du terrain

- Largeur : 18 mètres min.
- Profondeur : 30 mètres min.
- Superficie : 540 mètres carrés

6-1 Zonage : marges applicables au bâtiment principal

- Avant : 6 mètres
- Latérale 1 : 2 mètres
- Latérale 2 : 4 mètres
- Latérale sur rue : 5 mètres
- Arrière : 8 mètres
- Arrière sur rue : 8 mètres

6-2 Zonage : dimensions du bâtiment principal

- Hauteur : 1 étage min. ou 2 étages max.
- Largeur : 6 mètres min.
- Superficie au sol : 36 mètres carrés min.

9- Normes spécifiques (à cette zone) :

- Il ne doit jamais y avoir plus de 3 mètres de différence avec les bâtiments latéraux voisins et le nouveau bâtiment construit, rénové ou agrandi.
- Hauteur maximale pour le bâtiment principal de 9,5 mètres.
- Zone incluse dans le périmètre urbain.

MISE EN GARDE
Le présent document est un instrument d'information. Son contenu ne constitue aucunement une liste exhaustive des règles prévues aux règlements d'urbanisme. Il demeure de la responsabilité du requérant de se référer aux règlements d'urbanisme ainsi qu'à toute autre norme applicable, le cas échéant.
Visitez notre site Internet ville.saguenay.ca

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2016-11-25
à 15:16:00

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 2236
Grille des usages et des normes

A -117-2236

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Élevages en réclusion.					A3																			
Habitation rurale.	208, 480					H09																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.							p1a																	

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
Centre équestre								★																
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)						★																		
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.					10																		
Latérale 1 (mètre)	min.					3																		
Latérale 2 (mètre)	min.					5																		
Latérale sur rue (mètre)	min.					10																		
Arrière (mètre)	min.					10																		
Arrière sur rue (mètre)	min.					10																		
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.					1/2																		
Largeur (mètre)	min.					8																		
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.					64																		
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
Zone agricole permanente: Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																					
Article 49 du chapitre 3 du règlement de lotissement						V																		

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Les normes relatives aux zones de contraintes de glissements de terrain du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone de contraintes relatives aux glissements de terrain: zone affectée en partie ou en totalité par une zone de protection pour un talus de type N1, N2, NA1, NA2, NS1, NS2, NH ou RA1, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
208	Il est permis de construire une habitation rurale sur un terrain ayant frontage à un chemin public, lorsqu'une décision de la CPTAQ antérieure au 7 octobre 2004, autorisait cet usage et, à la condition que la construction projetée respecte toutes les dispositions réglementaires applicables.
480	La construction d'habitation rurale est autorisée en vertu des droits acquis reconnus dans la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles.
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2016-11-25
à 15:16:02

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 2239
Grille des usages et des normes

A -117-2239

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Habitation rurale.					H09																			
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.						p1a																		

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
Centre équestre							★																	
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)					★																			
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.				10																			
Latérale 1 (mètre)	min.				3																			
Latérale 2 (mètre)	min.				5																			
Latérale sur rue (mètre)	min.				10																			
Arrière (mètre)	min.				10																			
Arrière sur rue (mètre)	min.				10																			
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.				1/2																			
Largeur (mètre)	min.				8																			
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.				64																			
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
Zone agricole permanente: Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								
Article 1066 du chapitre 9 du règlement de zonage					E																			
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																					
Article 49 du chapitre 3 du règlement de lotissement					V																			

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Les normes relatives aux zones de contraintes de glissements de terrain du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone de contraintes relatives aux glissements de terrain: zone affectée en partie ou en totalité par une zone de protection pour un talus de type N1, N2, NA1, NA2, NS1, NS2, NH ou RA1, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 71774
Grille des usages et des normes

I -119-71774

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Élevages en réclusion.					A3																			
Industrie différée						ID																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.							p1a																	
2-USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6 - NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
Zone agricole permanente: Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.																								
PAE critères particuliers (A14)																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								
article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																					

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Les normes relatives aux zones de contraintes de glissements de terrain du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone de contraintes relatives aux glissements de terrain: zone affectée en partie ou en totalité par une zone de protection pour un talus de type N1, N2, NA1, NA2, NS1, NS2, NH ou RA1, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	
10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES	

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.

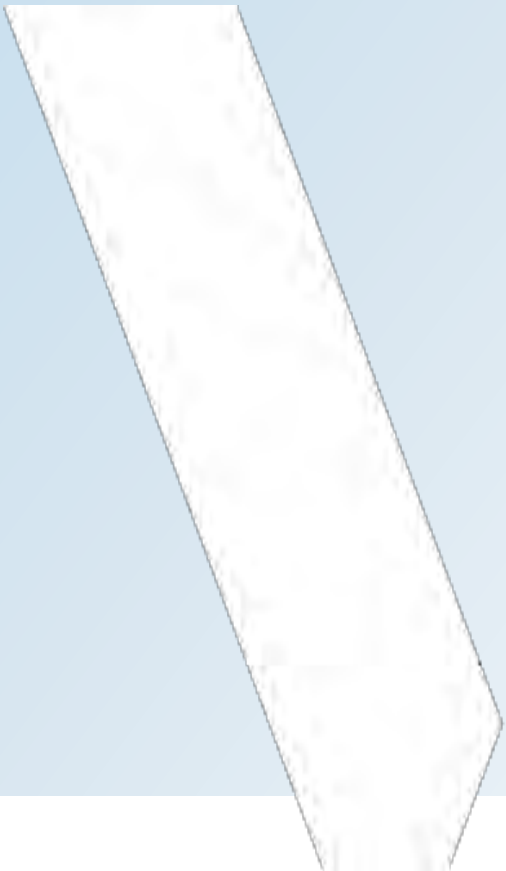
12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

ANNEXE

B

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES



LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	706Q001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (octobre 29)

Données quotidiennes (octobre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (octobre 2016)

◉ CSV ○ XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent | 2016 | octobre | 29 | Allez | Jour suivant →

Rapport de données horaires pour le 29 octobre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	1,9	0,0	87	10	4		100,18			ND
01:00	1,7	0,0	88	10	5		100,11			ND
02:00	2,1	-0,2	85	11	4		100,06			ND
03:00	1,8	-0,3	86	11	6		99,95			ND
04:00	2,1	-0,1	85	8	4		99,92			ND
05:00	2,2	0,2	87	8	5		99,88			ND
06:00	2,2	0,4	88	7	3		99,80			ND
07:00	1,9	0,4	90	10	5		99,78			ND
08:00	2,5	0,7	88	8	4		99,69			ND
09:00	3,5	1,0	83	5	5		99,60			ND
10:00	5,2	1,1	75	12	14		99,48			ND
11:00	5,6	1,6	75	11	12		99,36			ND
12:00	5,4	1,6	77	9	14		99,19			ND
13:00	5,3	1,8	78	8	17		99,05			ND
14:00	3,7	2,3	91	8	15		99,00			ND
15:00	2,5	1,6	94	8	11		99,00			ND
16:00	0,9	0,3	96	8	10		98,96			ND
17:00	0,6	0,1	97	6	7		98,98			ND
18:00	0,5	0,1	97	6	6		98,96			ND
19:00	0,5	0,1	97	5	3		98,94			ND
20:00	0,6	0,3	97		0		98,97			ND
21:00	0,6	0,2	97		0		98,97			ND
22:00	0,7	0,3	97		0		98,97			ND
23:00	0,7	0,3	97		0		98,97			ND

LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	706Q001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (octobre 30)

Données quotidiennes (octobre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (octobre 2016)
CSV XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent | 2016 | octobre | 30 | Allez | Jour suivant →

Rapport de données horaires pour le 30 octobre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	0,9	0,5	97	29	7		99,02			ND
01:00	0,8	0,4	97	25	10		99,04			ND
02:00	1,1	0,7	97	25	12		99,07			ND
03:00	1,1	0,6	97	26	12		99,13			ND
04:00	1,3	0,7	96	26	11		99,16			ND
05:00	1,3	0,7	96	26	12		99,21			ND
06:00	1,2	0,6	96	25	8		99,28			ND
07:00	1,2	0,6	96	26	10		99,35			ND
08:00	1,6	0,9	95	26	10		99,40			ND
09:00	2,0	1,3	95	26	11		99,42			ND
10:00	2,5	1,6	94	27	9		99,40			ND
11:00	3,1	1,8	92	27	10		99,42			ND
12:00	4,0	2,3	88	29	12		99,40			ND
13:00	3,9	2,2	89	28	12		99,40			ND
14:00	3,9	2,3	89	27	13		99,41			ND
15:00	3,7	2,2	90	28	12		99,44			ND
16:00	3,0	2,0	93	27	18		99,49			ND
17:00	2,8	2,0	94	28	15		99,55			ND
18:00	2,8	1,8	93	27	12		99,58			ND
19:00	2,6	1,7	94	28	14		99,63			ND
20:00	2,4	1,5	93	27	13		99,62			ND
21:00	2,6	1,3	91	28	14		99,62			ND
22:00	2,4	1,1	91	28	15		99,63			ND
23:00	2,3	1,0	91	28	16		99,64			ND

LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	706Q001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (octobre 31)

Données quotidiennes (octobre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (octobre 2016)
CSV XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent

2016 octobre 31 Allez

Jour suivant →

Rapport de données horaires pour le 31 octobre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	2,1	0,7	91	28	20		99,68			ND
01:00	2,0	0,4	90	29	18		99,73			ND
02:00	1,4	-0,1	90	29	18		99,78			ND
03:00	1,0	-0,6	89	29	16		99,86			ND
04:00	0,7	-1,3	87	29	17		99,93			ND
05:00	0,2	-2,2	84	29	16		100,01			ND
06:00	0,0	-2,1	85	29	16		100,08		-5	ND
07:00	-0,2	-2,8	82	29	17		100,18		-5	ND
08:00	0,2	-3,0	79	29	15		100,25			ND
09:00	0,7	-3,2	75	29	14		100,30			ND
10:00	1,3	-3,6	70	30	16		100,35			ND
11:00	2,0	-3,0	69	33	10		100,36			ND
12:00	2,6	-3,5	64	31	15		100,38			ND
13:00	2,8	-3,6	63	36	9		100,39			ND
14:00	2,6	-3,5	64	35	12		100,44			ND
15:00	2,6	-3,8	63	1	8		100,48			ND
16:00	2,4	-3,8	64	1	4		100,49			ND
17:00	2,1	-3,8	65	2	4		100,54			ND
18:00	1,9	-3,4	68	30	2		100,63			ND
19:00	1,7	-3,6	68	4	3		100,68			ND
20:00	0,7	-2,0	82	10	3		100,68			ND
21:00	0,5	-2,3	82	10	1		100,73			ND
22:00	0,7	-3,0	76	22	2		100,74			ND
23:00	0,3	-2,1	84	12	5		100,72			ND

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	7060001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (novembre 01)

Données quotidiennes (novembre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (novembre 2016)
(•) CSV ( ) XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent | 2016 | novembre | 1 | Allez | Jour suivant →

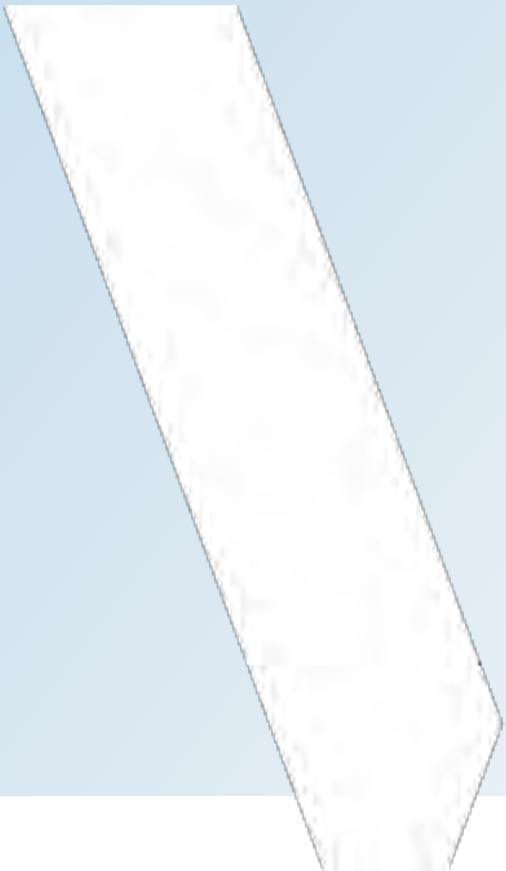
Rapport de données horaires pour le 1 novembre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	1,0	-3,2	74	14	5		100,74			ND
01:00	0,6	-2,2	81	14	7		100,73			ND
02:00	0,9	-3,4	73	16	12		100,77			ND
03:00	0,6	-3,6	73	15	7		100,85			ND
04:00	0,6	-4,0	71	19	9		100,90			ND
05:00	0,4	-3,8	73	14	9		100,85			ND
06:00	-0,1	-3,5	78	13	6		100,83		-2	ND
07:00	-0,5	-3,3	81	8	6		100,82		-3	ND
08:00	0,7	-2,9	77	5	4		100,83			ND
09:00	2,1	-2,4	72	10	12		100,77			ND
10:00	2,4	-2,0	73	11	13		100,72			ND
11:00	3,3	-1,7	70	10	14		100,60			ND
12:00	3,8	-1,4	68	10	20		100,43			ND
13:00	3,7	-1,5	69	10	16		100,35			ND
14:00	3,4	-1,2	72	9	14		100,29			ND
15:00	3,0	-1,1	74	7	9		100,27			ND
16:00	2,7	-1,0	77	7	11		100,27			ND
17:00	2,2	-0,4	83	9	13		100,35			ND
18:00	2,8	0,7	86	12	14		100,25			ND
19:00	2,5	1,5	93	7	13		100,07			ND
20:00	2,7	2,0	95	6	12		100,08			ND
21:00	3,2	2,5	95	6	7		100,13			ND
22:00	3,1	2,4	95	6	8		100,03			ND
23:00	3,0	2,3	95	6	9		99,99			ND

ANNEXE

C

PHOTOS DES POINTS DE MESURES



Point M1





Point M2





Point M3





Point M4



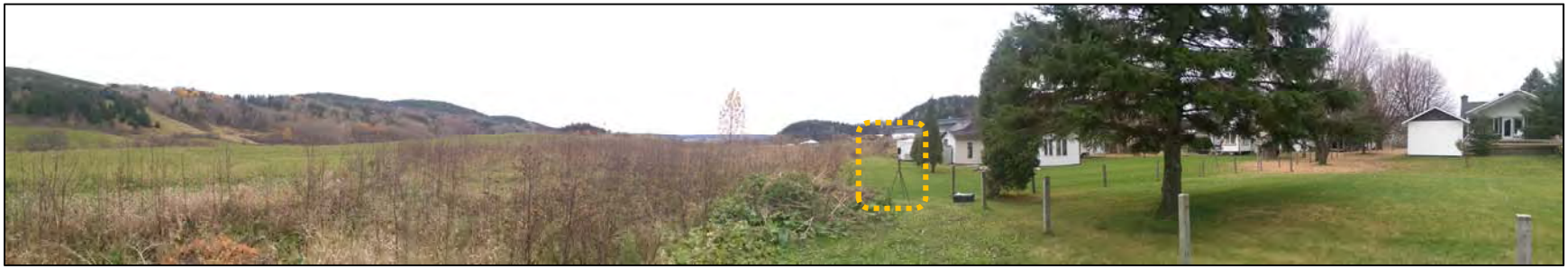


Point M5





Point M6

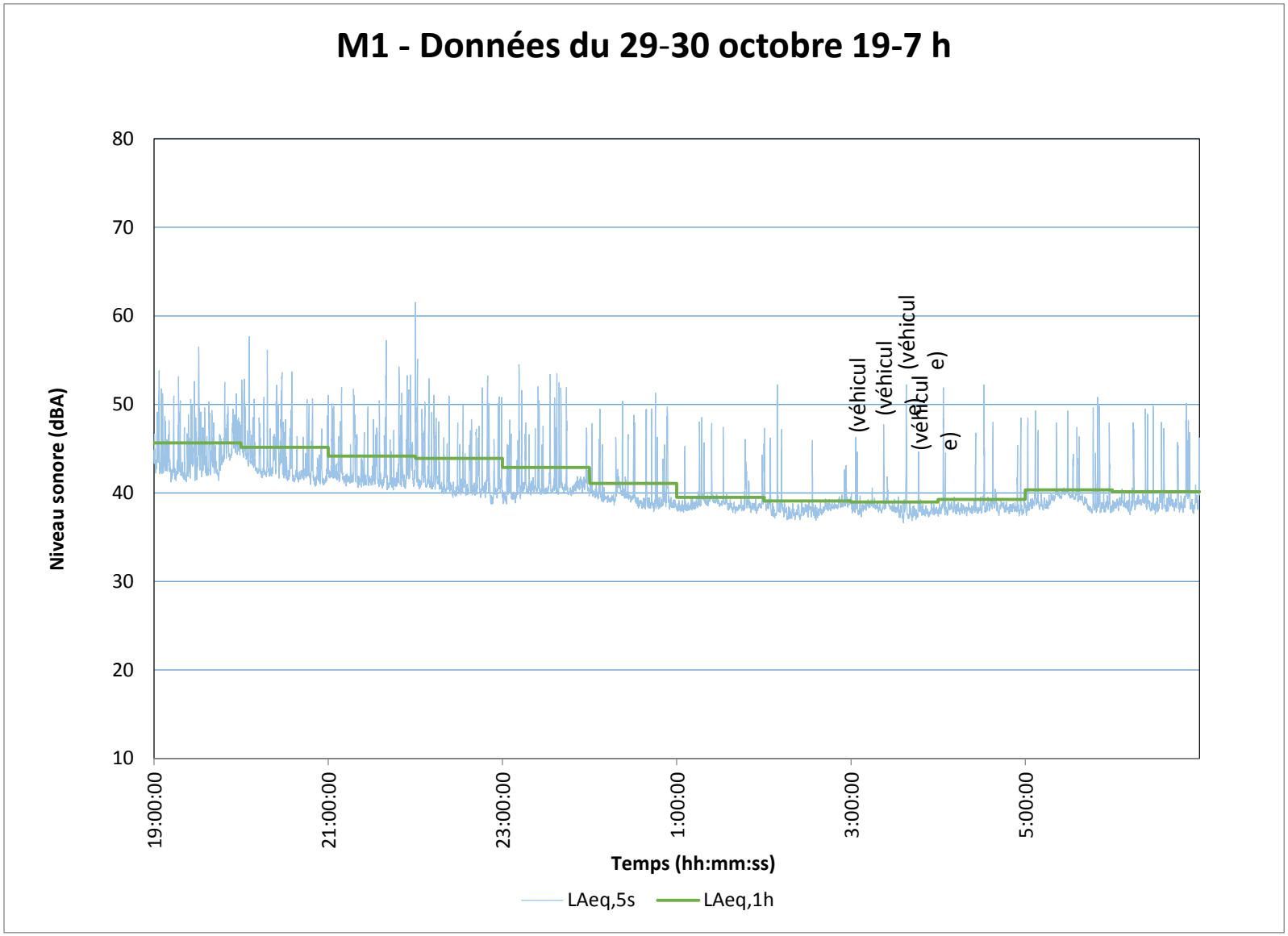




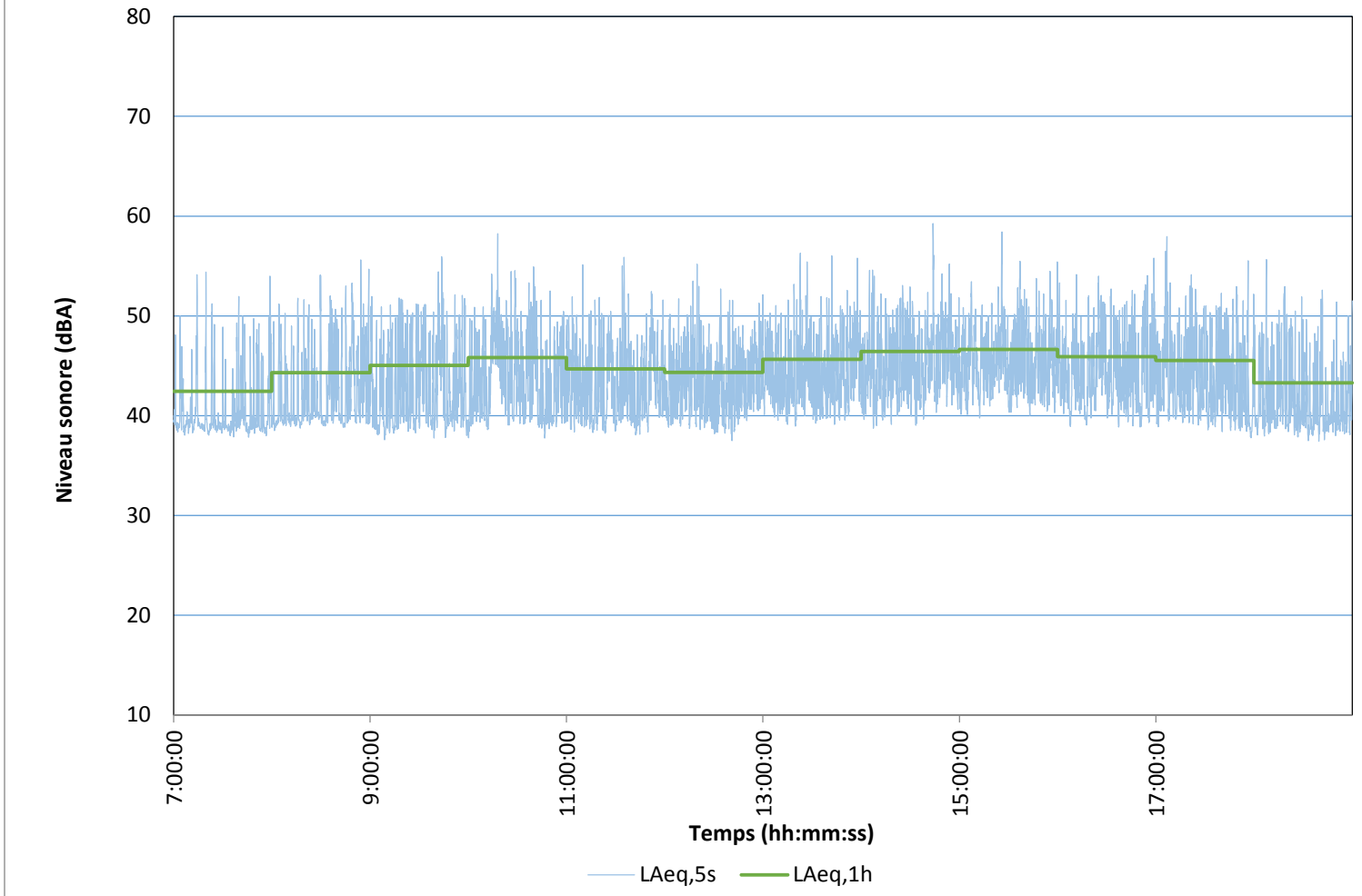
ANNEXE

D

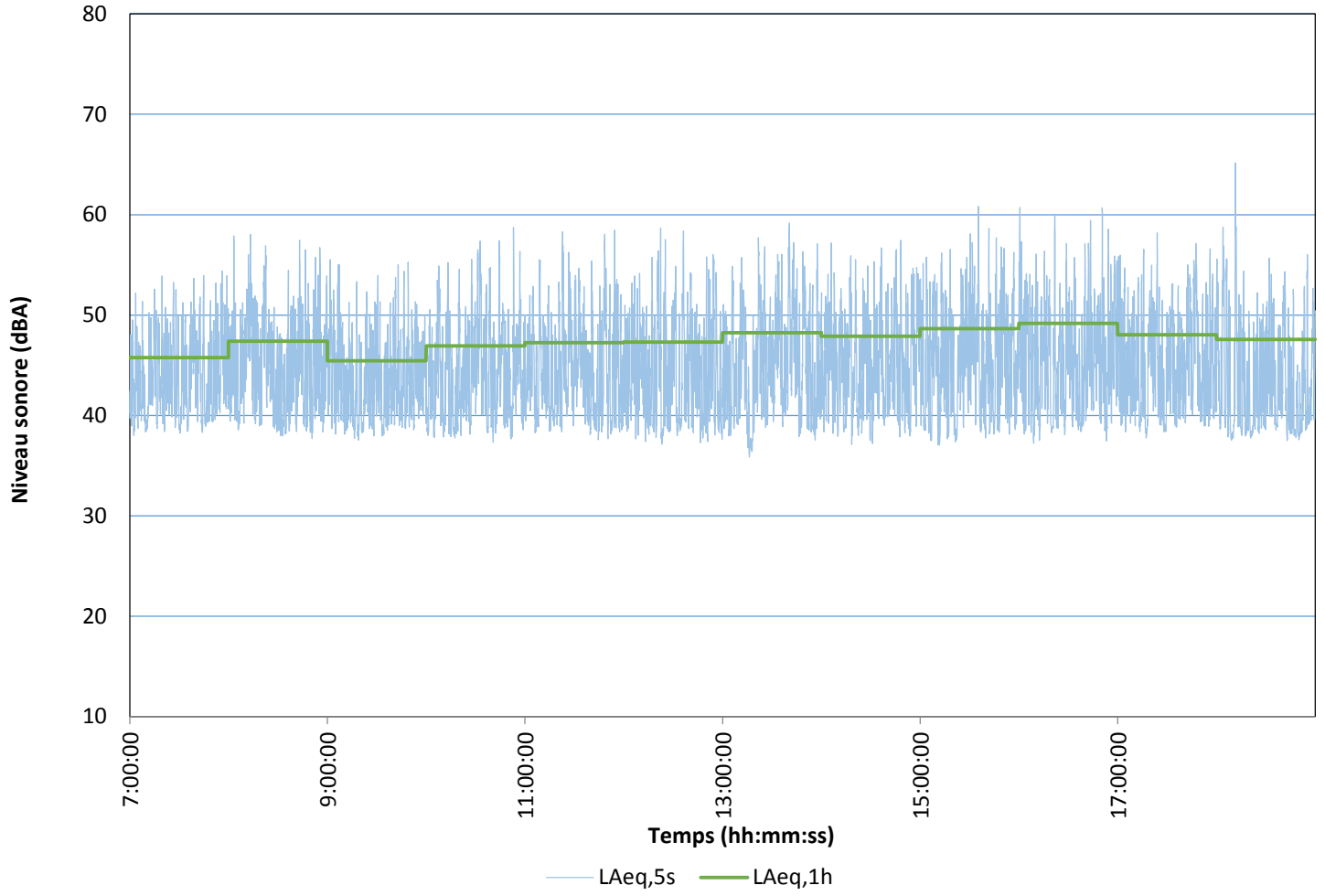
DONNÉES DÉTAILLÉES ET GRAPHIQUES DES MESURES SONORES


M1 - Données du 29-30 octobre 19-7 h
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
19:00:00
21:00:00
23:00:00
1:00:00
3:00:00
5:00:00
Temps (hh:mm:ss)
LAeq,5s
LAeq,1h

M1 - Données du 30 octobre 7-19h



M1 - Données du 31 octobre 7-19h



M1 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

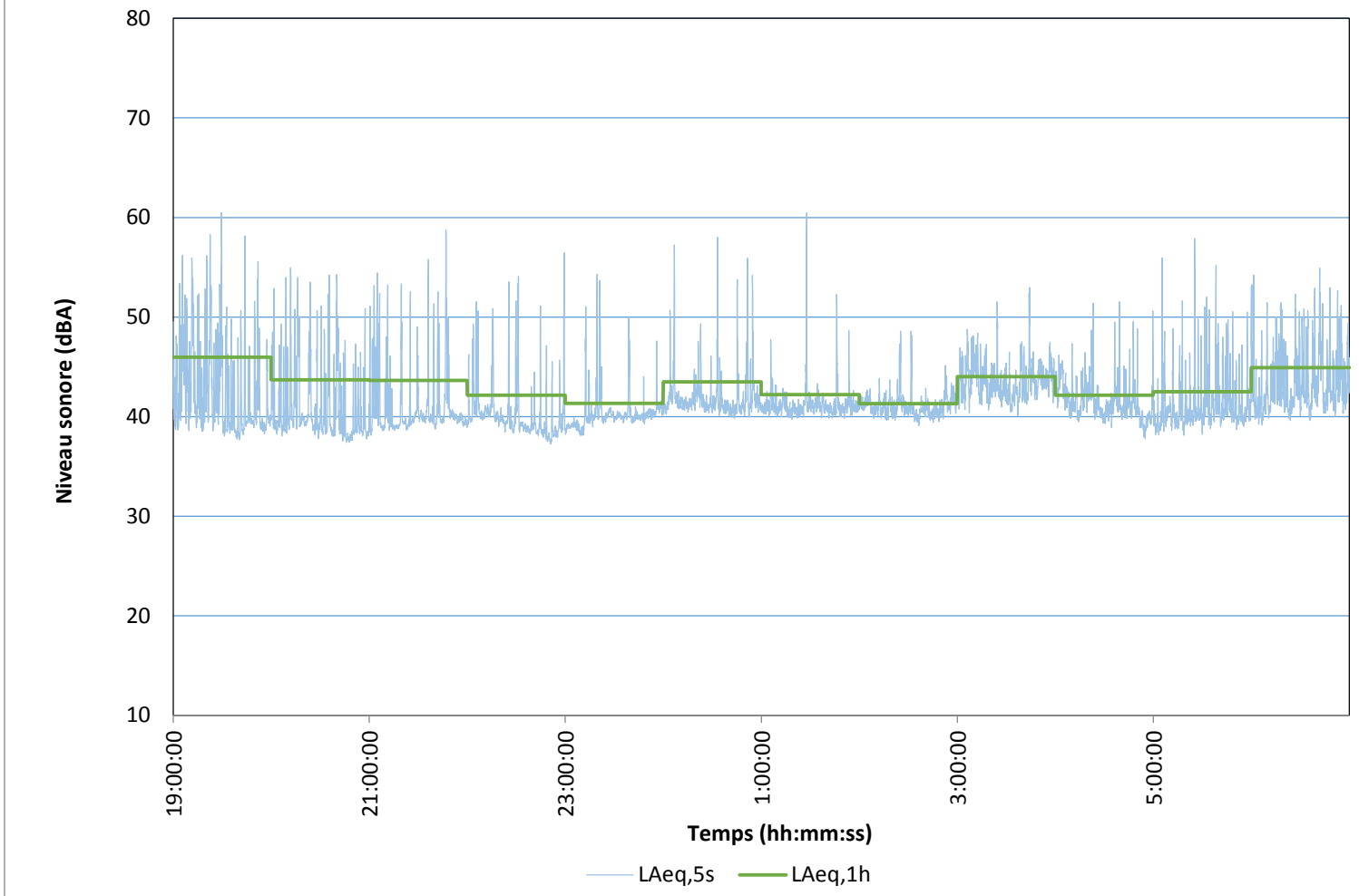
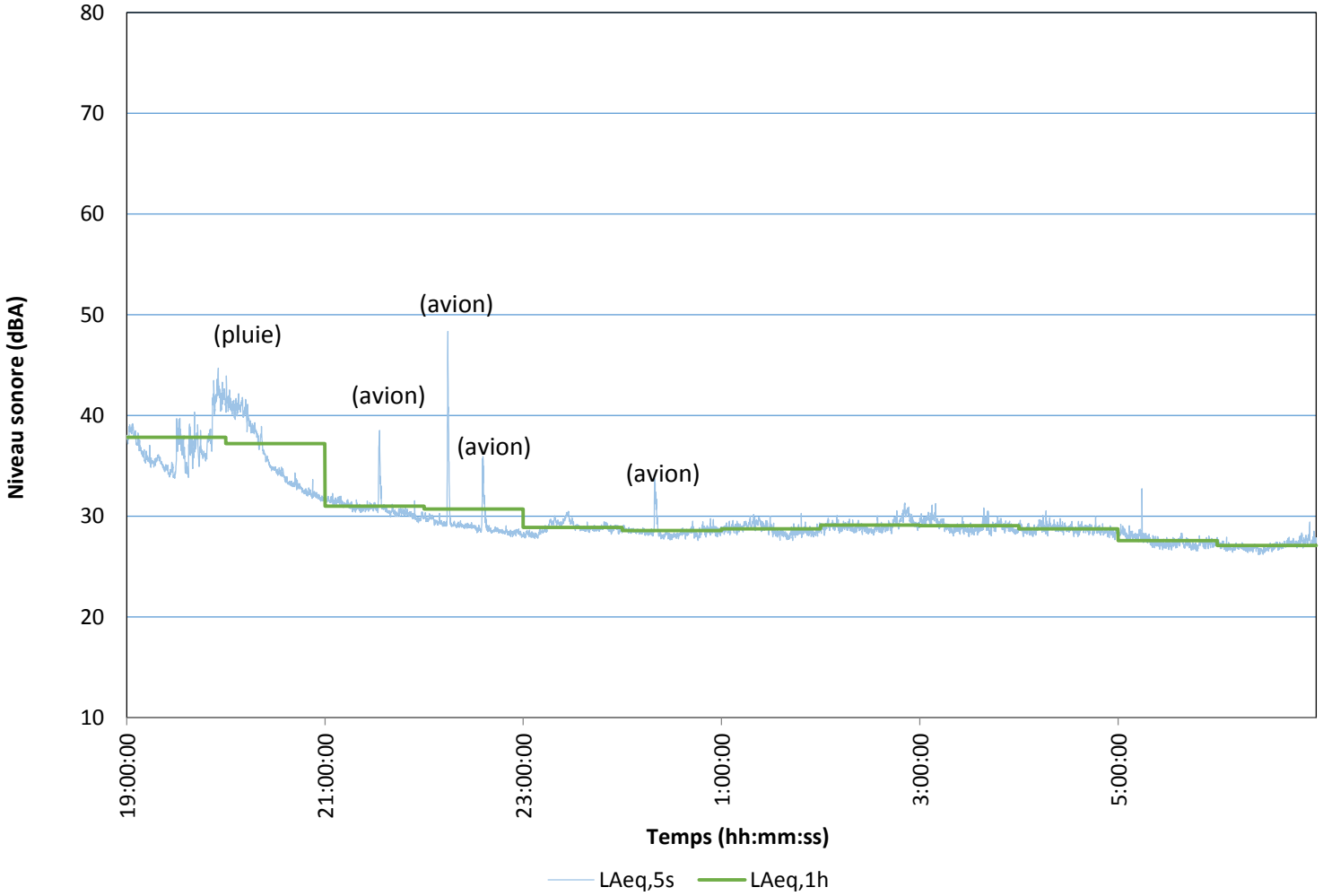


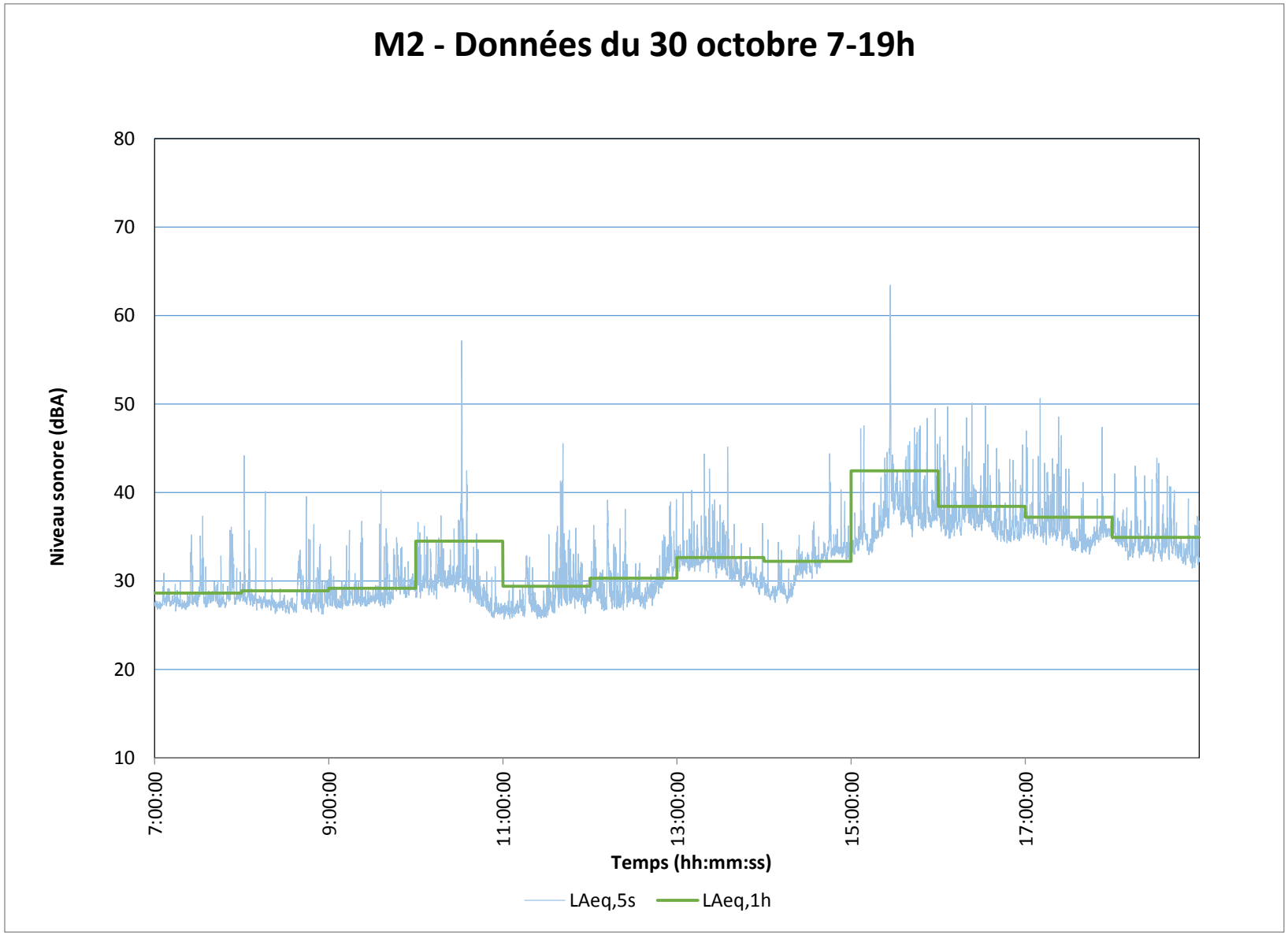
Tableau 1 Données pour point M1

Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7
2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4

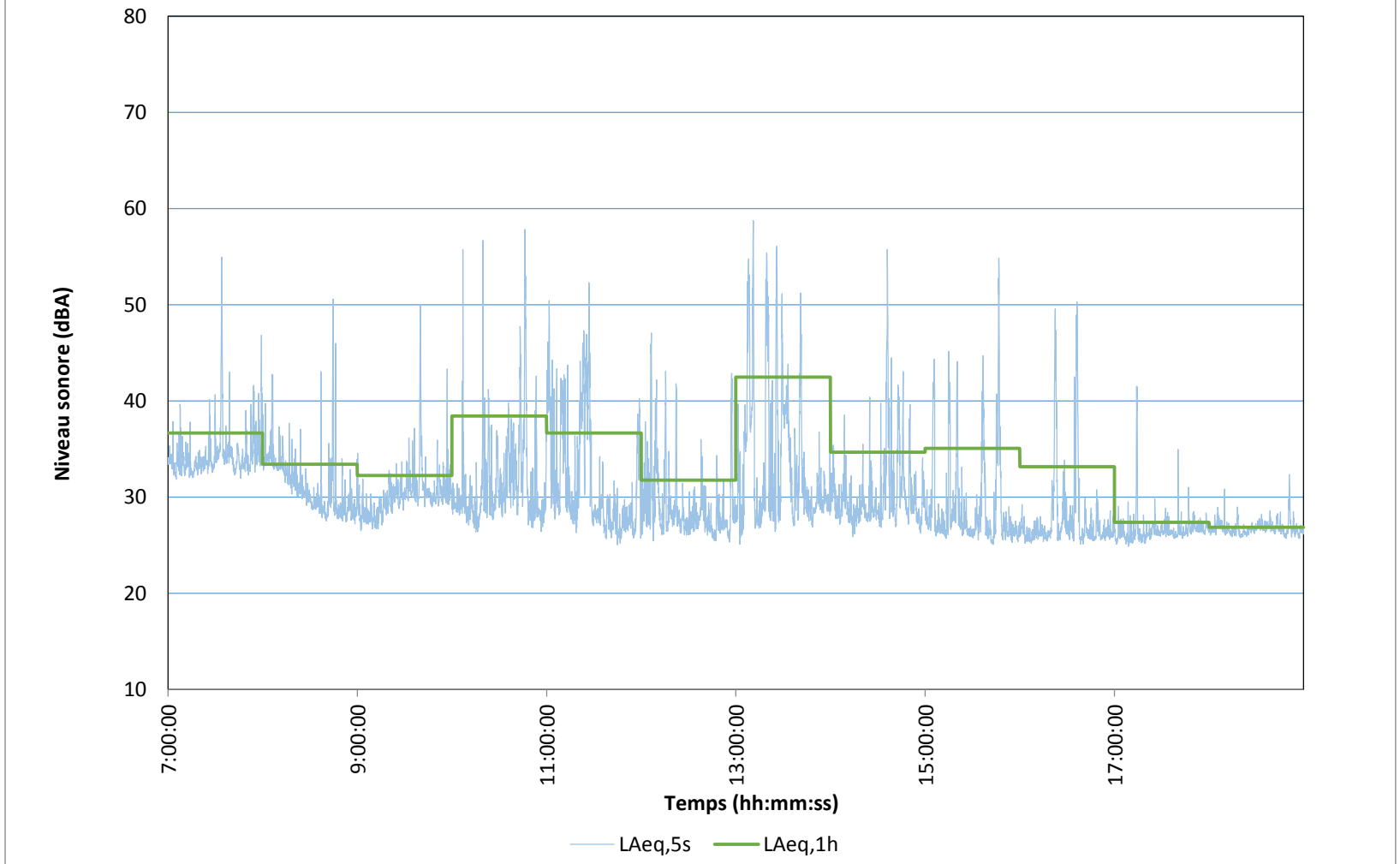
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

M2 - Données du 29-30 octobre 19-7h




M2 - Données du 30 octobre 7-19h
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
7:00:00
9:00:00
11:00:00
13:00:00
15:00:00
17:00:00
Temps (hh:mm:ss)
LAeq,5s
LAeq,1h

M2 - Données du 31 octobre 7-19h



M2 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

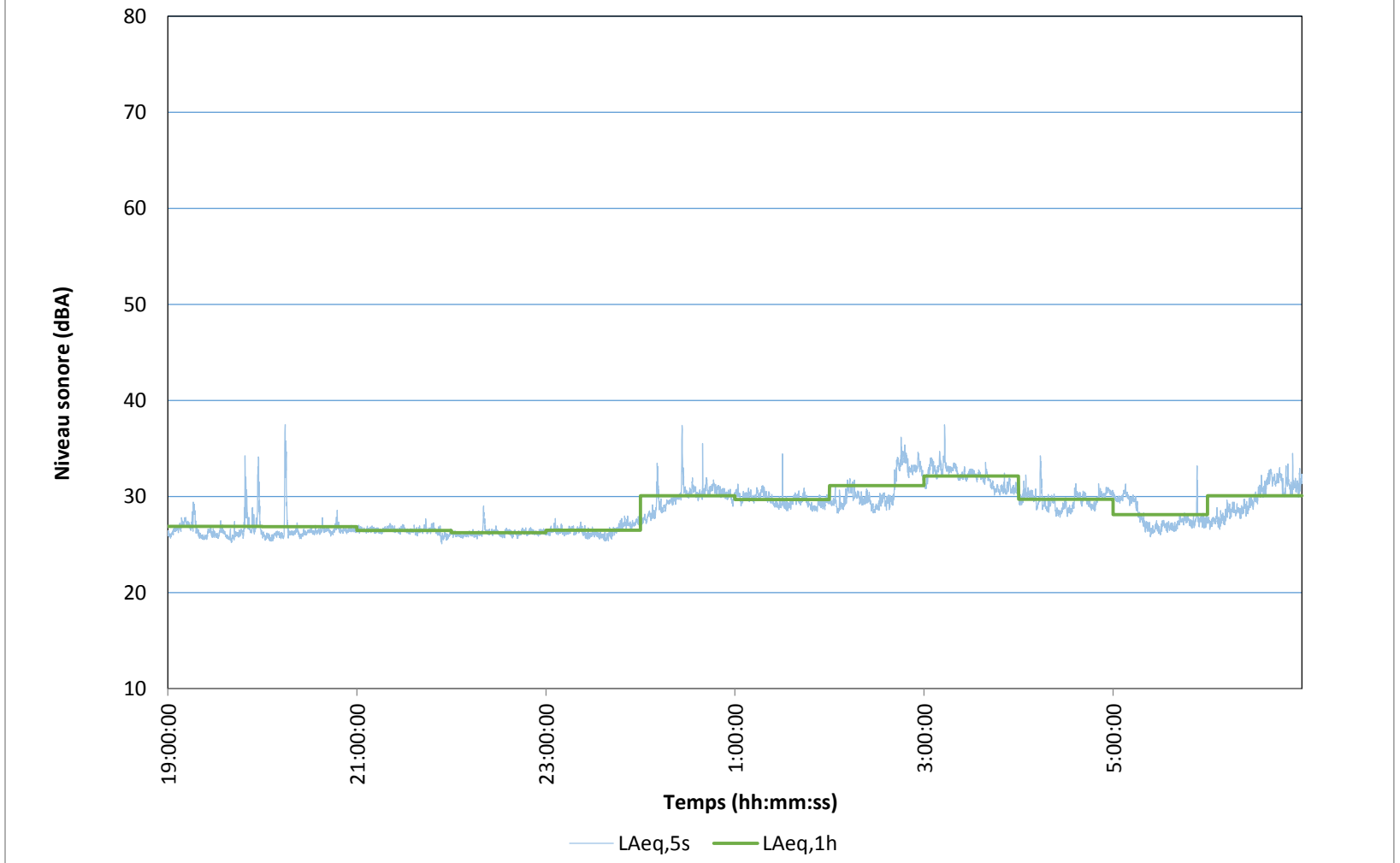
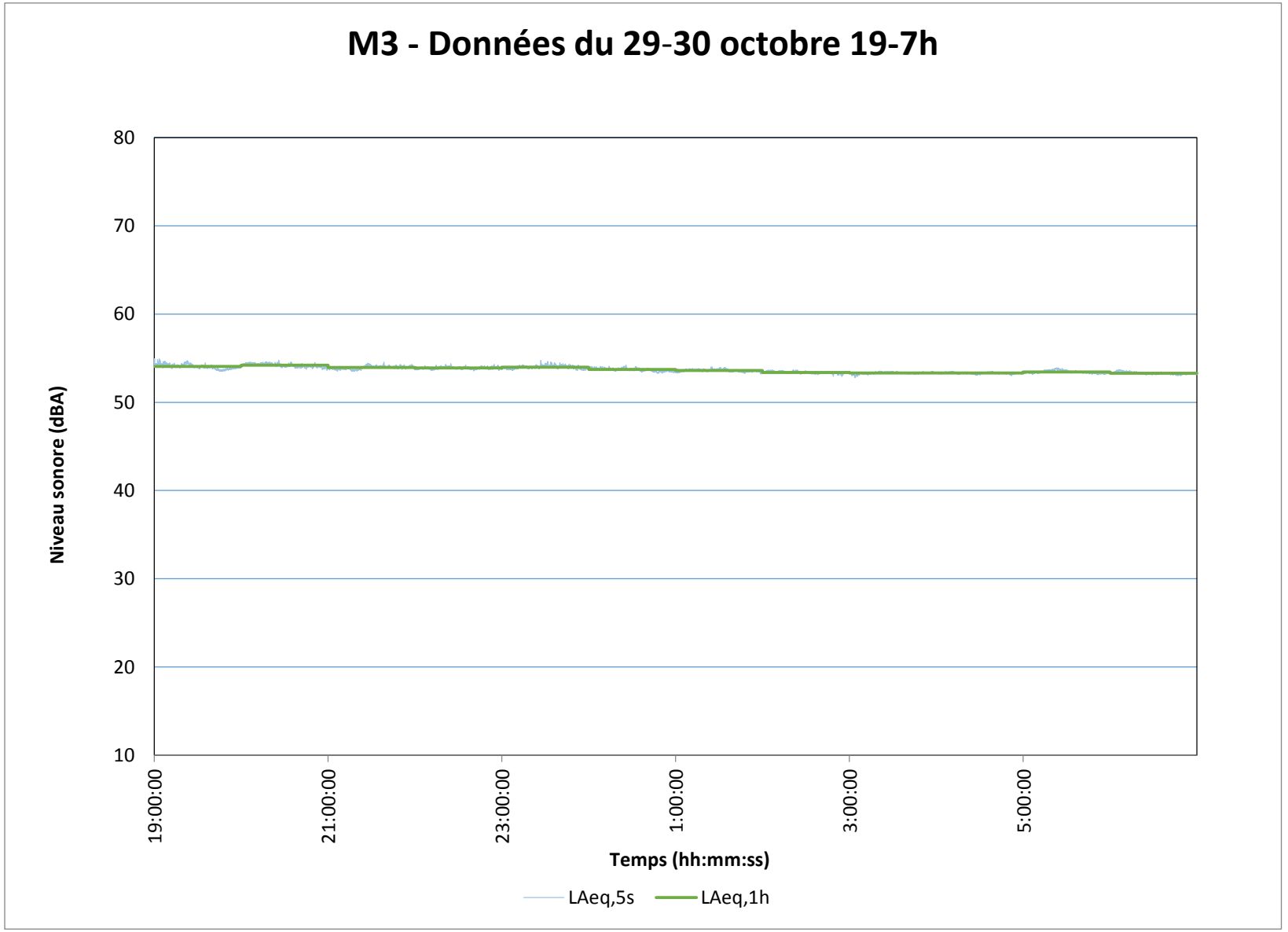


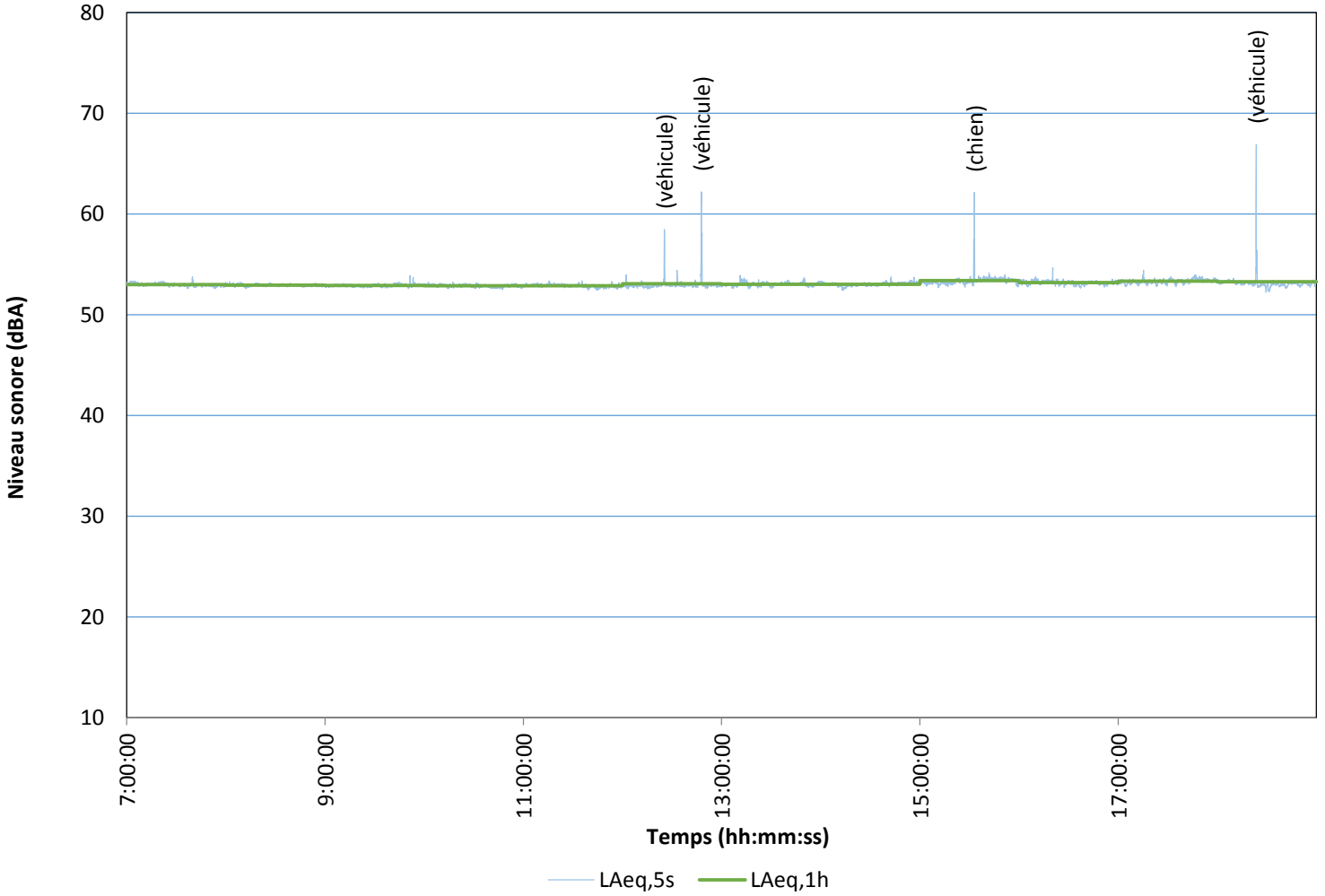
Tableau 2 Données pour point M2

Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

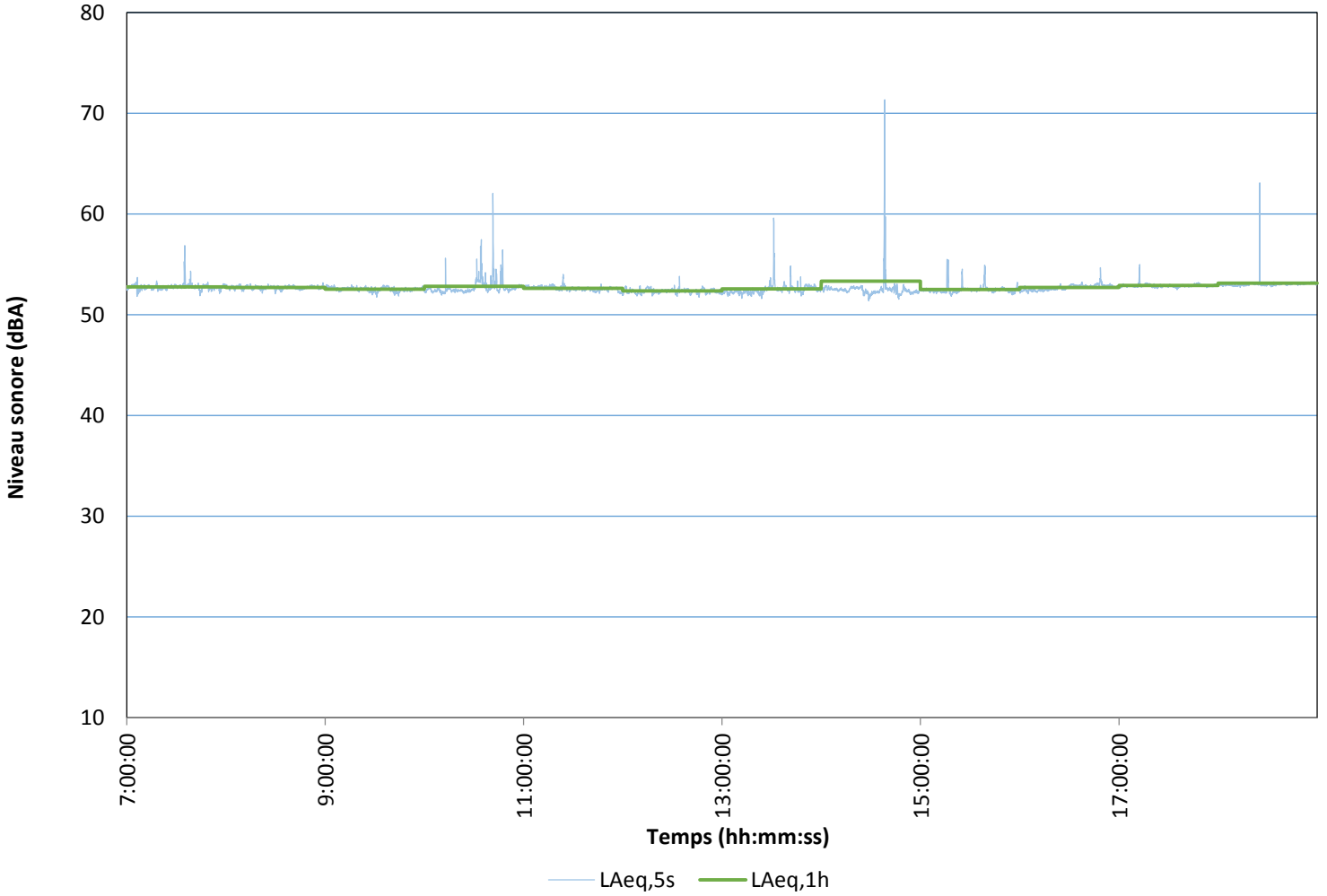
2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0


M3 - Données du 29-30 octobre 19-7h
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
19:00:00
21:00:00
23:00:00
1:00:00
3:00:00
5:00:00
Temps (hh:mm:ss)
LAeq,5s
LAeq,1h

M3 - Données du 30 octobre 7-19h



M3 - Données du 31 octobre 7-19h



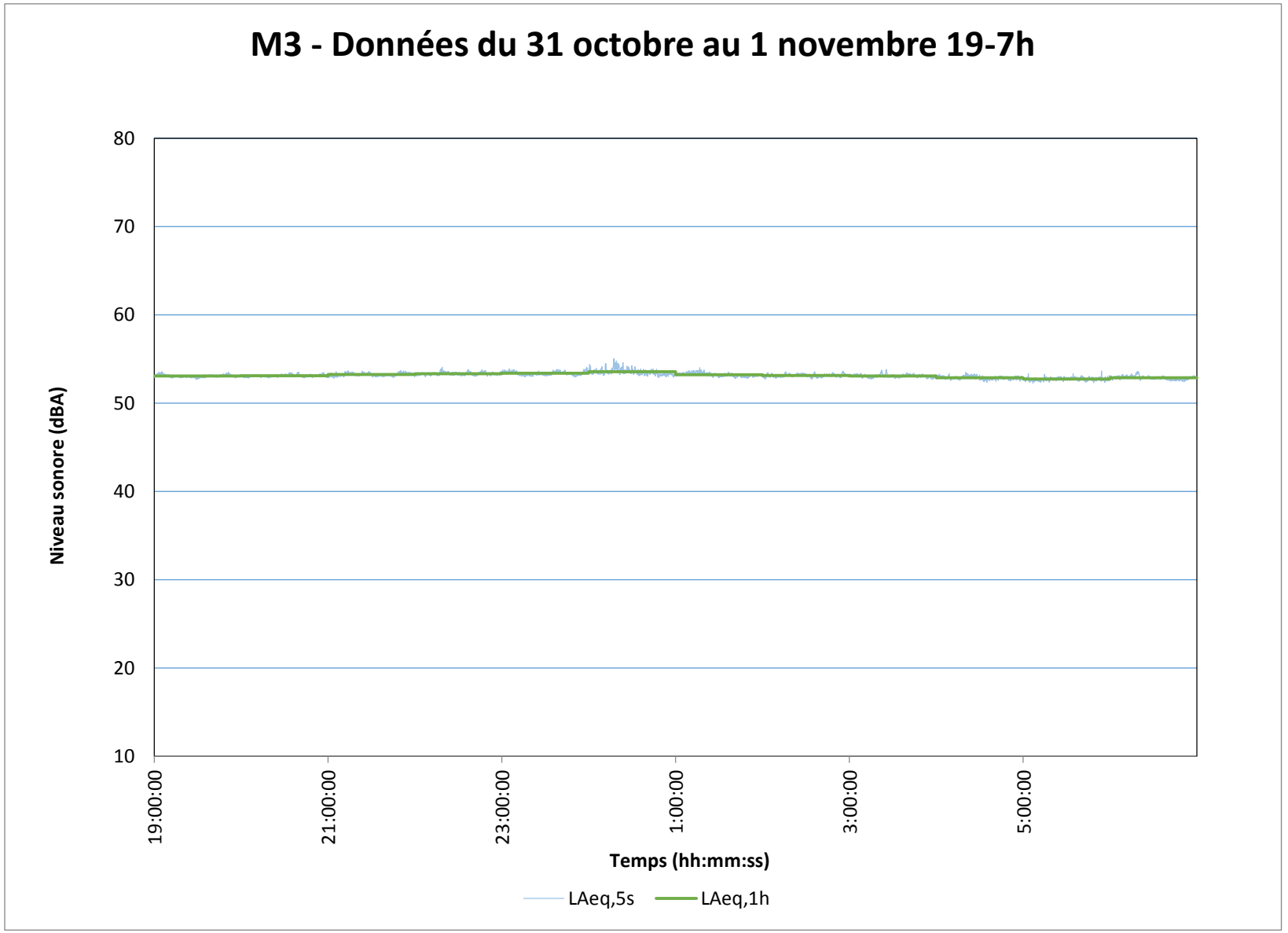
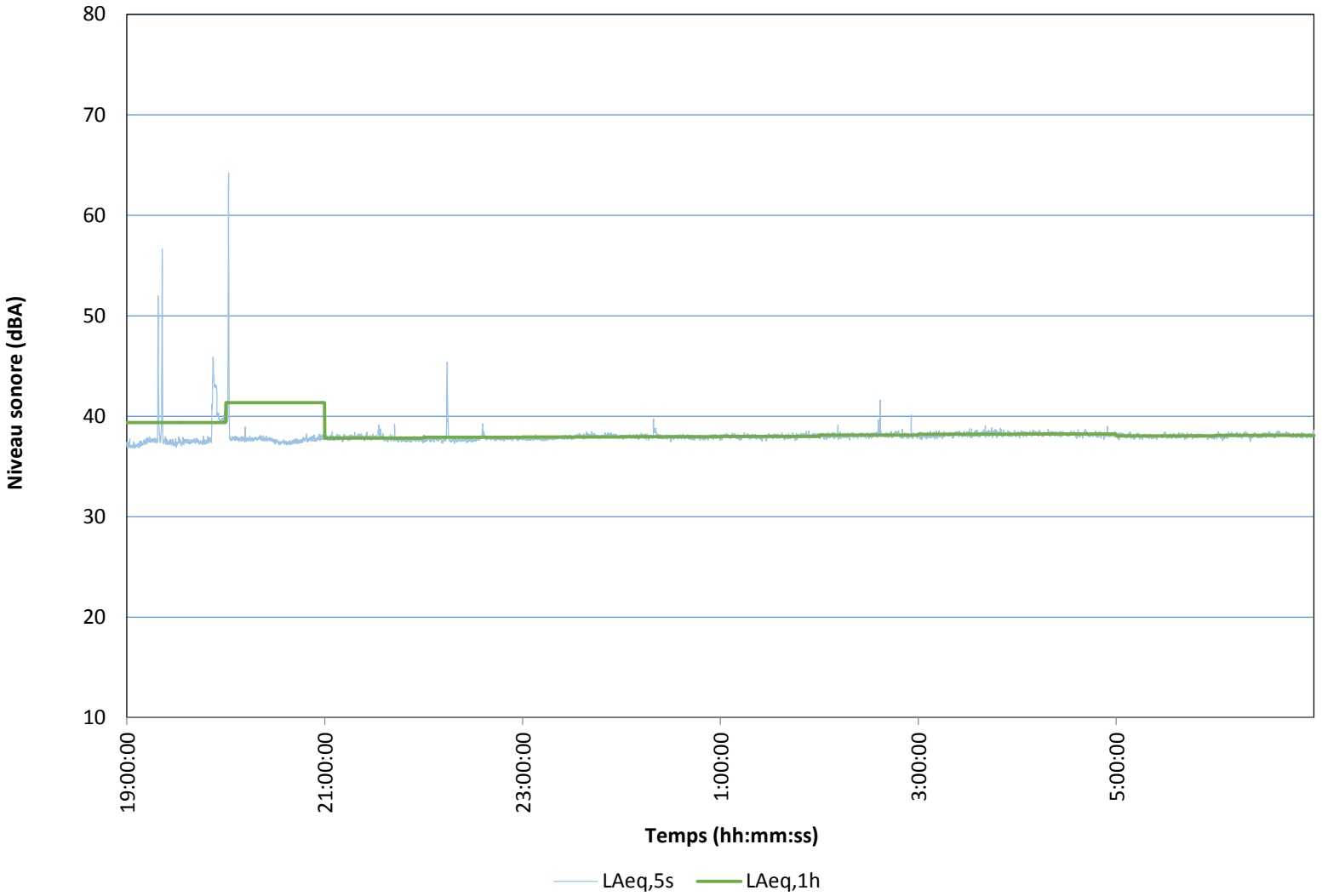

M3 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
19:00:00
21:00:00
23:00:00
1:00:00
3:00:00
5:00:00
Temps (hh:mm:ss)
LAeq,5s
LAeq,1h

Tableau 3 Données pour point M3

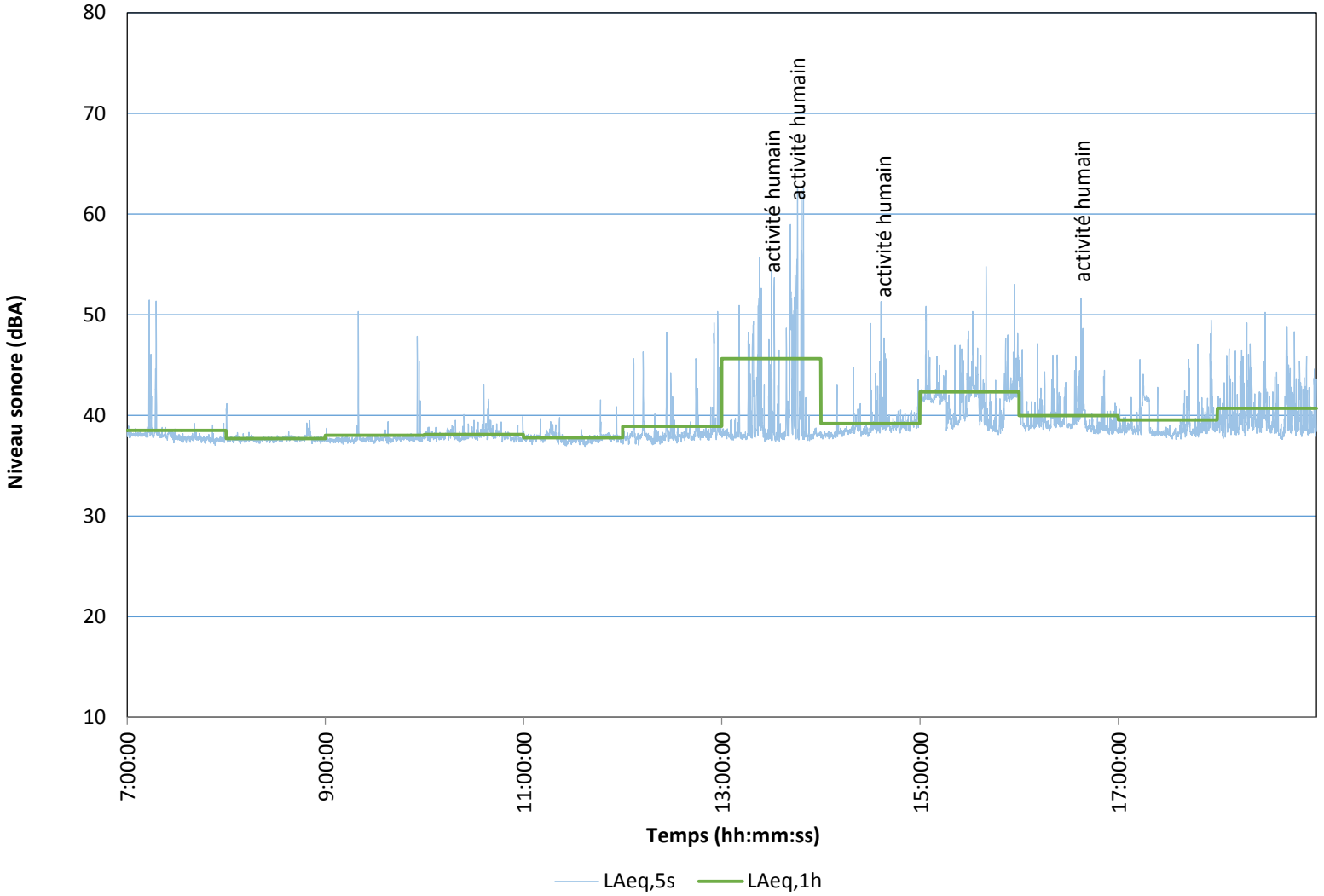
Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

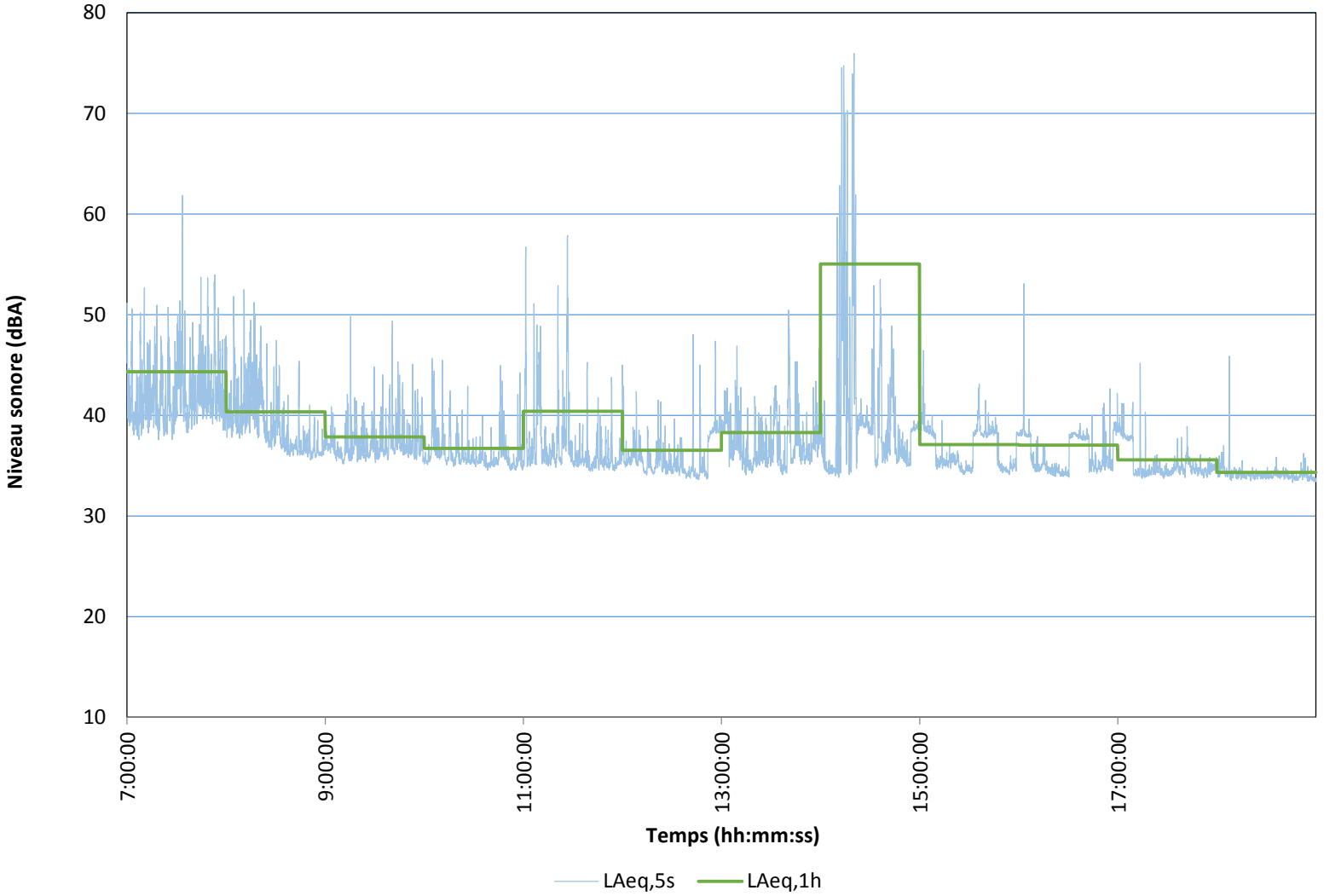
M4 - Données du 29-30 octobre 19-7h



M4 - Données du 30 octobre 7-19h



M4 - Données du 31 octobre 7-19h



M4 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

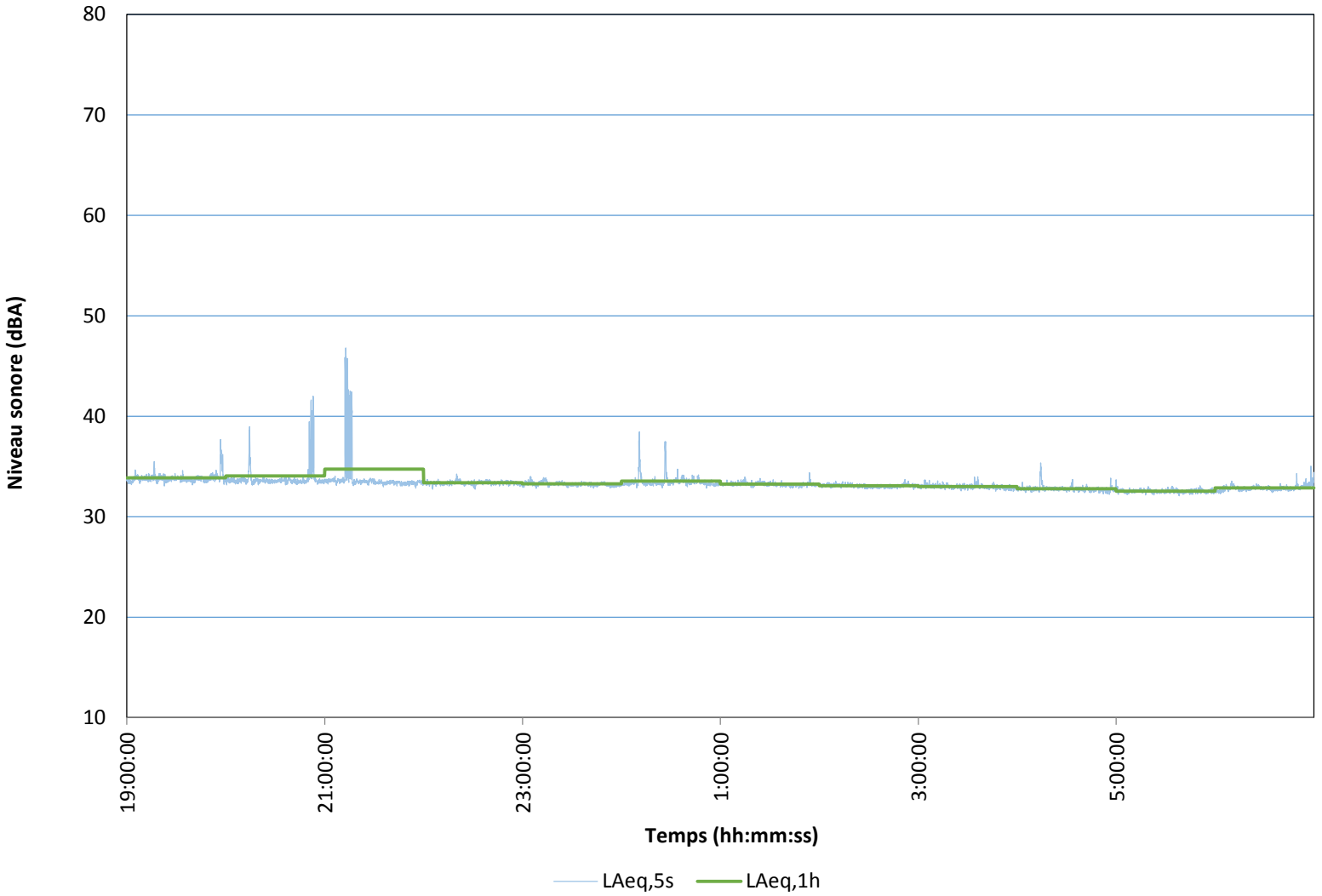
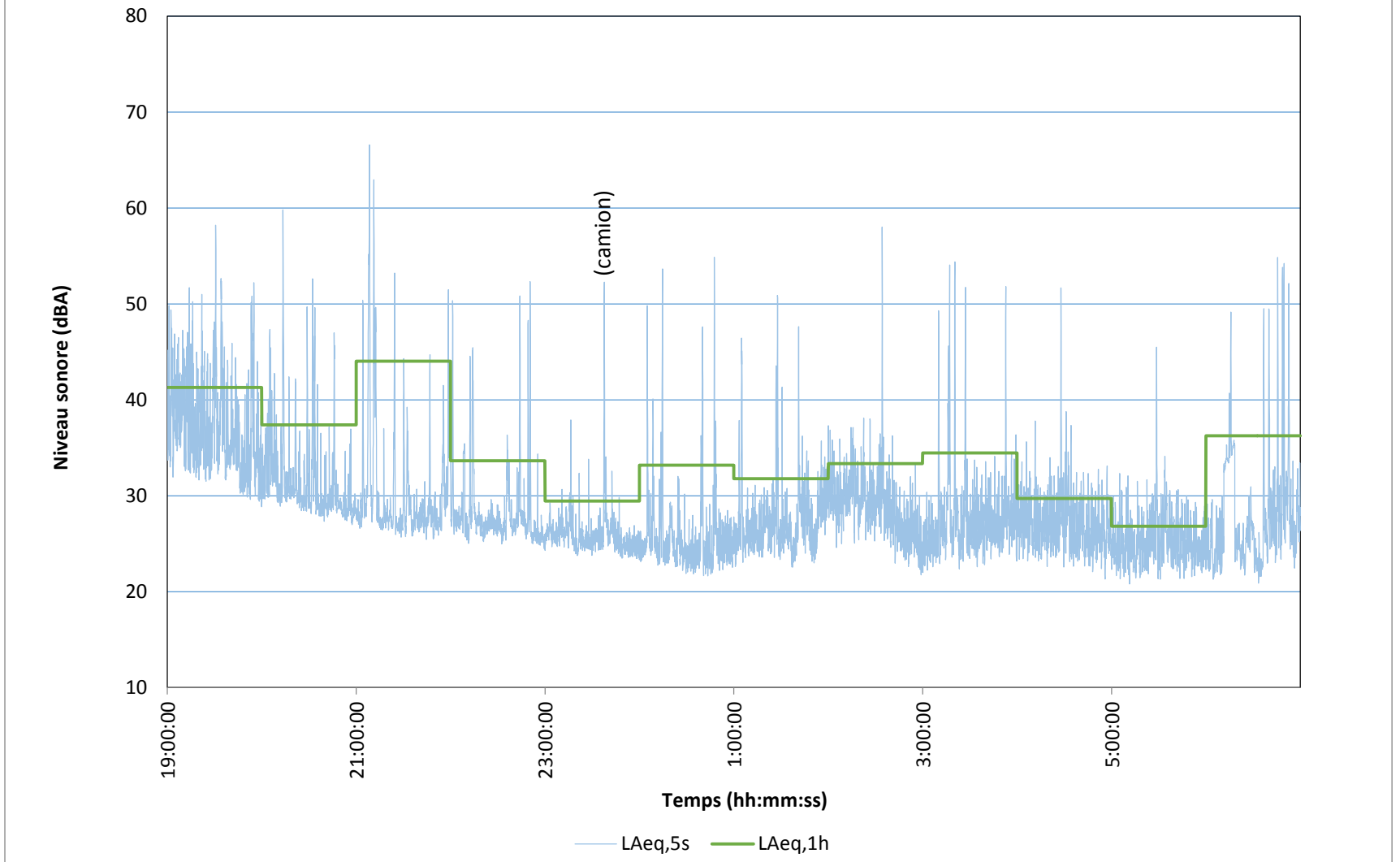


Tableau 4 Données pour point M4

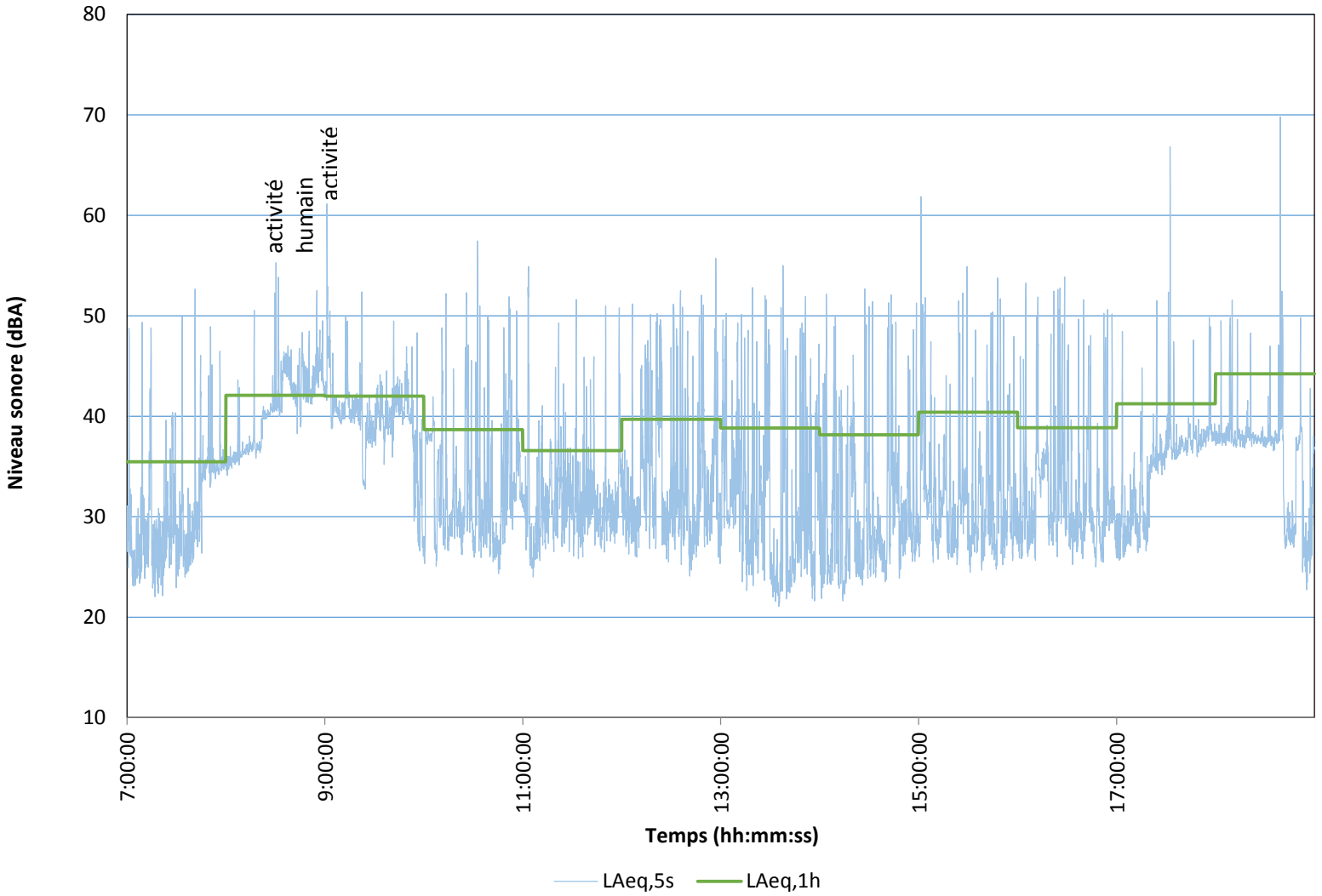
Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

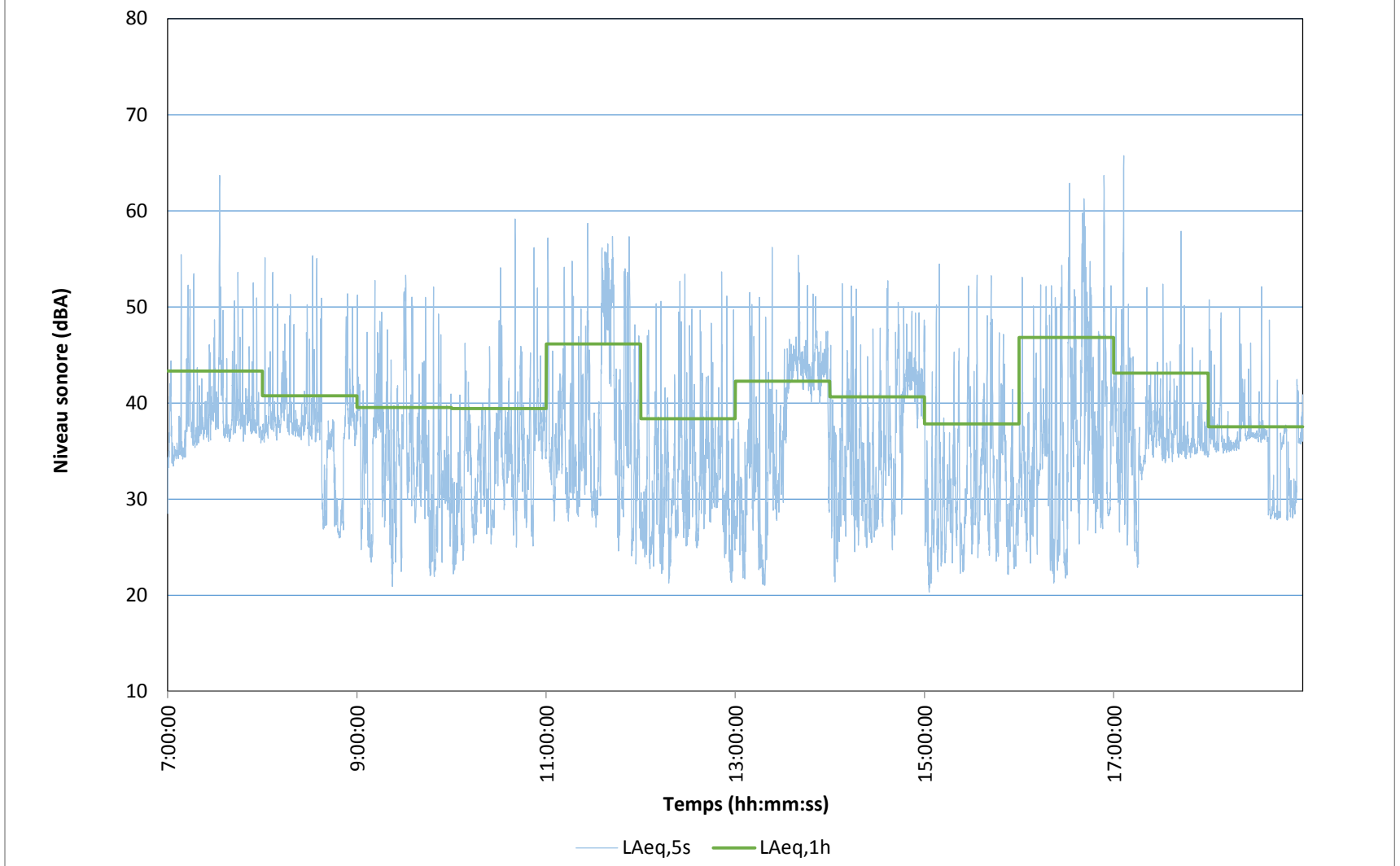
M5 - Données du 29-30 octobre 19-7h



M5 - Données du 30 octobre 7-19h



M5 - Données du 31 octobre 7-19h



M5 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-17h

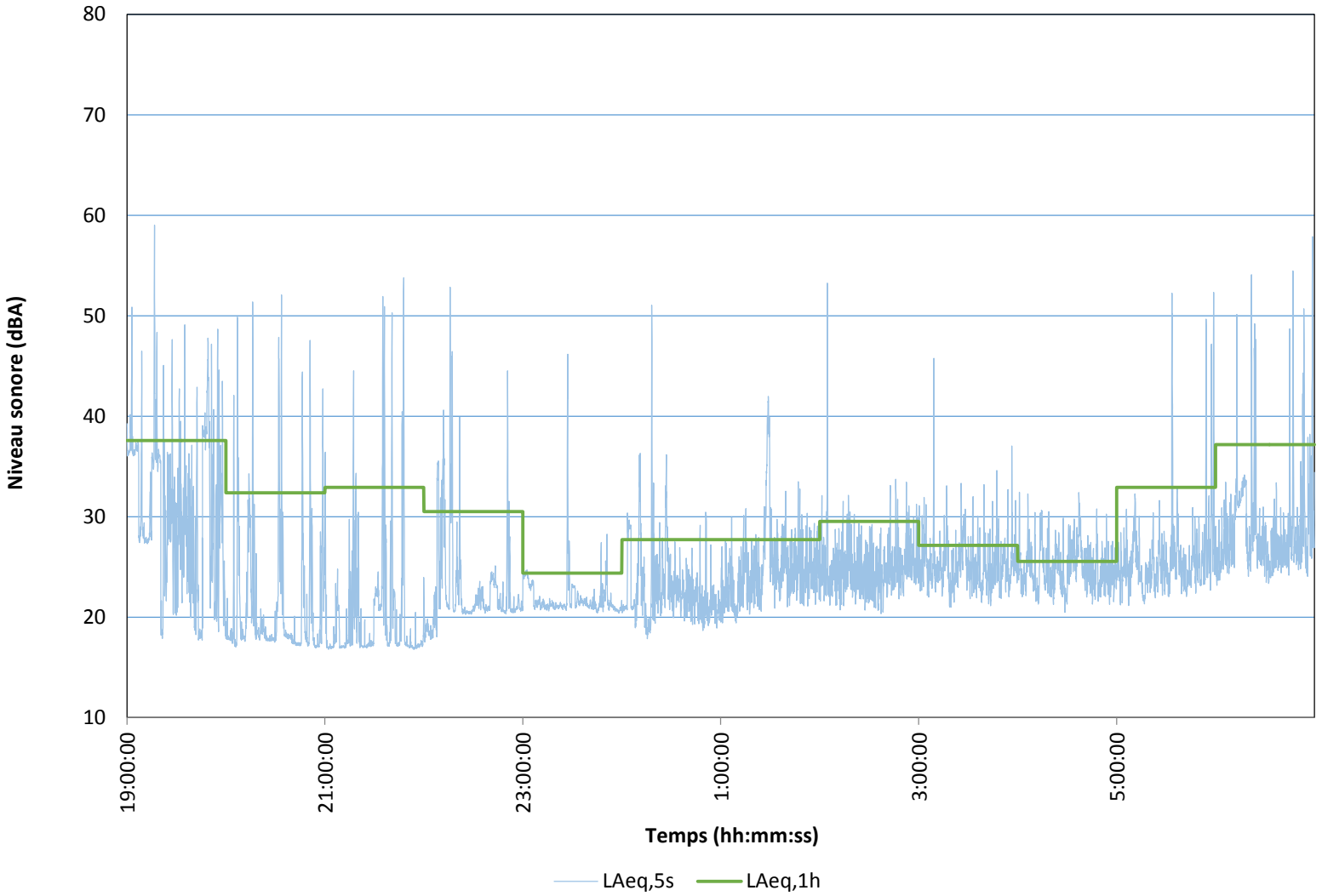
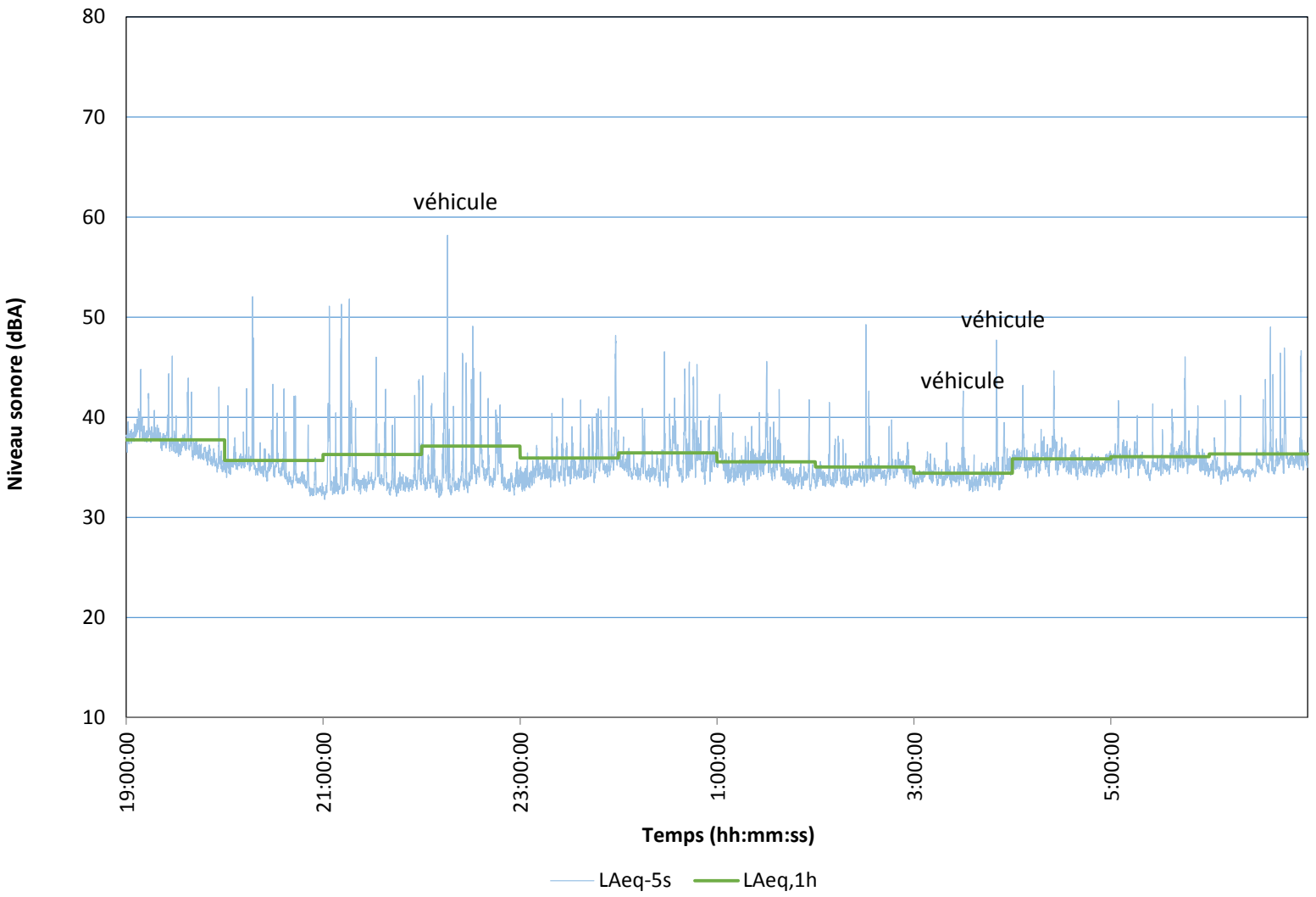


Tableau 5 Données pour M5

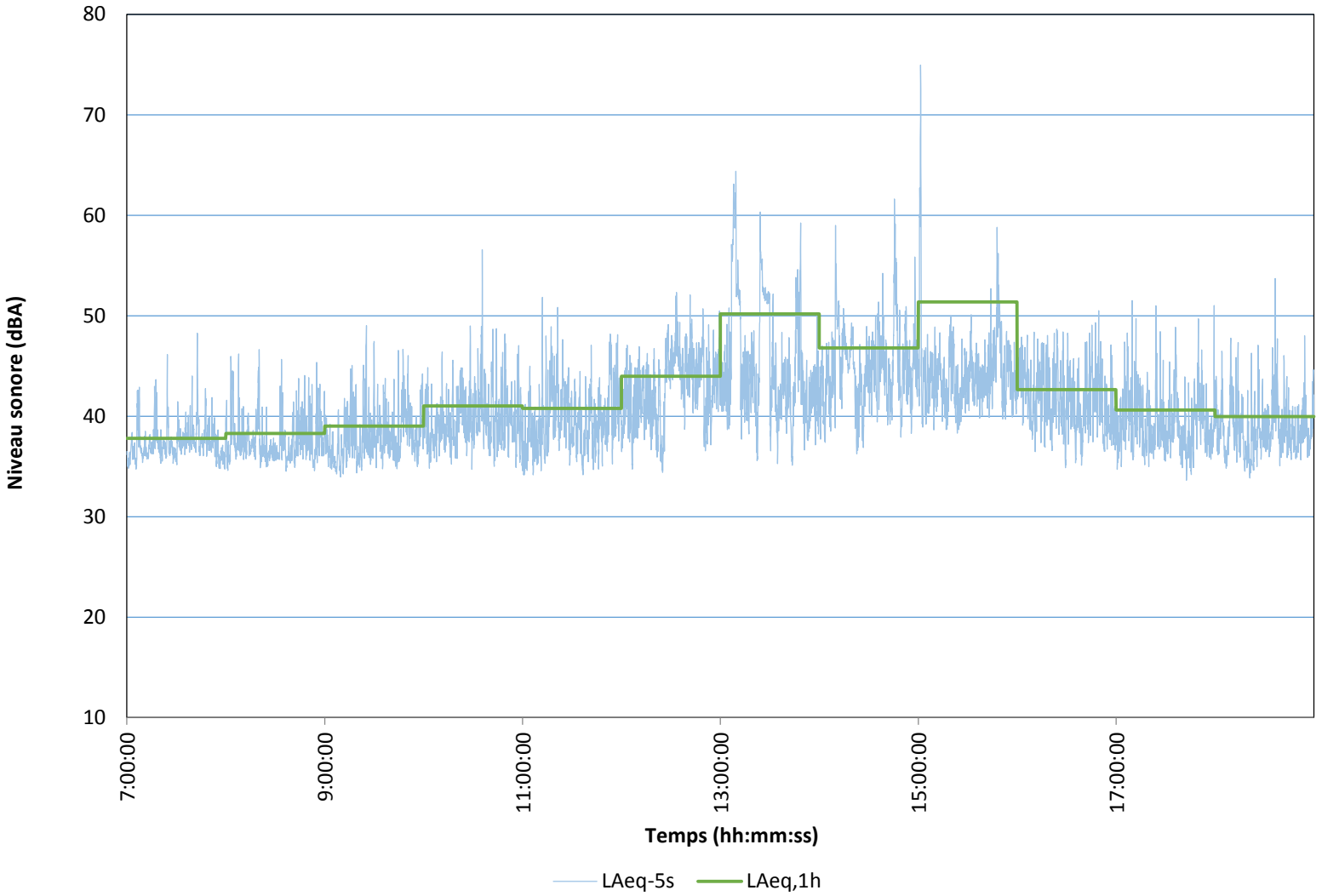
Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

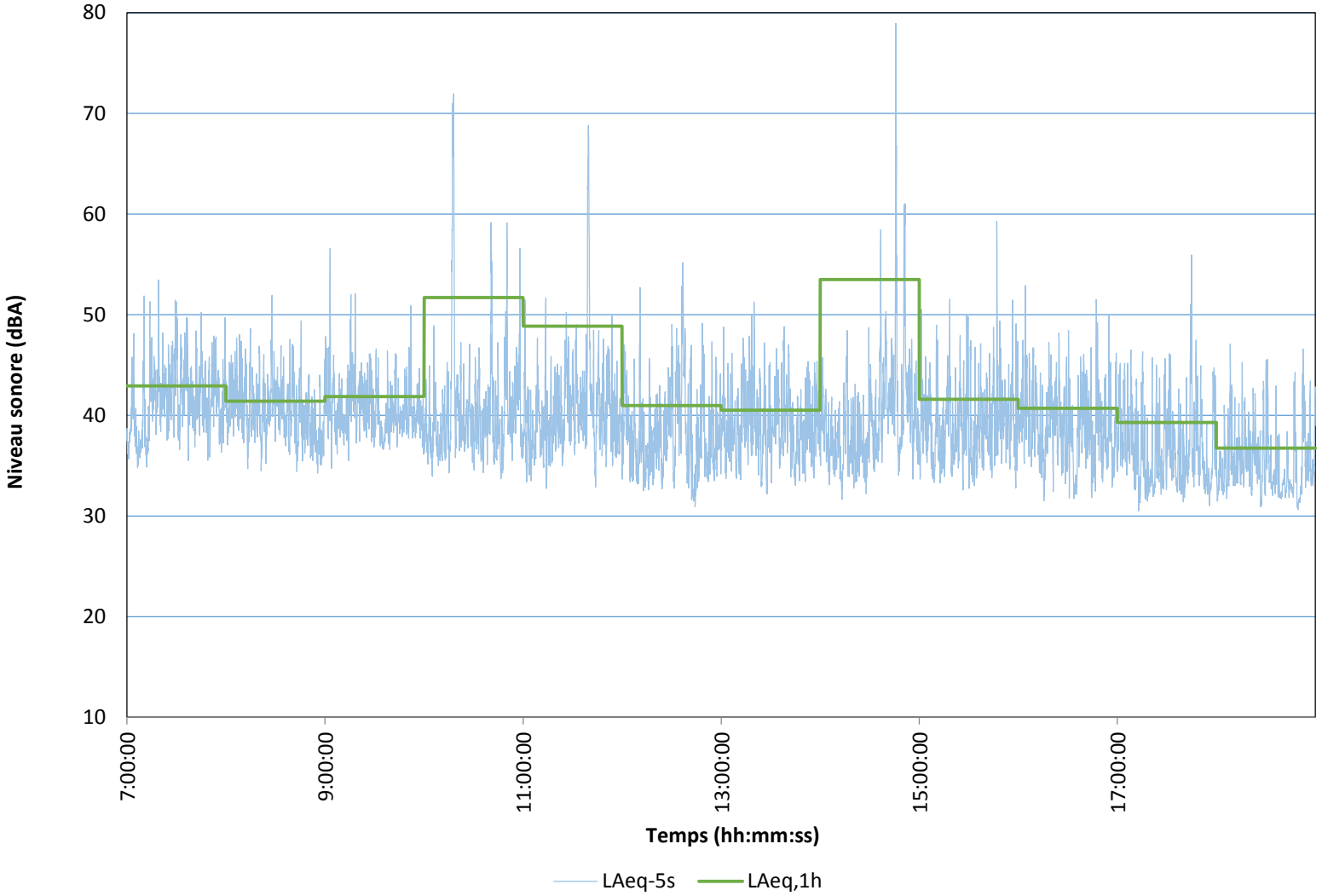
M6 - Données du 29-30 octobre 19-7h



M6 - Données du 30 octobre 7-19h



M6 - Données du 31 octobre 7-19h



M6 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

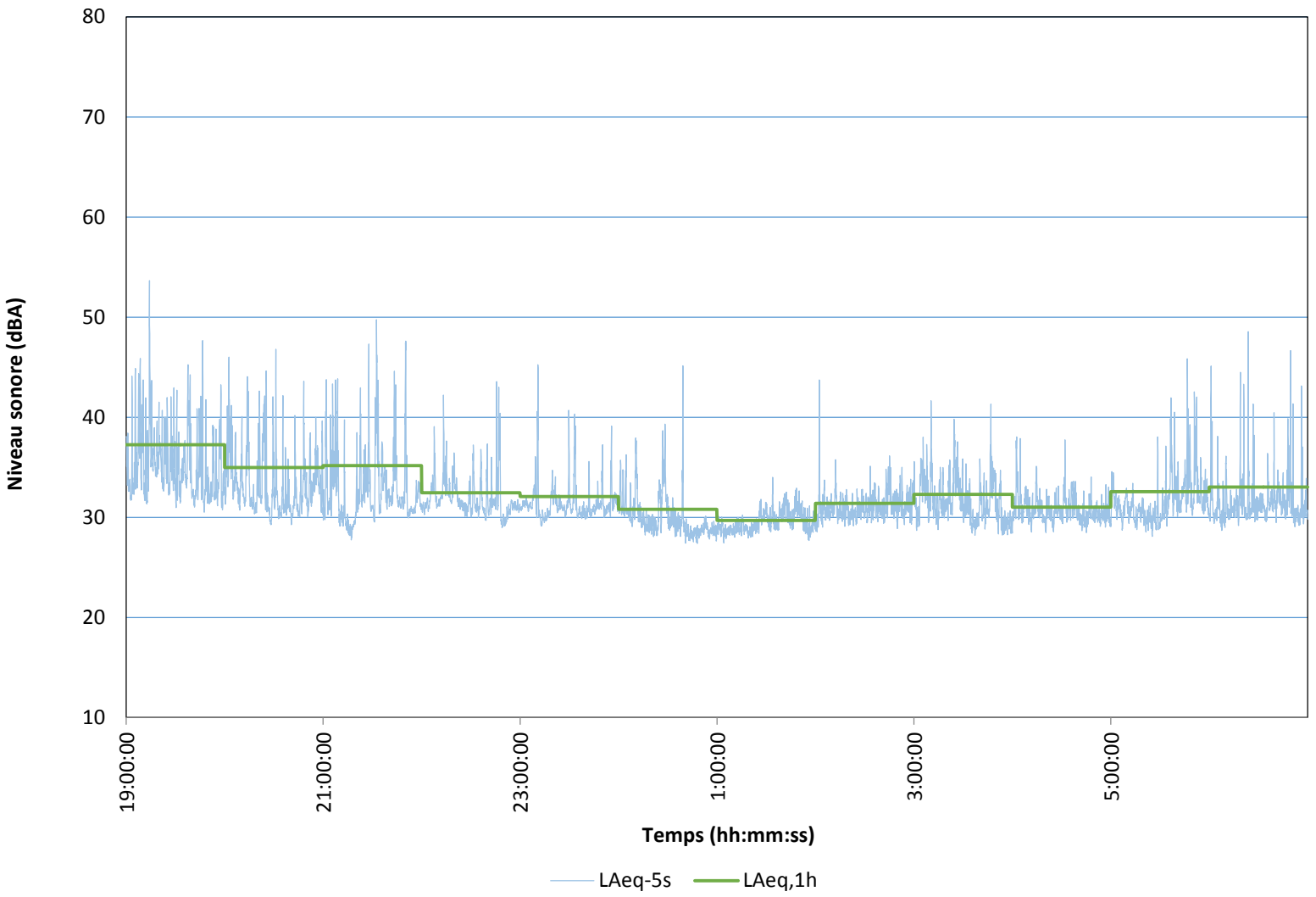


Tableau 6 Données pour M6

Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6

2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7
2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/11/01	8:00:00	65.6	8:16:39	56.7	52.2	47.5	42.6	58.6	49.3	9.3	50.3	49.3
2016/11/01	9:00:00	63.8	9:51:55	56.3	52.3	46.7	42.4	57.5	48.9	8.6	50.1	48.9
2016/11/01	10:00:00	66.1	10:21:49	57.2	53.9	48.1	43.7	59.6	50.4	9.2	51.3	50.4
2016/11/01	11:00:00	72.0	11:03:45	60.2	54.6	48.6	43.4	64.7	51.8	13.0	52.9	51.8
2016/11/01	12:00:00	64.9	12:45:54	60.1	56.2	50.2	44.1	61.7	52.6	9.1	53.4	52.6
2016/11/01	13:00:00	82.5	13:20:09	66.3	59.8	52.7	46.0	66.4	57.4	9.0	59.1	57.4
2016/11/01	14:00:00	67.1	14:05:39	61.7	56.7	50.5	44.2	62.1	53.2	8.9	54.0	53.2
2016/11/01	15:00:00	65.8	15:11:53	62.3	57.6	51.9	45.6	62.3	54.2	8.1	54.8	54.2
2016/11/01	16:00:00	74.7	16:18:05	63.0	57.7	52.9	46.1	63.8	54.7	9.1	56.9	54.7

PROJET N^{O} : 161-00666-00

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | ÉTUDE DE MODÉLISATION DU BRUIT

NOVEMBRE 2018

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT SECTORIEL | ÉTUDE DE MODÉLISATION DU BRUIT

GNL QUÉBEC INC.

PROJET N^{O} : 161-00666-00
DATE : NOVEMBRE 2018

WSP CANADA INC.
10E ÉTAGE
1600, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9
CANADA

T : +1-514-340-0046
F : +1-514-340-1337

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Jean-Pierre Vu, B.Ing., B.Sc. — 29 novembre 2018 Date

RÉVISÉ PAR



Marc Deshaies, ing., M. Ing. (OIQ nº 115236)
Directeur de l'étude — 29 novembre 2018 Date

Le présent rapport a été préparé par WSP Canada Inc. pour le compte de GNL QUÉBEC INC. conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP Canada Inc. à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP Canada Inc. n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Martin Larose, biologiste, B. Sc.
Chargée de projet	Nathalie Fortin, ing.,M.Env.
Rédaction	Jean-Pierre Vu, B.Ing., B.Sc. Anne Boiret, M.Sc.A.
Cartographie	Jean-Marc Tremblay, technicien
Édition	Linette Poulin, BA Cathia Gamache

Référence à citer :

WSP. 2018. *PROJET ÉNERGIE SAGUENAY. RAPPORT SECTORIEL | ÉTUDE DE MODÉLISATION DU BRUIT.* RAPPORT PRODUIT POUR GNL QUÉBEC INC. 47 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1
1.1 MISE EN CONTEXTE 1
1.2 MANDAT 1
1.3 MÉTHODOLOGIE 2
2 RÉGLEMENTATION 1
2.1 RÉGLEMENTATION MUNICIPALE 1
2.2 RÉGLEMENTATION PROVINCIALE 2
2.2.1 PHASE CONSTRUCTION 2
2.2.2 PHASE OPÉRATION ET ENTRETIEN 3
2.3 RÉGLEMENTATION FÉDÉRALE 5
3 ACTUEL 7
3.1 DÉTAILS DES RELEVÉS SONORES 7
3.2 RÉSULTATS DES RELEVÉS SONORES 9
3.3 CRITÈRE DE BRUIT PROVINCIAL 10
4 SIMULATION DE LA PROPAGATION SONORE 11
4.1 TERMES CORRECTIFS 11
4.1.1 TERME CORRECTIF POUR LES BRUITS D'IMPACT 11
4.1.2 TERME CORRECTIF POUR LES BRUITS À CARACTÈRE TONAL 11
4.1.3 TERME CORRECTIF POUR CERTAINES SITUATIONS SPÉCIALES 12
4.2 POINTS D'ÉVALUATION 13
4.3 IDENTIFICATION DES SOURCES 13
4.3.1 PHASE DE CONSTRUCTION 13
4.3.2 PHASE D'OPÉRATION 16
4.4 PRÉSENTATION DU MODÈLE 18
4.4.1 PHASE DE CONSTRUCTION 18
4.4.2 PHASE D'OPÉRATION 18
4.5 RÉSULTATS DE LA SIMULATION SONORE 23
4.5.1 PHASE DE CONSTRUCTION 24
4.5.2 PHASE D'OPÉRATION 28
5 CONCLUSION 47
RÉFÉRENCES 49

TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAUX

TABLEAU 1 NIVEAUX SONORES MAXIMAUX PERMIS EN FONCTION DE L'USAGE....3

TABLEAU 2 PÉRIODES DES MESURES....7

TABLEAU 3 EMPLACEMENT DES POINTS DE MESURES....7

TABLEAU 4 NIVEAUX SONORES MINIMUMS DES MESURES RÉALISÉES ENTRE LE 29 OCTOBRE ET 1 NOVEMBRE 2016....9

TABLEAU 5 NIVEAUX SONORES MOYENS MESURES RÉALISÉES ENTRE LE 29 OCTOBRE ET 1 NOVEMBRE 2016....9

TABLEAU 6 COMPARAISON DES NIVEAUX SONORES MESURÉS ET LES CRITÈRES DE LA NI 98-01....10

TABLEAU 7 CRITÈRE POUR L'APPLICATION D'UNE CORRECTION AU BRUIT À CARACTÈRE TONAL....12

TABLEAU 8 RÉSULTATS DE LA DIFFÉRENCE ENTRE LA PONDÉRATION C ET A....13

TABLEAU 9 SOURCES DE BRUIT ET PUISSANCES ACOUSTIQUES (L_W) – PRÉPARATION DU SITE....15

TABLEAU 10 SOURCES DE BRUIT ET PUISSANCES ACOUSTIQUES (L_W) – COMPLEXE GNL....15

TABLEAU 11 SOURCES DE BRUIT....16

TABLEAU 12 LISTE DES ÉQUIPEMENTS DURANT LA PHASE D'OPÉRATION – UNITÉS DE LIQUÉFACTION 1 & 2....17

TABLEAU 13 LISTE DES ÉQUIPEMENTS DURANT LA PHASE D'OPÉRATION – OSBL....18

TABLEAU 14 PERTE PAR TRANSMISSION DES BÂTIMENTS ET LOUVRES ACOUSTIQUES....18

TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAUX (SUITE)

TABLEAU 15 RÉSULTATS SONORES AUX POINTS D'ÉVALUATION (PRÉPARATION DU SITE) – CRITÈRE PROVINCIAL 24

TABLEAU 16 RÉSULTATS SONORES AUX POINTS D'ÉVALUATION (PRÉPARATION DU SITE) – CRITÈRE FÉDÉRAL 25

TABLEAU 17 RÉSULTATS SONORES AUX POINTS D'ÉVALUATION (COMPLEXE GNL) – CRITÈRE PROVINCIAL 26

TABLEAU 18 RÉSULTATS SONORES AUX POINTS D'ÉVALUATION (COMPLEXE GNL) – CRITÈRE FÉDÉRAL 27

TABLEAU 19 NIVEAUX SONORES SIMULÉS AUX POINTS D'ÉVALUATION – CRITÈRE PROVINCIAL.....28

TABLEAU 20 NIVEAUX SONORES SIMULÉS AUX POINTS D'ÉVALUATION – CRITÈRE FÉDÉRAL 29

TABLE DES MATIÈRES (suite)

FIGURES

FIGURE 1 ZONE D'ÉTUDE ET LOCALISATION DU FUTUR SITE....1

FIGURE 2 LOCALISATION DES POINTS D'ÉVALUATION....8

FIGURE 3 LOCALISATION DES POINTS D'ÉVALUATION....14

FIGURE 4 ÉTENDUE DES SOURCES SURFACIQUES (TOUS LES ÉQUIPEMENTS DE CONSTRUCTION, PRÉPARATION DU SITE ET COMPLEXE GNL)....19

FIGURE 5 VUE EN 3D DES SOURCES SURFACIQUES (TOUS LES ÉQUIPEMENTS DE CONSTRUCTION, PRÉPARATION DU SITE ET COMPLEXE GNL) ET POINTS DE MESURES (C1 À C11, M1 À M7)....20

FIGURE 6 LOCALISATION DES SOURCES SONORES UNITÉS DE LIQUÉFACTION 1 ET 2....21

FIGURE 7 LOCALISATION DES SOURCES OSBL....22

FIGURE 8 VUE 3D DU MODÈLE DE SIMULATION DE LA PHASE D'OPÉRATION....23

TABLE DES MATIÈRES (suite)

CARTES

CARTE 1 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION (PRÉPARATION DU SITE), CRITÈRE PROVINCIAL – JOUR LAEQ12H 31

CARTE 2 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION (PRÉPARATION DU SITE), CRITÈRE PROVINCIAL – NUIT LAEQ1H 33

CARTE 3 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION (PRÉPARATION DU SITE), CRITÈRE FÉDÉRAL – 24H LDN 35

CARTE 4 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION (COMPLEXE GNL), CRITÈRE PROVINCIAL – JOUR LAEQ12H 37

CARTE 5 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION (COMPLEXE GNL), CRITÈRE PROVINCIAL – NUIT LAEQ1H 39

CARTE 6 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION (COMPLEXE GNL), CRITÈRE FÉDÉRAL – 24H LDN 41

CARTE 7 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO D'OPÉRATION, CRITÈRE PROVINCIAL – JOUR ET NUIT LAEQ1H 43

CARTE 8 NIVEAUX SONORES MODÉLISÉS – SCÉNARIO D'OPÉRATION, CRITÈRE FÉDÉRAL – 24H LDN 45

TABLE DES MATIÈRES (suite)

ANNEXES

A PLANS DE ZONAGE ET GRILLES D'USAGES

B CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

C PHOTOS DES SONOMÈTRES

D DONNÉES ET GRAPHIQUES DES RELEVÉS SONORES

E PUISSANCES ACOUSTIQUES

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

GNL Québec inc. (GNLQ) souhaite évaluer la conformité acoustique des activités de construction et d'opération du futur complexe de liquéfaction de gaz naturel. Ce complexe sera localisé dans le secteur industriel du port de Grande-Anse, situé sur le territoire de la ville de Saguenay, dans le secteur de La Baie. La figure 1 présente la localisation de la future usine et de la zone d'étude.

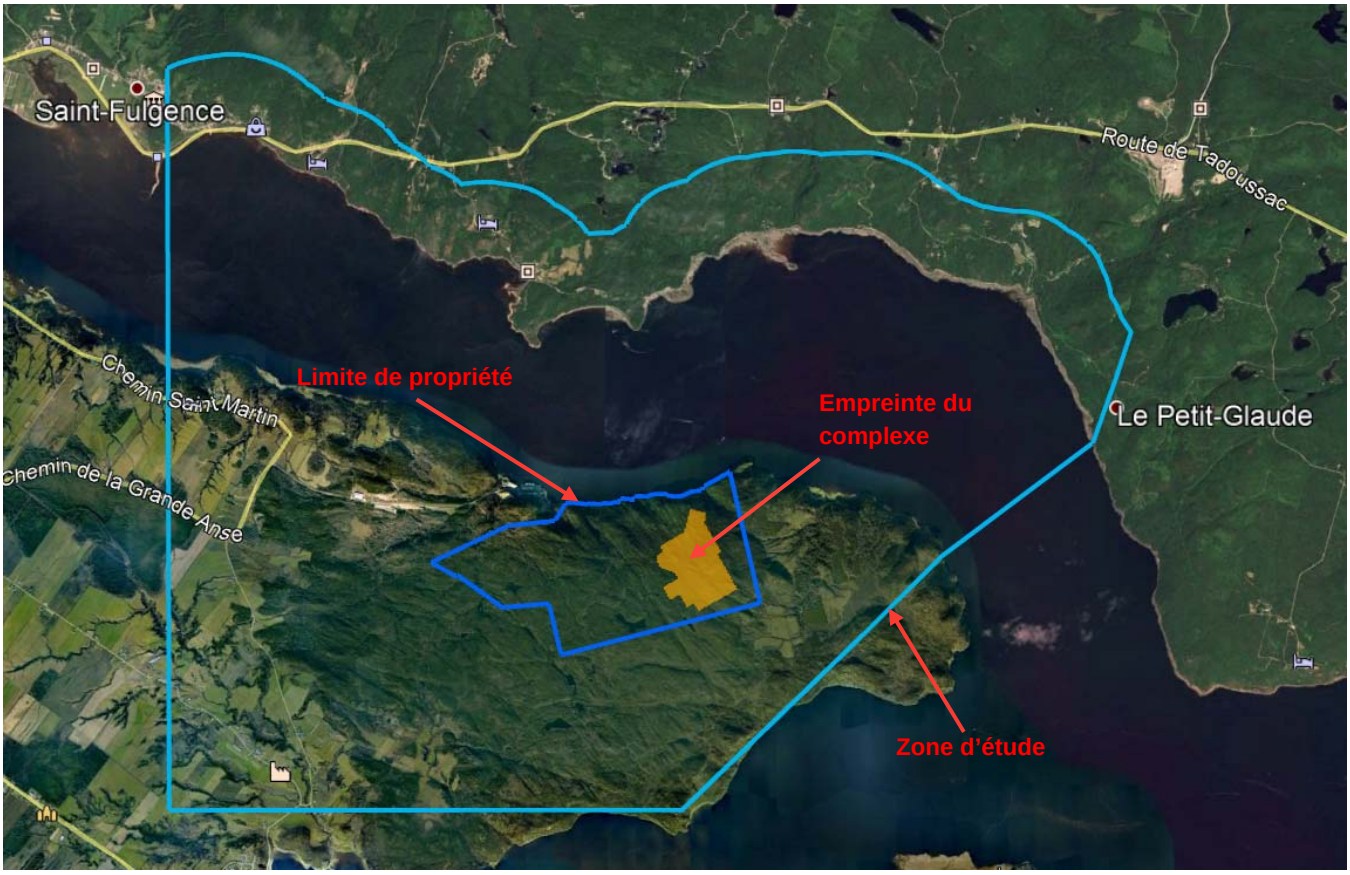


Figure 1 Zone d'étude et localisation du futur site

1.2 MANDAT

Le mandat consiste à réaliser une étude prévisionnelle de la propagation sonore des activités de construction et d'opération du complexe, puis de vérifier sa conformité acoustique avec la réglementation. Dans l'éventualité où des dépassements sont envisagés, des mesures d'atténuation du bruit sont identifiées afin de réduire les émissions sonores prévues à un niveau n'excédant pas le niveau permis par la réglementation.

1.3 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée pour mener à bien cette étude est la suivante :

- obtention des informations pertinentes à l'étude (topographie, plans des installations, détails des équipements, scénario de construction et d'opération, etc.);
- caractérisation des zones sensibles au bruit situées à proximité du futur site (zonage municipal et type de bâtiments);
- identification des critères de bruit applicables au projet;
- élaboration d'un modèle informatique de calcul de la propagation du bruit à l'aide du logiciel SoundPLAN;
- évaluation de la conformité acoustique des activités de construction et d'opération de l'usine;
- identification des mesures d'atténuation du bruit généré par les équipements, le cas échéant.

2 RÉGLEMENTATION

La présente étude tient compte de la réglementation municipale (Ville de Saguenay), des normes provinciales du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (MDDELCC) et des normes fédérales du ministère de Santé Canada pour établir les critères de bruit.

2.1 RÉGLEMENTATION MUNICIPALE

Les municipalités interviennent principalement en vertu du pouvoir de réglementer et de supprimer les nuisances qui leur est accordé par la Loi sur les cités et villes (L.R.Q.,c. C-19) et par le Code municipal du Québec (L.R.Q., c. C-27.1). La Ville de Saguenay a adopté le règlement numéro VS-R-207-51 (modifié par le règlement VS-R-2016-168) relatif au bruit. Ce dernier stipule :

> « *Article 3 : Prohibition*
>
> *L'émission d'un bruit considéré comme nuisances aux termes du présent règlement est prohibée et punissable selon ce que prévu à l'article 7 du présent règlement.*
>
> *Article 4 : Nuisance*
>
> *Le fait, pour toute personne, d'occasionner, de tolérer ou de permettre la production de tout bruit perturbateur, de quelque façon que ce soit, susceptible de troubler la paix ou la tranquillité ou le confort ou le repos ou le bien-être d'un ou de plusieurs citoyens, constitue une nuisance et est prohibé.*
>
> *Le présent article est non limitatif et constitue une offense à caractère général distinct des cas particuliers énumérés aux articles suivants.*
>
> *Article 5 : Bruits considérés comme nuisances*
>
> *Sans limiter la portée de l'article 4, sont considérées comme des infractions les situations qui suivent :*
>
> …
>
> *5.2 Machines à moteur*
>
> *Il est défendu de se servir, entre 22 h et 7 h, d'une machine ou instrument muni ou non d'un moteur électrique ou à carburant, de façon à ce que le bruit en soit entendu aux limites du terrain.*
>
> …
>
> *5.6 Bruit stable :*
>
> *Sans toutefois restreindre la portée des articles précédents, tout bruit émanant d'une pompe à chaleur, équipements de chauffage, de climatisation ou de ventilation, système de filtration ou de pompe de piscine est considéré comme une nuisance lorsque le bruit mesuré à un mètre (1 m) de la limite du terrain où est l'appareil perturbateur du côté du voisin perturbé est de plus de 50 dB(A);*
>
> … »

À notre compréhension, cet article vise principalement le bruit communautaire et non les industries comme telles.

2.2 RÉGLEMENTATION PROVINCIALE

L'article 20 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) stipule, au premier alinéa, que « *nul ne doit émettre… permettre l'émission... dans l'environnement d'un contaminant au-delà de la quantité... prévue par le règlement du gouvernement* ». Uniquement les projets touchant les carrières, sablières et usines de béton bitumineux font l'objet de réglementations provinciales spécifiques quant au bruit.

Toutefois, en l'absence de règlement ou dans le cas de droit acquis, le MDDELCC utilise le deuxième alinéa de l'article 20 pour pouvoir porter un jugement sur un impact sonore environnemental. Celui-ci stipule que :

> « *La même prohibition s'applique à l'émission, au dépôt, au dégagement ou au rejet de tout contaminant, dont la présence dans l'environnement est prohibée par le règlement du gouvernement ou est susceptible de porter atteinte à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, de causer du dommage ou de porter autrement préjudice à la qualité du sol, à la végétation, à la faune ou aux biens* ».

Au niveau provincial, les normes de bruit pour la phase de construction diffèrent de ceux pour la phase d'opération.

2.2.1 PHASE CONSTRUCTION

Le MDDELCC a des lignes directrices concernant les niveaux sonores provenant d'un chantier de construction (mise à jour de mars 2015)[1]. Les niveaux sonores des phases de construction du projet seront donc comparés à celui-ci.

> *« **1** Pour le jour*
>
> *Pour la période du jour comprise entre 7 h et 19 h, le MDDELCC a pour politique que toutes les mesures raisonnables et faisables doivent être prises par le maître d'œuvre pour que le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,\ 12\ h}$) provenant du chantier de construction soit égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 55 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 55 dB. Cette limite s'applique en tout point de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).*
>
> *On convient cependant qu'il existe des situations où les contraintes sont telles que le maître d'œuvre ne peut exécuter les travaux tout en respectant ces limites. Le cas échéant, le maître d'œuvre est requis de :*
>
> *a prévoir le plus en avance possible ces situations, les identifier et les circonscrire;*
> *b préciser la nature des travaux et les sources de bruit mises en cause;*
> *c justifier les méthodes de construction utilisées par rapport aux alternatives possibles;*
> *d démontrer que toutes les mesures raisonnables et faisables sont prises pour réduire au minimum l'ampleur et la durée des dépassements;*
> *e estimer l'ampleur et la durée des dépassements prévus;*
> *f planifier des mesures de suivi afin d'évaluer l'impact réel de ces situations et de prendre les mesures correctrices nécessaires.*

[1] Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel », MDDELCC, 27 mars 2015.

2 *Pour la soirée et la nuit*

Pour les périodes de soirée (19 h à 22 h) et de nuit (22 h à 7 h), tout niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ar,\ 1\ h}$) provenant d'un chantier de construction doit être égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 45 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 45 dB. Cette limite s'applique en tout point de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).

La nuit (22 h à 7 h), afin de protéger le sommeil, aucune dérogation à ces limites ne peut être jugée acceptable (sauf en cas d'urgence ou de nécessité absolue). Pour les trois heures en soirée toutefois (19 h à 22 h), lorsque la situation le justifie, le niveau acoustique d'évaluation $L_{Ar,\ 3\ h}$ peut atteindre 55 dB peu importe le niveau initial à la condition de justifier ces dépassements conformément aux exigences « a » à « f » telles qu'elles sont décrites à la section 1 ».

2.2.2 PHASE OPÉRATION ET ENTRETIEN

Afin d'évaluer dans quelle mesure un bruit peut nuire au bien-être, des règles de fonctionnement ont été approuvées par la Table sectorielle industrielle les 28 et 29 janvier 1998 (note d'instructions 98-01, « NI 98-01 », révisée le 9 juin 2006).

La NI 98-01 sur le bruit spécifie le niveau sonore maximum des sources fixes. L'extrait suivant détermine une source fixe au sens de la NI 98-01 du MDDELCC :

> *« On entend par source fixe, une industrie, une manufacture, une centrale génératrice d'énergie, une ligne à haute tension, un poste de transformation électrique, un lieu d'enfouissement, un champ de tir et toute entreprise qui exploite un procédé. Une source fixe est délimitée dans l'espace par le périmètre du terrain qu'elle occupe et peut être constituée d'un ou plusieurs unités ou éléments (équipement de manutention, de fabrication ou d'épuration, machinerie, ventilateur, véhicule moteur, etc.) dont la somme des bruits particuliers constitue la contribution totale imputable à la source. Le bruit de la circulation de véhicules ou d'équipements mobiles sur le terrain d'une source fixe lui est imputable. Ce bruit fait cependant partie du bruit routier dès que la circulation se fait en dehors des limites de la source fixe. »*

Cette instruction est appliquée lors du fonctionnement normal de la source fixe génératrice de bruit. Elle prévoit que le niveau sonore maximum généré par les activités visées doit être inférieur ou égal au plus élevé des niveaux sonores suivants :

— les niveaux sonores moyens horaires pour les périodes diurne et nocturne selon les usages permis par le règlement de zonage de la municipalité attribué au milieu présenté au tableau 1;

— le niveau de bruit résiduel (bruit ambiant sans les activités de la source fixe visée).

Tableau 1 Niveaux sonores maximaux permis en fonction de l'usage

Zone	Limites de bruit (dBA – Réf. $2x10^{-5}$ Pa)*	
	Nuit (19 h à 7 h)	Jour (7 h à 19 h)
I	40	45
II	45	50
III	55 (50 si habitation)	55
IV	70 (50 si habitation)	70 (55 si habitation)

* Moyenne horaire du bruit émis par l'activité industrielle visée, excluant le bruit ambiant.

ZONES SENSIBLES

Zone I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.

Zone II : Territoire destiné à des habitations en unités de logement multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings.

Zone III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit de 50 dBA prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

ZONES NON SENSIBLES

Zone IV : Territoire zoné aux fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dBA la nuit et 55 dBA le jour.

Les catégories des zones décrites ci-dessus sont établies en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'a pas été zoné par une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie applicable.

Ainsi, lorsque le niveau de bruit résiduel sans les activités visées est supérieur aux valeurs du tableau 1, ce niveau de bruit résiduel devient la limite permise. De plus, des termes correctifs peuvent être applicables pour certains types de bruit (bruit d'impact, bruit à caractère tonal, bruit comportant des éléments verbaux, etc.).

Dans notre cas, les points récepteurs situés sur la municipalité de Saint-Fulgence se situent dans les zones suivantes : R108, RT107 et R111 tandis que les points récepteurs situés dans l'arrondissement La Baie de la ville de Saguenay se situent dans les zones suivantes : 71774, 71778, 2222, 2236, 2239, 2270, 6398, 6404 et 6406.

Dans l'arrondissement La Baie de la ville de Saguenay, selon les grilles d'usage du règlement de zonage, les zones 2222, 2236, 2239, 2270, 6398, 6404 et 6406, dans laquelle se situent les points récepteurs C1 à C9, C11, M5 et M6 (voir figure 2), permettent l'usage agricole – cultures et foresterie, élevages, élevages en réclusion, habitation rurale, parcs, terrains de jeux et espaces naturels. Dans ce cas-ci, la zone I de la NI 98-01 s'applique, soit 40 dBA la nuit et 45 dBA de jour.

Les points récepteurs M4 et C10 (voir figure 2) sont situés dans les zones respectives 71774 et 71778. Ces zones autorisent les usages agricoles – cultures et foresterie, élevages, élevages en réclusion, industrie différée, parcs, terrains de jeux et espaces naturels. Dans ce cas-ci, il y a de la cohabitation dans les usages entre l'industrie et l'habitation, ce qui correspond à la zone IV de la NI 98-01, soit 50 dBA de nuit et 55 dBA de jour.

Concernant la municipalité de Saint-Fulgence, les points M1, M3 et M7 (voir figure 2) situés dans les zones R108 et R111 permettent l'usage d'habitation unifamiliale isolée, jumelée, bifamiliale isolée, résidence de villégiature, récréation à déploiement, récréation et hébergement touristique et récréation extensive, conservation, agriculture, agroforesterie et foresterie. Dans ce cas, la zone I de la NI 98-01 s'applique, soit 40 dBA de nuit et 45dBA de jour.

Le point M2 (voir figure 2) est un terrain de camping situé dans la zone RT 107 permet l'usage de résidence de villégiature, récréation à déploiement, récréation et hébergement touristique et récréation extensive, conservation. Dans ce cas, la zone II de la NI 98-01 s'applique, soit 45 dBA de nuit et 50 dBA de nuit.

2.3 RÉGLEMENTATION FÉDÉRALE

Au Canada, il n'y a pas de réglementation fédérale qui régit les niveaux de bruit générés par les activités industrielles. Cependant, Santé Canada a produit en janvier 2017 un document intitulé « Conseils pour l'évaluation des impacts sur la santé humaine dans le cadre des évaluations environnementales : Le bruit ».

Le but de ce document est de guider les acteurs dans leur évaluation des effets sur la santé humaine liée au bruit dans une évaluation environnementale et de faciliter la compréhension des observations faites par Santé Canada dans le processus d'évaluation environnementale.

Pour maintenir une bonne compréhension de la parole, il est recommandé d'avoir un niveau de bruit environnant continu n'excédant pas 55 dBA à l'extérieur tandis que pour éviter la perturbation du sommeil, il est recommandé d'avoir un bruit continu inférieur à 45 dBA à l'extérieur.

Il est nécessaire d'évaluer le changement lié au projet dans l'environnement sonore ainsi que l'augmentation du pourcentage de la population fortement gênée (% HA – Highly Annoyed) qui en résulte. Il est possible de calculer le pourcentage d'une communauté typique qui indiquerait être « fortement gênée » exprimé sous forme de % HA à l'aide de la relation dose-réaction entre les niveaux de bruit et la gêne, selon la norme ISO 1996-1 : 2003. Le % HA augmente de façon exponentielle lorsque les niveaux sonores augmentent. En raison de la nature non linéaire de la relation entre le bruit et le % HA, il peut y avoir une augmentation considérable du % HA dans des situations où le niveau sonore de référence est élevé même si les changements au bruit sont relativement mineurs. En d'autres mots, plus le niveau initial de bruit est élevé, plus la gêne s'accroit lorsqu'il y a une augmentation du niveau de bruit de fond. En général, cette relation dose-réaction peut être un outil utile pour caractériser et quantifier la réaction d'une communauté typique par rapport aux niveaux de bruit et aux changements dans les niveaux de bruit. Santé Canada préfère que la relation dose-réaction soit utilisée dans l'évaluation environnementale uniquement pour l'évaluation de l'exposition au bruit à long terme, et estime que le % HA doit être calculé uniquement pour les récepteurs exposés à long terme (plus d'un an) au bruit d'un projet. Il est important de souligner que ces réactions de gêne ne s'appliquent pas à un individu ou un groupe particulier, mais représentent plutôt une communauté typique.

Santé Canada suggère que des mesures d'atténuation soient proposées si l'on prévoit que le % HA prévu, pour un récepteur donné, varie de plus de 6,5 % entre le bruit dû au projet et le bruit avant-projet, ou lorsque le bruit dû au projet excède 75 dBA.

Santé Canada recommande d'évaluer en fonction des changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA). Le % HA calculé fournit des informations sur la façon dont une communauté moyenne répond à un niveau de bruit. Cet indice est calculé à partir de l'indicateur L_{dn} à laquelle des pondérations du bruit sont applicables selon le type de bruit (à caractère tonal, bruit d'impact, etc.). Bien que la réaction individuelle varie grandement, le changement signalé en % HA parmi une communauté moyenne en réaction à certains niveaux sonores a été montré être uniforme (Michaud et coll. 2008).

Santé Canada suggère de traiter le bruit de construction comme s'il s'agissait d'un bruit d'opération lorsque sa durée est d'une année ou supérieur. Dans le cas présent, les travaux de construction de l'usine s'étaleront sur plusieurs années, soit de 2021 à 2025. Par conséquent, les mêmes critères de bruit (soit la variation du % HA) que ceux pour la phase de l'opération seront utilisés pour la phase de construction.

3 ACTUEL

L'étude du climat sonore est basée sur la mesure des niveaux sonores existant actuellement dans le milieu. Ces mesures permettent d'établir les constats servant à qualifier le milieu et la nature des sources de bruit qui s'y retrouvent.

3.1 DÉTAILS DES RELEVÉS SONORES

Pour caractériser un climat sonore représentatif de la situation existante, les mesures se sont déroulées sur deux périodes de 24 heures, soit 24 heures pendant la semaine (12 h de jour et 12 h de nuit) et 24 heures pendant la fin de semaine (12 h de jour et 12 h de nuit). Les relevés sur le terrain ont été réalisés entre 19 h le samedi 29 octobre et 7 h le mardi 1er novembre 2016. Un point de mesure additionnel a été fait de 13 h le 1er août 2017 à 13 h le 2 août 2017. Le tableau 2 présente les périodes de mesures.

Tableau 2 Périodes des mesures

Période	Date	Heure
Fin de semaine - jour	30 octobre 2016	7 h – 19 h
Fin de semaine - nuit	29 au 30 octobre 2016	19 h – 7 h
Semaine - jour	31 octobre 2016	7 h – 19 h
Semaine – nuit	31 octobre au 1 novembre 2016	19 h – 7 h
Semaine - jour	1er et 2 août 2017	13 h – 19 h et 19 h - 13 h
Semaine – nuit	1er au 2 août 2017	19 h – 7 h

Les relevés sonores ont été effectués à sept points de mesures fixes. Trois points de mesures se situent aux alentours de la zone d'implantation et trois points sur l'autre rive vis-à-vis du fjord du Saguenay (municipalité de Saint-Fulgence). Le détail des points et les coordonnées GPS pour les points de mesures sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 Emplacement des points de mesures

Point de mesure	Zonage selon NI 98-01	Détail	Coordonnées
M1	I	Le long de la route 172 en direction de Saint-Fulgence (au sud de la route)	48°26'30.80"N - 70°52'15.30"O
M2	II	En arrière des installations du Parc Aventures du Cap Jaseux	48°25'31.98"N - 70°49'7.07"O
M3	I	En arrière d'un bâtiment situé sur le chemin de l'Anse à Pelletier	48°25'35.78"N - 70°44'17.95"O
M4	I	Au bout du chemin Saint-Martin	48°24'21.06"N - 70°51'12.23"O
M5	I	Résidences au coin Chemin de la Grande-Anse et Route de l'Anse à Benjamin	48°23'24.19"N - 70°53'11.08"O
M6	I	Résidences au coin chemin Saint-Joseph et route de l'Anse à Benjamin	48°21'46.71"N - 70°52'18.23"O
M7	I	Résidence au 400, chemin de l'Anse à Pelletier	48°25'55.08"N - 70°45'01.68"O

L'emplacement des points de mesures est illustré à la figure 2.



Figure 2 Localisation des points d'évaluation

Les stations de mesures étaient composées d'un sonomètre sur un trépied avec écran anti-vent sur le microphone, à une hauteur de 1,5 m au-dessus du sol. Les sonomètres utilisés respectent les caractéristiques de classe 1 décrites à la norme ANSI S1.43-1997 (R2007) « Specification for Integrating-Averaging Sound Level Meters ».

Pour les mesures de bruits aux points récepteurs, les instruments suivants ont été utilisés :

- sonomètres (6) Larson Davis, modèle LxT, SN 1868, 4823, 4824, 4825, 4826 et 4827;
- enregistreuses (6) marque Zoom;
- source sonore étalon Larson Davis, modèle CA200.

Les instruments utilisés dans cette étude sont conformes aux normes en vigueur. Les appareils utilisés ont été étalonnés à l'aide d'une source sonore étalon avant et après chaque séance de mesures et aucune déviation supérieure à 0,5 dBA n'a été observée lors de l'étalonnage. De plus, les instruments subissent une vérification par un laboratoire indépendant certifié sur une base annuelle.

Les conditions environnementales propices aux relevés sonores sont les suivantes :

- vitesse du vent inférieure ou égale à 20 km/h;
- température comprise entre -10°C et 50°C;
- taux d'humidité relative comprise entre 5 % et 90 %;
- aucune précipitation;
- chaussée sèche.

L'annexe B présente le détail des conditions météorologiques qui prévalaient lors des mesures; celles-ci ont été enregistrées à la station d'Environnement Canada située à La Baie. Une période de pluie légère a été observée entre 19 h et 21 h le 29 octobre. L'étalonnage avant et après les mesures n'a démontré aucune déviation supérieure à 0,5 dBA. De plus, aucune modification brusque du niveau sonore n'est visible sur les résultats de mesure durant ces périodes.

Des photos de la disposition des sonomètres sont présentées à l'annexe C.

3.2 RÉSULTATS DES RELEVÉS SONORES

Les principaux résultats des relevés sonores sont présentés au tableau 4. Le niveau sonore moyen L_{Aeq-1h} minimal y est présenté. Ce dernier sert à déterminer la valeur à respecter pour le bruit résiduel selon la NI 98-01. Les données complètes sous forme tabulaire et les graphiques des relevés sonores des stations fixes (points 1 à 7) sont présentés à l'annexe D. Dans ce cas-ci la période de jour est de 7 h à 19 h et la période de nuit de 19 h à 7 h.

Tableau 4 Niveaux sonores minimums des mesures réalisées entre le 29 octobre et 1 novembre 2016

Point de mesure	$L_{Aeq,1h}$ minimum (dBA[a])						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Fin de semaine - jour	42	29	53	38	35	38	n.d.
Fin de semaine - nuit	39	27	53	38	27	34	n.d.
Semaine - jour	45	27	52	34	38	37	29
Semaine - nuit	41	26	53	33	24	30	25

a Niveaux sonores arrondis à 1 dBA, réf. : $2x10^{-5}$ Pa

Le tableau 5 présente les résultats du bruit moyen en période de jour (7 h à 22 h) et en période de nuit (22 h à 7 h). Ces périodes permettent d'évaluer l'indicateur de bruit jour-nuit (L_{dn}) utilisé à la base du critère de bruit recommandé de Santé Canada (% HA). L'indicateur L_{dn} est une moyenne de bruit d'une journée, à laquelle le niveau de bruit en période de nuit a été augmenté de 10 dB.

Tableau 5 Niveaux sonores moyens mesures réalisées entre le 29 octobre et 1 novembre 2016

Point de mesure	Niveaux de bruit moyen (dBA[a])						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Jour (L_d)	46,2	35,5	51,2	44,9	45,0	46,0	36,8
Nuit (L_n)	42,0	29,3	50,9	41,1	40,2	40,6	29,3
Jour-nuit (L_{dn})	49,3	37,3	57,4	48,3	47,7	48,3	37,9

a Niveaux sonores arrondis à 1 dBA, réf. : $2x10^{-5}$ Pa

Au point M1, le climat sonore est dominé par le bruit de la circulation routière de la route 172. Des trains sont légèrement audibles de loin durant leurs passages.

Au point M2, le bruit est très faible. Le passage d'avions est parfois audible.

Au point M3, le niveau de bruit est plus élevé. Il provient principalement d'une rivière à proximité. Les autres résidences aux environs sont également influencées par la rivière. Par contre, les résidences plus éloignées de la rivière ne subissent pas des niveaux de bruit résiduel aussi élevés. Nous estimons que les niveaux sonores de ce secteur sont généralement inférieurs à 40 dBA comme aux autres points de mesures.

Au point M4, le bruit provient principalement du passage des véhicules sur le chemin Saint-Martin et la route de l'Anse à Benjamin.

Au point M5, le bruit est causé par le passage de véhicules sur la route de l'Anse à Benjamin ou du passage d'avions et également par le bruit des moteurs des équipements agricoles du secteur.

Au point M6, le bruit est faible. Quelques passages de véhicules sur la route de l'Anse à Benjamin ont été observés.

Au point M7, le bruit est faible et provient essentiellement de la faune (insectes et oiseaux) et la flore (bruissement des feuilles par le vent).

3.3 CRITÈRE DE BRUIT PROVINCIAL

Le critère de bruit provincial correspond au niveau de bruit le plus élevé entre celui défini par la catégorie de zone et le bruit résiduel (section 2.2.2). Afin de déterminer les critères de bruit, nous avons comparé les résultats des moyennes de bruit horaire minimum avec la limite de bruit de la catégorie de la zone (tableau 1). Le tableau 6 détermine les critères de bruit provincial pour l'opération.

Tableau 6 Comparaison des niveaux sonores mesurés et les critères de la NI 98-01

POINT DE MESURE	$L_{AEQ,1H}$ MINIMUM (dBA[a])						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Zone (selon NI 98-01)	I	II	I	IV	I	I	I
Niveau plus faible mesuré - jour	42	27	52	34	35	37	29
Critère NI 98-01 - jour	45	50	45	55	45	45	45
Critère à respecter - jour	**45**	**50**	**45** [B]	**55**	**45**	**45**	**45**
Niveau plus faible mesuré - nuit	39	26	53	33	24	30	25
Critère NI 98-01 - nuit	40	45	40	50	40	40	40
Critère à respecter - nuit	**40**	**45**	**40** [B]	**50**	**40**	**40**	**40**

a Niveaux sonores arrondis à 1 dBA, réf. : 2x10-5Pa

b Les niveaux sonores mesurés sont influencés par une source de bruit à proximité. Hors de l'influence de la rivière, les niveaux sonores sont considérés comme inférieurs à la limite de la NI 98-01.

Pour les périodes de soirée (19 h à 22 h) et de nuit (22 h à 7 h), tout niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ar,\ 1h}$) provenant d'un chantier de construction doit être égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivant, soit 45 dBA ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur. En examinant le tableau 5, tous les points récepteurs ont des niveaux de bruit initial inférieur à 45 dBA (sauf au point M3 qui est influencé par le bruit de la rivière, mais qui ne représente pas la situation réelle pour toutes les résidences autour de ce secteur). Le seuil à respecter pendant la construction durant la soirée et la nuit est donc 45 dBA. En période de jour, le critère est de 55 dBA moyenné sur une période de 12 heures (7 h à 19 h).

4 SIMULATION DE LA PROPAGATION SONORE

Les puissances acoustiques des sources de bruit identifiées sont des paramètres d'entrée utilisés dans le logiciel de propagation sonore SoundPLAN 7.4. Pour chacune des sources sonores, la puissance acoustique a été calculée. Ce logiciel trace des droites (rayons sonores) entre les sources de bruit et les récepteurs, calcule l'atténuation procurée par la distance ainsi que l'absorption de l'air, et il tient compte des effets de sol et des effets de réduction sonore des écrans de longueurs finies (bâtiments, écrans, topographie). De plus, il considère l'effet des réflexions sur les surfaces entourant les sources sonores. Ces calculs sont réalisés selon la norme ISO 9613 Parties 1 et 2 intitulée « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre ». Cette norme de calcul est basée sur la présence d'un vent porteur de 5,5 m/s (20 km/h), soufflant de la source de bruit vers les récepteurs.

4.1 TERMES CORRECTIFS

La NI 98-01 sur le bruit du MDDELCC prévoit des termes correctifs à apporter aux résultats obtenus. Les termes correctifs sont explicités ci-dessous :

- K_I : terme correctif pour les bruits d'impact;
- K_T : terme correctif pour le bruit à caractère tonal;
- K_S : terme correctif pour certaines situations spéciales, telles des bruits perturbateurs ou les bruits basse fréquence.

L'analyse de chaque terme est présentée ci-dessous. Les termes sont présentés pour la phase de construction ainsi que pour la phase d'opération.

4.1.1 TERME CORRECTIF POUR LES BRUITS D'IMPACT

Le terme correctif pour le bruit d'impact a été évalué lors des simulations sonores. Durant la phase d'opération, aucun bruit d'impact n'a lieu. Le terme K_i ne s'applique pas, aucune correction n'est donc ajoutée. Aucun bruit d'impact notoire en phase de construction n'est prévu, quelques bruits d'impact comme le claquement du panneau arrière d'un camion 10 roues pourraient se produire (K_I inférieur à 2).

4.1.2 TERME CORRECTIF POUR LES BRUITS À CARACTÈRE TONAL

La NI 98-01 stipule que :

> « *Un terme correctif K_T de 5 dB est applicable lorsqu'un bruit à caractère tonal est clairement audible et que la bande de tiers d'octave qui le comprend dépasse les bandes adjacentes d'une valeur égale ou supérieure à celles inscrites au tableau 4. Si plus d'une composante tonale répond à ces critères, un seul terme correctif demeure applicable, les bandes de tiers d'octaves mesurées et analysées vont de 16 à 20 000 Hz.*

Tableau 7 Critère pour l'application d'une correction au bruit à caractère tonal

Fréquence émergente (Hz)	141 Hz et moins	141 à 440 Hz	440 Hz et plus
Bande passante en tiers d'octave	125 Hz et moins	160 à 400 Hz	500 Hz et plus
Dépassement des bandes adjacentes (dB linéaire)	15 dB et plus	8 dB et plus	5 dB et plus

Si une fréquence émergente (en Hz) du bruit à caractère tonal s'approche de la limite de deux bandes de tiers d'octave adjacentes, les critères du tableau 4 deviennent techniquement nuls. Aussi, avant de conclure qu'un terme correctif n'est pas applicable, il conviendra lors de l'analyse d'un bruit à caractère tonal, d'identifier la valeur de la fréquence émergente. Si cette fréquence s'approche de la limite de deux bandes de tiers d'octaves, l'analyse en bandes plus fines (1/12 d'octaves, 1/24 d'octave, FFT avec la fenêtre Hanning) peut alors s'avérer utile, voire nécessaire[2], pour évaluer la pertinence d'appliquer un terme correctif. L'analyse en bandes fines peut aussi s'avérer utile pour une meilleure compréhension de certaines problématiques singulières.

Malgré ce qui précède, aucun correctif n'est appliqué si le niveau sonore pondéré A de la bande de tiers d'octave qui contient une fréquence proéminente est inférieur de 15 dB ou plus au niveau sonore en dBA de tout le spectre. »

À la suite de l'analyse des résultats obtenus durant la phase d'opération, nous n'avons pas de bandes de fréquences émergentes. Aucune correction ne s'applique pour le terme correctif des bruits à caractère tonal.

En phase de construction, aucun équipement prévu fonctionnant en continu comporte un son à caractère tonal. L'émission tonale d'alarme de recul sera employée lors de recul de certains équipements, toutefois la fréquence d'émission sera faible de sorte que le bruit moyen sur une heure aux habitations ne devrait pas comporter de fréquences émergentes.

4.1.3 TERME CORRECTIF POUR CERTAINES SITUATIONS SPÉCIALES

Pour certaines situations, un terme correctif peut être appliqué. La NI 98-01 stipule que :

« … 5 dBA pour tout bruit de basse fréquence, c'est à dire un bruit dont les caractéristiques fréquentielles font que le $L_{Ceq,T}$-$L_{Aeq,T} \geq 20$ dB : toutefois, cette correction est applicable exceptionnellement si la mesure est accompagnée d'une démonstration que le bruit de basse fréquence est la cause de nuisance accrue à l'intérieur de bâtiment à vocation résidentielle ou l'équivalent… »

Afin de déterminer la présence de bruit basse fréquence dans les mesures effectuées, la différence $L_{Ceq, T} - L_{Aeq, T}$ a été effectuée à chaque point récepteur, soit M1 à M7 et C1 à C11. Les résultats sont présentés dans le tableau 8.

Comme nous pouvons le voir dans le tableau 8, le terme correctif pour la présence de bruit basse fréquence ne s'applique pas autant pour les phases de construction que pour la phase d'opération.

[2] Cette analyse peut être évitée si l'existence d'une fréquence importune n'est pas aucunement mise en doute.

Tableau 8 Résultats de la différence entre la pondération C et A

Scénario	Différence (dBC-dBA)			Différence à respecter
	Opération	Construction (préparation du site)	Construction (complexe gnl)	
C1	18.8	17.0	16.0	20
C2	13.6	15.3	14.1	20
C3	18.9	14.3	13.1	20
C4	16.0	15.9	14.8	20
C5	19.2	15.4	14.3	20
C6	19.9	15.5	14.3	20
C7	18.4	17.5	16.2	20
C8	19.2	16.0	14.7	20
C9	16.9	15.6	14.3	20
C10	16.9	15.5	14.3	20
C11	17.0	17.8	16.3	20
M1	17.2	19.8	18.4	20
M2	17.5	15.4	14.3	20
M3	18.8	18.0	16.5	20
M4	17.6	16.5	15.2	20
M5	17.6	18.7	17.0	20
M6	17.4	19.0	17.3	20
M7	18.7	17.8	16.5	20

4.2 POINTS D'ÉVALUATION

Des points d'évaluation ont été ajoutés (C1 à C11) à ceux des points de mesures (M1 à M6). Ces points représentent des habitations et chalets autour du site du projet. Aucune mesure de bruit résiduel n'a été effectuée à ces points. Cependant, considérant que ces points sont tous (sauf C1, qui est en bordure de la rivière Saguenay) situés dans une forêt et éloignés d'artères routières principales, il a été posé comme hypothèse que le bruit résiduel le jour et la nuit serait respectivement de 35 dBA et 30 dBA. Ces niveaux de bruit sont typiques pour ce genre d'environnement sonore. Les points C1 à C9 et C11 sont situés dans une zone de catégorie I, soit des critères sonores à respecter de 40 dBA la nuit et 45 dBA de jour. Quant au point C10, celui-ci se trouve dans une zone de catégorie IV, soit un critère à respecter de 50 dBA la nuit et 55 dBA de nuit.

4.3 IDENTIFICATION DES SOURCES

4.3.1 PHASE DE CONSTRUCTION

Une liste préliminaire des équipements a été fournie par GNLQ dans le document intitulé « *Construction Equipment Noise Emitters* »[3]. Cette liste détaille le nombre, marque et modèles d'équipements terrestres susceptibles de générer du bruit pour trois étapes : préparation du site, construction du complexe GNL et infrastructures marines, et ce, pour la période des travaux entre 2021 et 2025.

3 Fichier Excel, GNL Document no. 5010-BCJV-000-STY-9200-0002.01, 15 août 2018.



Figure 3 Localisation des points d'évaluation

À la suite d'une analyse de cette liste, il a été déterminé que les pires scénarios (quantité la plus élevée d'équipements) sont les suivants : préparation du site (4e trimestre 2022), complexe GNL (1er trimestre 2024) et infrastructures marines (3e trimestre 2022).

Il est à noter que seuls les équipements les plus bruyants ont été modélisés (équipements lourds, camions hors route, foreuses, équipement de concassage, génératrice, compresseurs, etc.). Les sources de bruit prépondérantes et leur puissance acoustique sont présentées aux tableaux 9 et 10; voir l'annexe E pour les spectres en bandes d'octaves. Les puissances acoustiques proviennent de la base de données de WSP ou de calculs théoriques, le cas échéant.

4.3.1.1 PRÉPARATION DU SITE

Tableau 9 Sources de bruit et puissances acoustiques (L_w) – préparation du site

Description	Marque	Modèle	Quantité	L_w (dBA par unité)
Camion 12 roues	International	7400 Work Star	10	105
Camion plate-forme	Ford Flatbed	F650XL	2	104
Bouteur	CAT	D4 / D6	2	111
Bouteur	CAT	D8/D10	8	115
Pelle hydraulique	CAT	320E / 329E	6	106
Pelle hydraulique	CAT	390	4	108
Niveleuse	CAT	14M	4	118
Chargeur sur roue	CAT	950M / 966K	6	107
Chargeur sur roue	CAT	988	8	114
Foreuse	Atlas Copco	ROC F9	3	128
Concasseur à mâchoire	SMI	JHT	4	115
Concasseur conique	SMI	CST	4	115
Tamis	SMI	Spyder 622TH	4	115
Camion hors route	CAT	773	24	112
Camion articulé	CAT	740	14	111
Chargeur compact rigide	CAT	272D	1	96
Compacteur vibrant	CAT	CS44	9	101
Grue sur chenilles	Liebherr	LR1200 / LR1300	1	99
Grue sur roues	Terex,Grove,Linkbelt	90-100t (100-110)	2	98
Compresseur à air	Doosan	P250WJD-T4i / HP450	3	104

4.3.1.2 COMPLEXE GNL

Tableau 10 Sources de bruit et puissances acoustiques (L_w) – complexe GNL

Description	Marque	Modèle	Quantité	L_w (dBA par unité)
Camion 12 roues	International	7400 Work Star	47	105
Camion plate-forme	Ford Flatbed	F650XL	20	104
Bouteur	CAT	D4 / D6	4	111
Pelle hydraulique	CAT	320E / 329E	10	106
Niveleuse	CAT	14M	2	118
Pelle rétrocaveuse	CAT	420F	2	96
Chargeur sur roue	CAT	950M / 966K	5	107
Chargeur compact rigide	CAT	272D	7	96
Tracteur industriel	John Deere	6415	17	96

Description	Marque	Modèle	Quantité	L_w (dBA par unité)
Compacteur vibrant	CAT	CS44	2	101
Grue sur chenilles	Liebherr	LR1200 / LR1300	6	99
Grue sur roues	Terex,Grove, Linkbelt	90-100t (100-110)	51	98
Chariot élévateur pour conteneurs	Terex	Liftface 5-31	1	109
Camion pompe à béton	Putzmeister	BSF 38Z.16H / BPL 2023-4	7	108
Compresseur à air	Doosan	P250WJD-T4i / HP450	19	104
Génératrice SKD MTD 750-800 (Diesel)	CAT	C27	1	120
Génératrice 20-25 kW TRL MTD(Diesel)	Multiquip	DCA20SPXU4F	8	90
Génératrice 700-10000W (Gasoline)	Multiquip	GA97HEA	31	106

4.3.1.3 INFRASTRUCTURES MARINES

Les sources de bruit associées à la construction des infrastructures sont listées au tableau 11. Étant donné le nombre moindre d'équipements comparés à la préparation du site, construction du complexe GNL et lors de la phase d'opération, ces sources n'ont pas été modélisées.

Tableau 11 Sources de bruit

Description	Marque	Modèle	Quantité
Camion 12 roues	Sterling	LT9500 430 HP 2AX D	8
Camion plate-forme	Ford Flatbed	F650XL	1
Bouteur	CAT	D4 / D6	2
Pelle hydraulique	CAT	320E / 329E	5
Niveleuse	CAT	14M	2
Chargeur sur roue	CAT	950M / 966K	2
Camion articulé	CAT	740	4
Chargeur compact rigide	CAT	272D	2
Compacteur vibrant	CAT	CS44	4
Grue sur chenilles	Liebherr	LR1200 / LR1300	10
Compresseur à air	Doosan	P250WJD-T4i / HP450	7
Barges motorisées (Diesel)	N/A	250 HP	4
Remorqueur-pousseur (Diesel)	N/A	600 HP	4
Skiff (Gasoline)	N/A	60 HP	4

4.3.2 PHASE D'OPÉRATION

La liste des équipements nous a été fournie par GNLQ.

Les tableaux 11 et 12 indiquent la liste des équipements identifiés par GNLQ pendant la phase d'opération. Il existe trois secteurs où se situent les sources sonores, les unités de liquéfaction 1 et 2 dont les sources sont identiques et le secteur OSBL. La position des équipements (extérieur ou intérieur) est indiquée dans les tableaux 12 et 13. L'annexe E présente les spectres des puissances acoustiques par bande d'octaves.

Tableau 12 Liste des équipements durant la phase d'opération – Unités de liquéfaction 1 & 2

N° de source	N° d'identification	Désignation	Emplacement	Nombre d'unité	L_w (dBA) [1] par unité
Source 1	A	Compresseur et moteur pour régénération du gaz	Intérieur	1	106
Source 2	B1	Compresseur pour extraction des hydrocarbures lourds	Intérieur	1	110
Source 3	B2	Unité d'extension pour extraction des hydrocarbures lourds	Intérieur	1	105
Source 4	C	Compresseur et moteur	Intérieur	1	110
Source 5	D	Compresseur et moteur de basse pression pour les réfrigérants mixtes	Intérieur	1	117
Source 6	E	Compresseur et moteur de haute pression pour les réfrigérants mixtes	Intérieur	1	117
Source 7	F	Compresseur et moteur du réfrigérant de propane	Intérieur	6	117
Source 8	G	Refroidisseur d'amine (ventilateurs)	Extérieur	6	96
Source 9	H	Condenseur de régénération d'amine (ventilateurs)	Extérieur	6	96
Source 10	I	Refroidisseur à l'entrée des unités de séchage du gaz	Extérieur	6	96
Source 11	J	Refroidisseur pour le gaz régénéré (ventilateurs)	Extérieur	9	96
Source 12	K	Refroidisseur (ventilateurs)	Extérieur	30	96
Source 13	L	Refroidisseur pour le compresseur (ventilateurs)	Extérieur	6	96
Source 14	M	Condenseur pour le gaz sortant du stabilisateur de condensat	Extérieur	3	96
Source 15	N	Refroidisseur du condensat (ventilateurs)	Extérieur	27	96
Source 16	O	Refroidisseur du compresseur a basse pression pour les réfrigérants mixtes (ventilateurs)	Extérieur	57	96
Source 17	P	Refroidisseur du compresseur de réfrigérants mixtes à haute pression (ventilateurs)	Extérieur	15	96
Source 18	Q	Refroidisseur du propane (ventilateurs)	Extérieur	105	96
Source 19	R	Condenseur du propane (ventilateurs)	Extérieur	33	96
Source 20	S	Échangeur de refroidissement du propane liquide (ventilateurs)	Extérieur	1	96
Source 21	T	Réchauffeur du gaz régénéré	Extérieur	1	105
Source 22	U	Oxydateur thermique	Extérieur	1	105
Source 23	V	Réchauffeur	Extérieur	1	106
Source 24	W	Turbine hydraulique de GNL	Intérieur	1	102
Source 25	X	Turbine hydraulique du réfrigérant mixte à haute tension	Intérieur	1	102
Source 26	Y	Pompes et moteurs à basse pression	Intérieur	1	78
Source 27	Z	Pompes et moteurs à haute pression	Intérieur	1	78

[1] Niveaux sonores arrondis à 1 dBA près, ref. $2x10^{-5}$ Pa.

Tableau 13 Liste des équipements durant la phase d'opération – OSBL

Nº de source	Nº d'identification	Désignation	Emplacement	Nombre d'unité	L_w (dBA)[1] par unité
Source 1	A	Moteurs et compresseur du « BOG »	Intérieur	3	106
Source 2	B	Moteurs et compresseur d'air	Intérieur	3	110
Source 3	C	Pompe à eau	N/A	1	105 [2]
Source 4	D	Refroidisseur des vapeurs du compresseur « BOG »	Extérieur	1	110

[1] Niveaux sonores arrondis à 1 dBA près, ref. $2x10^{-5}$ Pa;
[2] Source non modélisée (utilisée seulement en cas de test d'incendie).

4.4 PRÉSENTATION DU MODÈLE

4.4.1 PHASE DE CONSTRUCTION

La liste d'équipement fournie par GNLQ détaille également les périodes de fonctionnement des équipements : quarts de nuit (19 h-7 h) et/ou jour (7 h-19 h), ainsi que le nombre d'heures par quart. Le pourcentage d'utilisation des équipements a été déterminé selon le RCNM (*Road Noise Construction Noise Model)* du FHWA (*Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation*).

Il est à noter qu'en l'absence de données sur le positionnement précis des équipements (c.-à-d. : trajets des équipements mobiles, position des sources ponctuelles), il a donc été supposé que l'énergie acoustique de tous les équipements soit répartie également sur toute l'empreinte du complexe de GNL (superposition de sources surfaciques dans le modèle numérique, avec la hauteur de ces sources variant selon le type d'équipement).

Les figures 4 et 5 présentent respectivement une vue en plan et trois dimensions du modèle. Ces figures s'appliquent aux deux étapes de construction simulées : préparation du site et complexe GNL.

4.4.2 PHASE D'OPÉRATION

Pour cette étude, nous avons considéré un scénario d'opération conservateur. La liste d'équipement fourni nous a permis d'identifier les sources sonores à considérer à l'extérieure et celles situées dans les bâtiments.

Les équipements situés à l'intérieur des bâtiments ont été calculés au niveau de l'enveloppe. Nous avons considéré une structure en acier muni d'ouverture avec louvres acoustiques. Le tableau 13 indique les pertes par transmission des bâtiments modélisés. Les puissances acoustiques présentées à l'annexe E prennent en compte l'enveloppe et les ouvertures des bâtiments

Tableau 14 Perte par transmission des bâtiments et louvres acoustiques

	Perte par transmission (TL)							
	63 Hz	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
Louvre acoustique	4	5	8	9	12	9	7	6
Tôle acier – cal. 22	12	15	15	16	19	22	26	30

Le scénario de simulation considère tous les équipements fixes en fonction à 100 % du temps sur la période d'évaluation d'une heure.

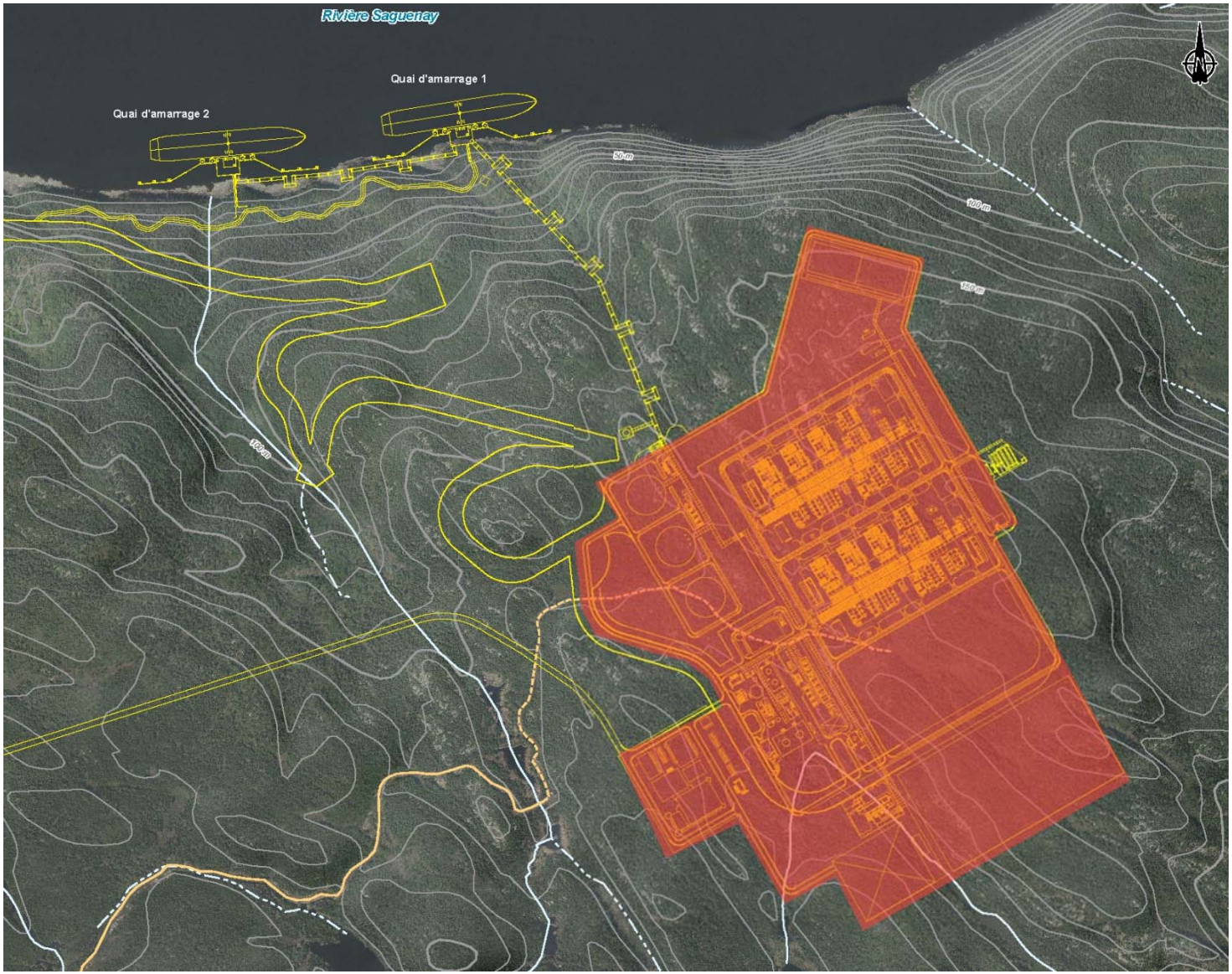


Figure 4 **Étendue des sources surfaciques (tous les équipements de construction, préparation du site et complexe GNL)**

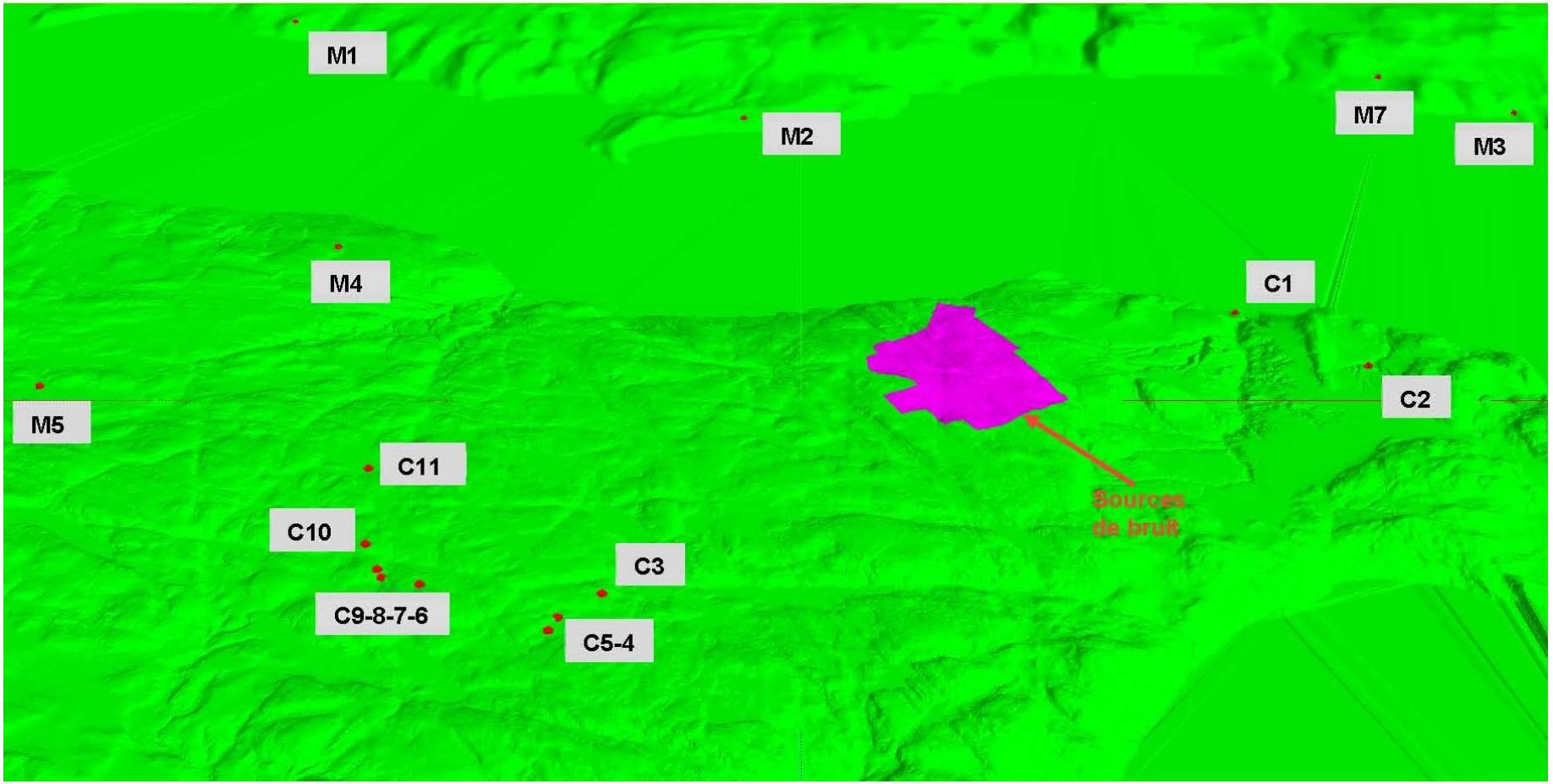


Figure 5 **Vue en 3D des sources surfaciques (tous les équipements de construction, préparation du site et complexe GNL) et points de mesures (C1 à C11, M1 à M7)**

La figure 6 présente la localisation des sources sonores des unités de liquéfaction 1 et 2 et la figure 7 des sources sonores de l'OSBL. La figure 8 présente une visualisation 3D du modèle de simulation.

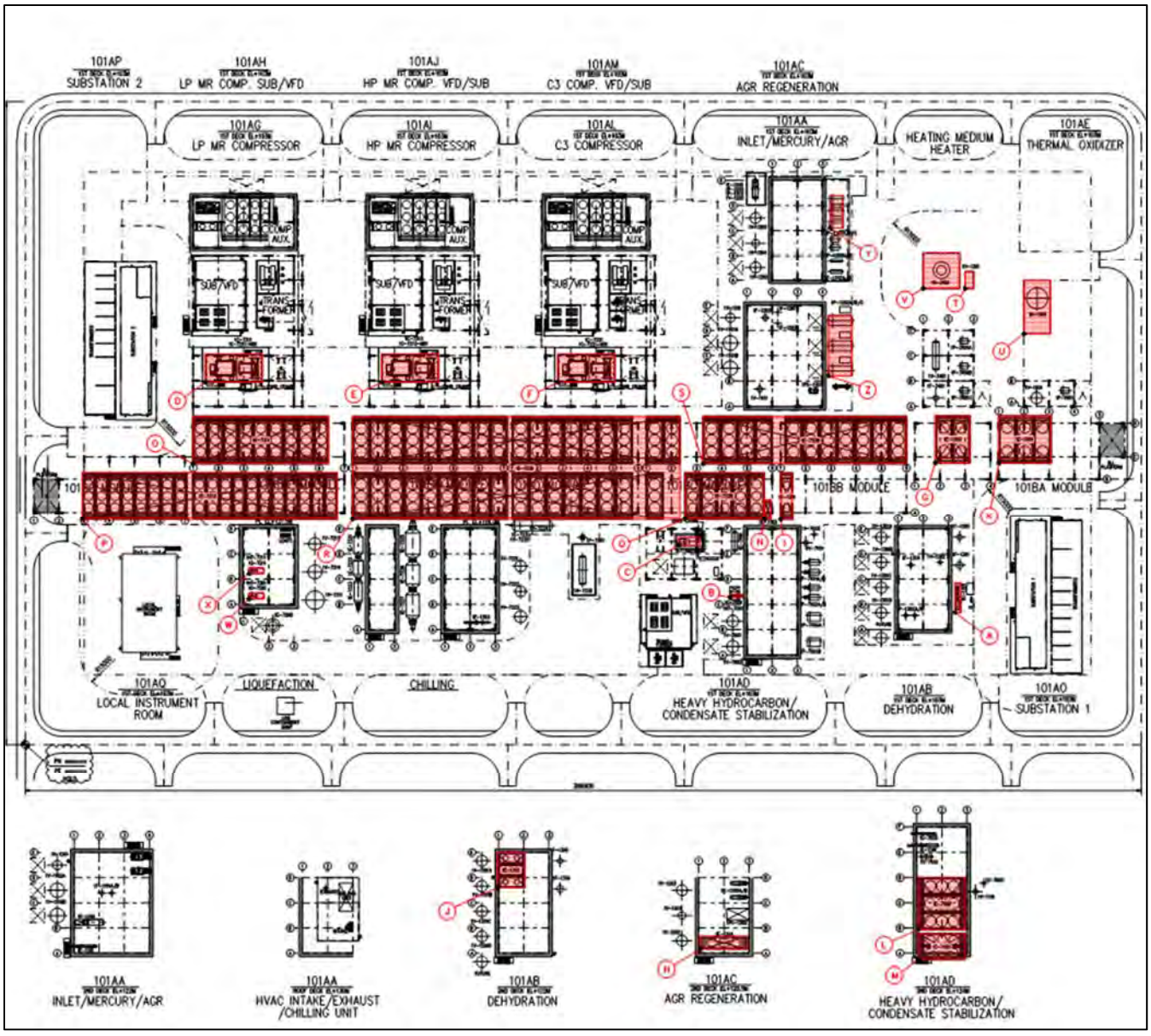


Figure 6 Localisation des sources sonores unités de liquéfaction 1 et 2

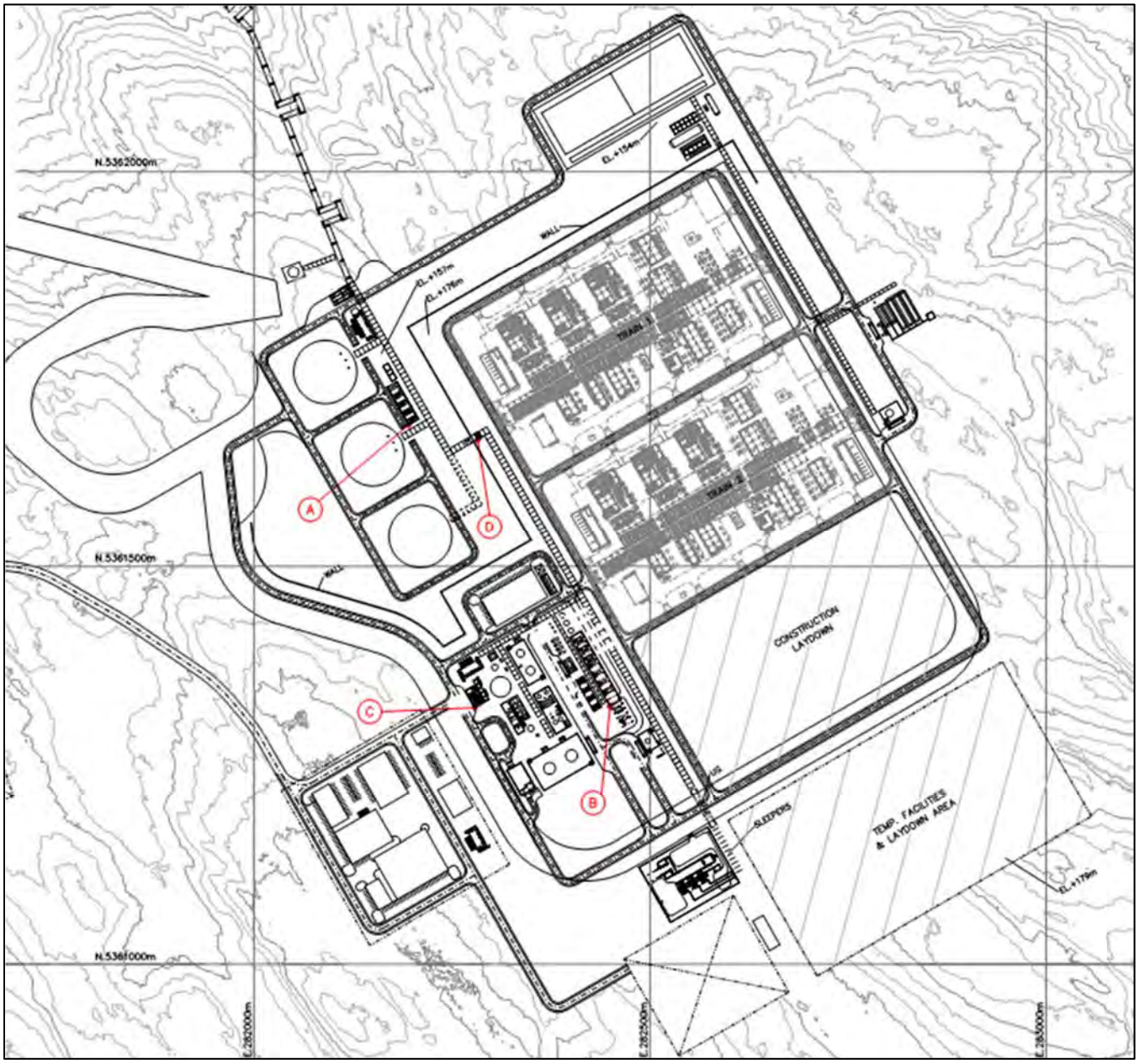


Figure 7 Localisation des sources OSBL

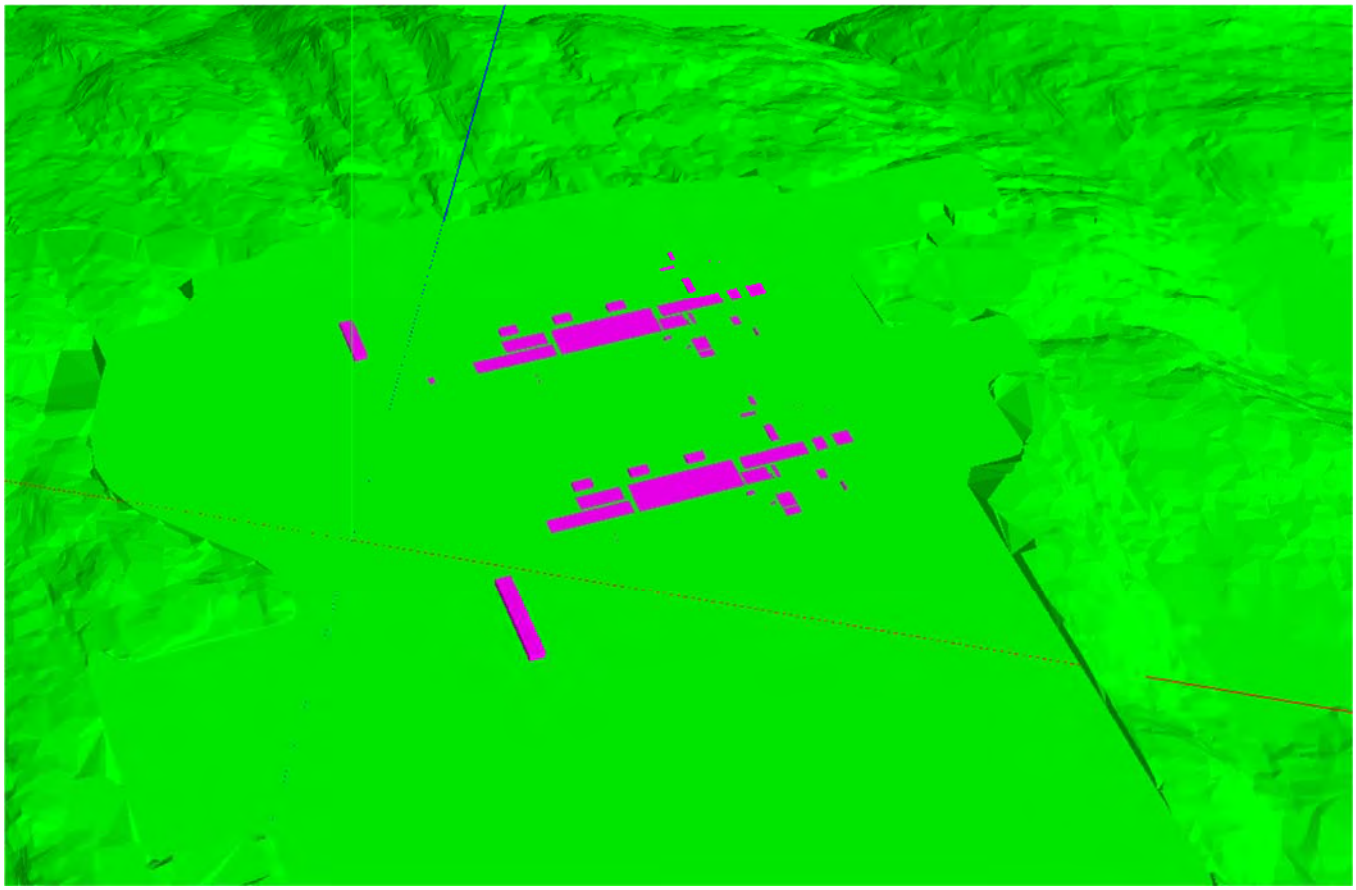


Figure 8 **Vue 3D du modèle de simulation de la phase d'opération**

4.5 RÉSULTATS DE LA SIMULATION SONORE

Pour les scénarios décrits à la section précédente, les niveaux de bruit émis par les activités du site ont été calculés aux 18 points d'évaluation et des cartes illustrant les courbes isophones ont été préparées. Les résultats des simulations de propagation sonore donnent les niveaux du bruit généré par l'ensemble des sources sonores liées à chaque scénario.

Les niveaux sonores calculés (critère provincial) et les changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA, critère fédéral) pour la phase de construction sont présentés aux tableaux 14 à 17 et aux tableaux 18 et 19 pour la phase d'opération. Les cartes 1 à 9 présentent les courbes isophones correspondant à chaque scénario et critère sonore.

4.5.1 PHASE DE CONSTRUCTION

4.5.1.1 PRÉPARATION DU SITE

CRITÈRE PROVINCIAL

Tableau 15 Résultats sonores aux points d'évaluation (préparation du site) – Critère provincial

Point récepteur	Niveau sonore simulé (dBA)		Critère (dBA)	
	Jour (7h à 19h)	Soir et nuit (19h à 7h)	Jour (7h à 19h)	Soir et nuit (19h à 7h)
C1	29	25	55	45
C2	36	31	55	45
C3	37	33	55	45
C4	33	29	55	45
C5	35	30	55	45
C6	34	29	55	45
C7	28	23	55	45
C8	33	28	55	45
C9	34	29	55	45
C10	34	29	55	45
C11	28	23	55	45
M1	24	19	55	45
M2	34	29	55	45
M3	27	22	55	45
M4	31	26	55	45
M5	25	20	55	45
M6	24	19	55	45
M7	28	23	55	45

Ces résultats démontrent que les niveaux sonores calculés sont conformes aux critères des lignes directrices du MDDELCC pour les chantiers de construction, et ce, pour tous les points d'évaluation.

CRITÈRE FÉDÉRAL

Tableau 16 Résultats sonores aux points d'évaluation (préparation du site) – Critère fédéral

Point récepteur	Ambiant				Activité de construction			Activité de construction + ambiant			
	L_d (dBA)	L_n (dBA)	L_{dn} (dBA)	%HA	L_d (dBA)	L_n (dBA)	L_{dn} (dBA)	L_{dn} (dBA)	% HA	Écart	Conformité 6,5%
C1	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	28,7	24,7	32,0	38,6	1,8[a]	0,2	Oui
C2	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	35,1	30,9	38,2	40,9	2,5[a]	0,9	Oui
C3	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	36,8	32,5	39,8	41,9	2,8[a]	1,2	Oui
C4	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	32,7	28,5	35,8	39,8	2,1[a]	0,5	Oui
C5	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	34,1	29,7	37,1	40,3	2,3[a]	0,7	Oui
C6	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	33,4	29,0	36,4	40,0	2,2[a]	0,6	Oui
C7	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	27,8	23,3	30,7	38,4	1,8	0,2	Oui
C8	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	32,2	27,8	35,2	39,6	2,1[a]	0,5	Oui
C9	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	33,1	28,7	36,1	39,9	2,2[a]	0,6	Oui
C10	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	33,3	29,0	36,3	40,0	2,2[a]	0,6	Oui
C11	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	27,0	22,5	29,9	38,3	1,7[a]	0,1	Oui
M1	45,1	40,9	48,2	1,7	23,6	19,2	26,6	48,2	1,7	0,0	Oui
M2	35,9	28,8	37,2	1,5[a]	33,5	29,2	36,5	39,9	2,2[a]	0,7	Oui
M3	53,6	53,6	60,0	7,7	26,4	21,9	29,3	60,0	7,8[a]	0,1	Oui
M4	40,1	38,1	44,9	1,1	30,4	25,9	33,3	45,2	1,2	0,1	Oui
M5	41,1	32,9	41,9	2,8[a]	24,3	19,7	27,1	42,0	2,8[a]	0,0	Oui
M6	42,8	35,9	44,2	3,8[a]	23,4	18,9	26,3	44,3	3,8[a]	0,0	Oui
M7	35,9	29,3	37,5	1,6[a]	27,1	22,6	30,0	38,2	1,7	0,1	Oui

[a] En raison d'un climat sonore calme, 10 dBA a été ajouté à l'indicateur L_{dn} pour l'évaluation du %HA

Pour l'évaluation des changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA), le bruit résiduel mesuré en 2016 a été utilisé pour les points M1 à M7. Pour les points C1 à C7, les niveaux de bruits résiduels ne sont pas disponibles. Cependant, considérant que ces points sont tous (sauf C1, qui est en bordure de la rivière Saguenay) situés dans une forêt, et aussi tous éloignés d'artères routières principales, il a été posé comme hypothèse que pour les points C1 à C7 les niveaux de bruit résiduel le jour et la nuit seraient de 35 dBA et 30 dBA, respectivement. Ces niveaux de bruit sont typiques pour ce genre d'environnement sonore.

Selon ces résultats, les niveaux sonores simulés du scénario en phase de construction (préparation du site) sont inférieurs au critère de changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA) de Santé Canada à tous les points d'évaluation.

La carte 1 présente les niveaux sonores pour la phase de préparation site, selon le critère provincial basé sur une moyenne de 12h ($L_{eq,\ 12h}$), pour la période de jour, tandis que la carte 2 présente les niveaux sonores, selon le critère provincial basé sur une moyenne horaire ($L_{eq,\ 1h}$) pour la période de nuit. La carte 3 présente les niveaux sonores selon le critère fédéral basé sur 24h ($L_{eq,24h}$).

Les niveaux de bruit moyen (L_d – activité de construction) calculés sont inférieurs à la limite recommandée pour la compréhension de la parole (55 dBA) et à la perturbation du sommeil (45 dBA).

COMPLEXE GNL

CRITÈRE PROVINCIAL

Tableau 17 Résultats sonores aux points d'évaluation (complexe GNL) – Critère provincial

Point récepteur	Niveau sonore simulé (dBA)		Critère (dBA)	
	Jour (7h à 19h)	Soir et nuit (19h à 7h)	Jour (7h à 19h)	Soir et nuit (19h à 7h)
C1	22	15	55	45
C2	30	23	55	45
C3	32	24	55	45
C4	28	20	55	45
C5	29	22	55	45
C6	29	21	55	45
C7	23	15	55	45
C8	27	20	55	45
C9	28	21	55	45
C10	28	21	55	45
C11	22	15	55	45
M1	18	11	55	45
M2	29	21	55	45
M3	21	14	55	45
M4	26	18	55	45
M5	19	12	55	45
M6	18	11	55	45
M7	22	15	55	45

Ces résultats démontrent que les niveaux sonores calculés sont conformes aux critères des lignes directrices du MDDELCC pour les chantiers de construction, et ce, pour tous les points d'évaluation.

CRITÈRE FÉDÉRAL

Tableau 18 Résultats sonores aux points d'évaluation (complexe GNL) – Critère fédéral

Point récepteur	Ambiant				Activité de construction			Activité de construction + ambiant			
	L_d (dBA)	L_n (dBA)	L_{dn} (dBA)	%HA	L_d (dBA)	L_n (dBA)	L_{dn} (dBA)	L_{dn} (dBA)	% HA	Écart	Conformité 6,5%
C1	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	21,7	14,9	23,2	37,7	1,6[a]	0,0	Oui
C2	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	29,2	22,5	30,7	38,4	1,8[a]	0,2	Oui
C3	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	31,2	24,3	32,6	38,8	1,9[a]	0,3	Oui
C4	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	26,7	19,9	28,2	38,1	1,7[a]	0,1	Oui
C5	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	28,3	21,4	29,7	38,2	1,7[a]	0,1	Oui
C6	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	27,7	20,9	29,2	38,2	1,7[a]	0,1	Oui
C7	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	21,9	15,0	23,3	37,7	1,6[a]	0,0	Oui
C8	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	26,5	19,6	27,9	38,0	1,7[a]	0,1	Oui
C9	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	27,5	20,6	28,9	38,1	1,7[a]	0,1	Oui
C10	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	27,6	20,8	29,1	38,2	1,7[a]	0,1	Oui
C11	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	21,3	14,6	22,8	37,7	1,6	0,0	Oui
M1	45,1	40,9	48,2	1,7	17,4	10,8	19,0	48,2	1,7	0,0	Oui
M2	35,9	28,8	37,2	1,5[a]	27,7	20,8	29,1	37,8	1,7[a]	0,0	Oui
M3	53,6	53,6	60,0	7,7	20,6	13,8	22,1	60,0	7,7[a]	0,0	Oui
M4	40,1	38,1	44,9	1,1	24,9	18,0	26,3	44,9	1,1	0,0	Oui
M5	41,1	32,9	41,9	2,8[a]	18,6	11,9	20,1	41,9	2,8[a]	0,0	Oui
M6	42,8	35,9	44,2	3,8[a]	17,6	10,8	19,1	44,2	3,8[a]	0,0	Oui
M7	35,9	29,3	37,5	1,6[a]	21,2	14,4	22,7	37,6	1,6[a]	0,0	Oui

[a] En raison d'un climat sonore calme, 10 dBA a été ajouté à l'indicateur L_{dn} pour l'évaluation du %HA

Au même titre que pour la phase de construction (préparation du site), les niveaux de bruit résiduels mesurés en 2016 ont été utilisés pour l'évaluation des changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA) pour les points M1 à M7, et la même hypothèse a été posée pour les points C1 à C11.

Selon ces résultats, les niveaux sonores bruit simulé du scénario en phase de construction (complexe GNL) sont inférieurs au critère de changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA) de Santé Canada à tous les points d'évaluation.

La carte 4 présente les niveaux sonores pour la phase de construction du complexe GNL , selon le critère provincial basé sur une moyenne de 12 h ($L_{eq,\ 12h}$), pour la période de jour, tandis que la carte 5 présente les niveaux sonores, selon le critère provincial basé sur une moyenne horaire ($L_{eq,\ 1h}$) pour la période de nuit. La carte 6 présente les niveaux sonores selon le critère fédéral basé sur 24 h ($L_{eq,24h}$).

Les niveaux de bruit moyen (L_d – activité de construction) calculés sont inférieurs à la limite recommandée pour la compréhension de la parole (55 dBA) et à la perturbation du sommeil (45 dBA).

4.5.2 PHASE D'OPÉRATION

CRITÈRE PROVINCIAL

Tableau 19 Niveaux sonores simulés aux points d'évaluation – Critère provincial

Point récepteur	Niveau sonore simulé (dBA)	Critère (dBA)	
		Jour (7 h à 19 h)	Soir et nuit (19 h à 7 h)
C1	28	45	40
C2	34	45	40
C3	34	45	40
C4	32	45	40
C5	32	45	40
C6	31	45	40
C7	28	45	40
C8	31	45	40
C9	31	45	40
C10	32	55	50
C11	26	45	40
M1	23	45	40
M2	35	50	45
M3	25	45	440
M4	31	55	50
M5	24	45	40
M6	23	45	40
M7	26	45	40

Le tableau 19 montre qu'il n'y aucun dépassement selon la NI 98-01 tant en période de jour qu'en période de nuit.

CRITÈRE FÉDÉRAL

Tableau 20 Niveaux sonores simulés aux points d'évaluation – Critère fédéral

Point récepteur	Ambiant				Activité d'opération			Activité d'opération+ ambiant			
	L_d (dBA)	L_n (dBA)	L_{dn} (dBA)	%HA	L_d (dBA)	L_n (dBA)	L_{dn} (dBA)	L_{dn} (dBA)	% HA	Écart	Conformité 6,5%
C1	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	28,3	28,3	34,7	39,4	2,0[a]	0,4	Oui
C2	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	34,1	34,1	40,5	42,3	2,9[a]	1,3	Oui
C3	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	33,5	33,5	39,9	41,9	2,8[a]	1,2	Oui
C4	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	32,3	32,3	38,7	41,2	2,6[a]	1,0	Oui
C5	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	32,0	32,0	38,4	41,0	2,5[a]	0,9	Oui
C6	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	31,1	31,1	37,5	40,6	2,4[a]	0,8	Oui
C7	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	28,4	28,4	34,8	39,4	2,0[a]	0,4	Oui
C8	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	30,6	30,6	37,0	40,3	2,3[a]	0,7	Oui
C9	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	30,8	30,8	37,2	40,4	2,3[a]	0,7	Oui
C10	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	31,6	31,6	38,1	40,8	2,4[a]	0,8	Oui
C11	35,0	30,0	37,6	1,6[a]	26,1	26,1	32,5	38,8	1,9[a]	0,3	Oui
M1	45,1	40,9	48,2	1,7	23,4	23,4	29,8	48,3	1,8	0,1	Oui
M2	35,9	28,8	37,2	1,5[a]	35,2	35,2	41,6	43,0	3,2[a]	1,7	Oui
M3	53,6	53,6	60,0	7,7	25,2	25,2	31,6	60,0	7,8[a]	0,1	Oui
M4	40,1	38,1	44,9	1,1	31,3	31,3	37,7	45,6	1,2	0,1	Oui
M5	41,1	32,9	41,9	2,8[a]	23,8	23,8	30,2	42,2	2,9[a]	0,1	Oui
M6	42,8	35,9	44,2	3,8[a]	22,8	22,8	29,2	44,4	3,8[a]	0,0	Oui
M7	35,9	29,3	37,5	1,6[a]	26,2	26,2	32,6	38,7	1,9[a]	0,3	Oui

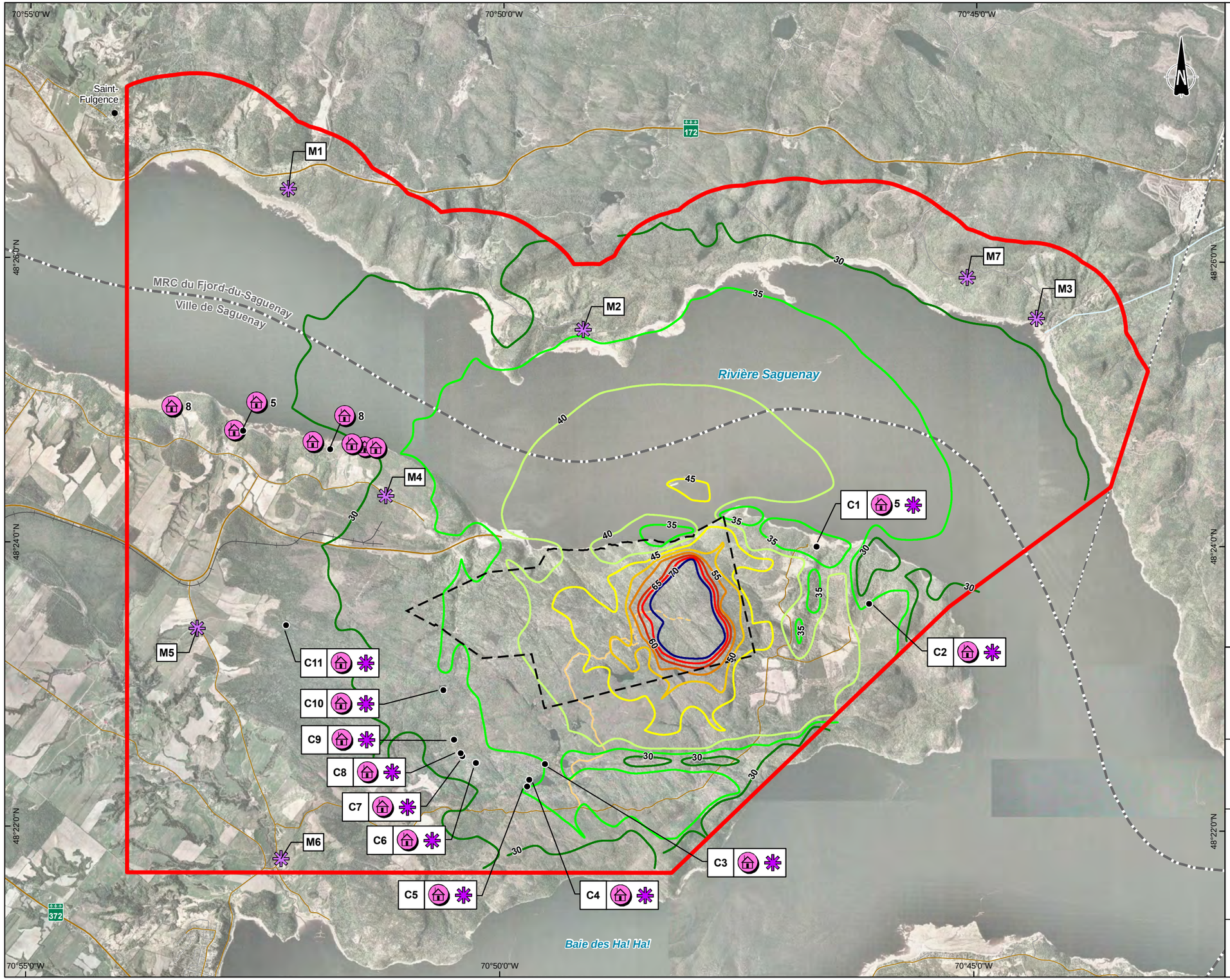
a En raison d'un climat sonore calme, 10 dBA a été ajouté à l'indicateur Ldn pour l'évaluation du %HA

Au même titre que pour la phase de construction, les niveaux de bruit résiduels mesurés en 2016 ont été utilisés pour l'évaluation des changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA) pour les points M1 à M7, et la même hypothèse a été posée pour les points C1 à C11.

Selon ces résultats, les niveaux sonores bruit simulé du scénario en phase d'opération sont inférieurs au critère de changements dans le pourcentage de la population fortement gênée (% HA) de Santé Canada à tous les points d'évaluation.

Les niveaux de bruit moyen (L_d – activité d'opération) calculés sont inférieurs à la limite recommandée pour la compréhension de la parole (55 dBA) et à la perturbation du sommeil (45 dBA).

La carte 7 présente les niveaux sonores pour la phase d'opération selon le critère provincial basé sur une moyenne horaire ($L_{eq,\ 1h}$) tandis que la carte 8 présente les niveaux sonores selon le critère fédéral basé sur 24h ($L_{eq,24h}$).



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte

Bruit

- Récepteurs sensibles

Courbes isophonique

- 30 dBa
- 35 dBa
- 40 dBa
- 45 dBa
- 50 dBa
- 55 dBa
- 60 dBa
- 65 dBa
- 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL Québec — Énergie Saguenay

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 1
Niveaux sonores modélisés
Scénario de construction (préparation du site) – Jour LA_{eq12h}

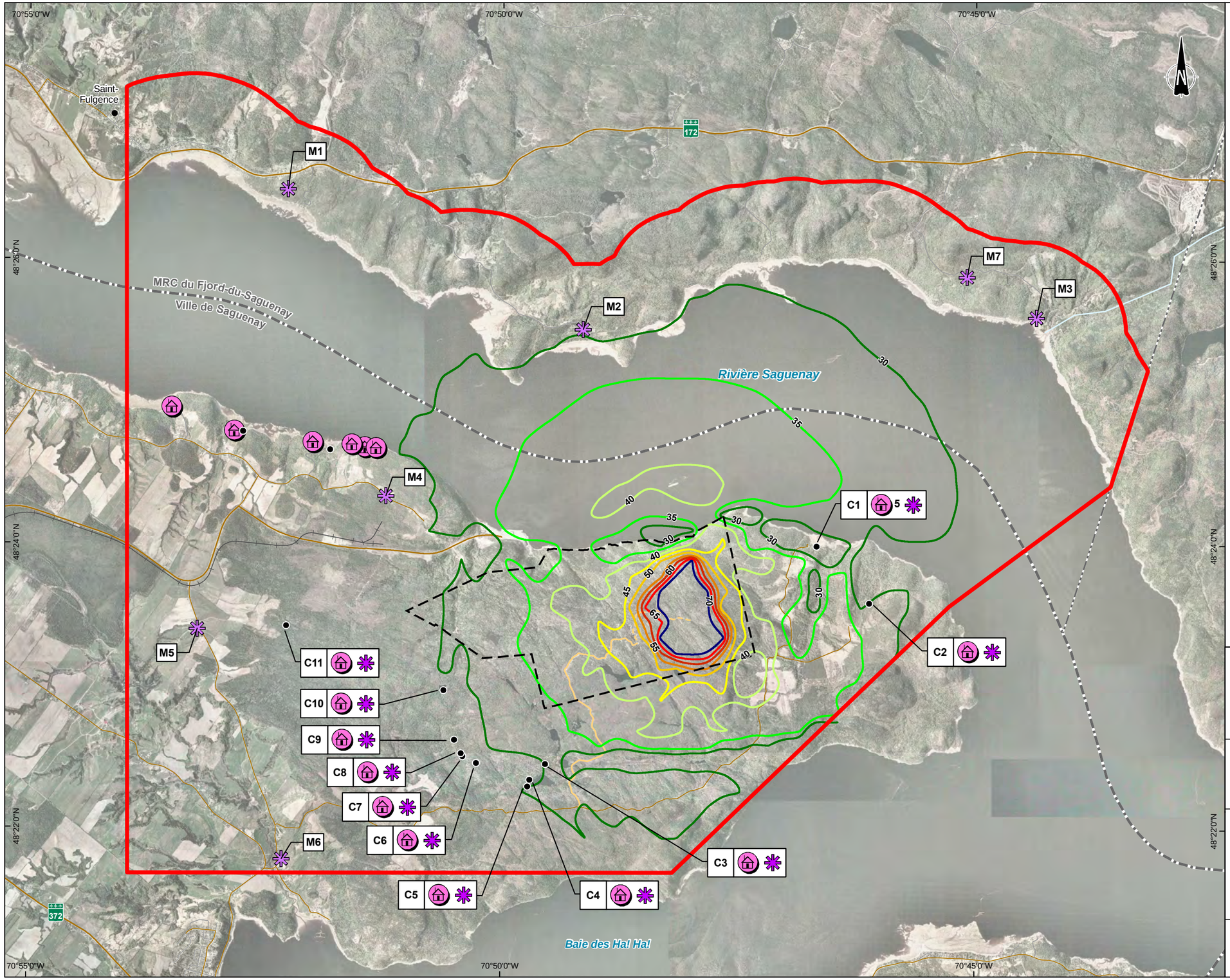
Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c1_S1_wspq_181001.mxd

wsp



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte

Bruit

- Récepteurs sensibles

Courbes isophonique

- 30 dBa
- 35 dBa
- 40 dBa
- 45 dBa
- 50 dBa
- 55 dBa
- 60 dBa
- 65 dBa
- 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL Québec — Énergie Saguenay

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 2
Niveaux sonores modélisés
Scénario de construction (préparation du site) – Nuit LA_{eq1h}

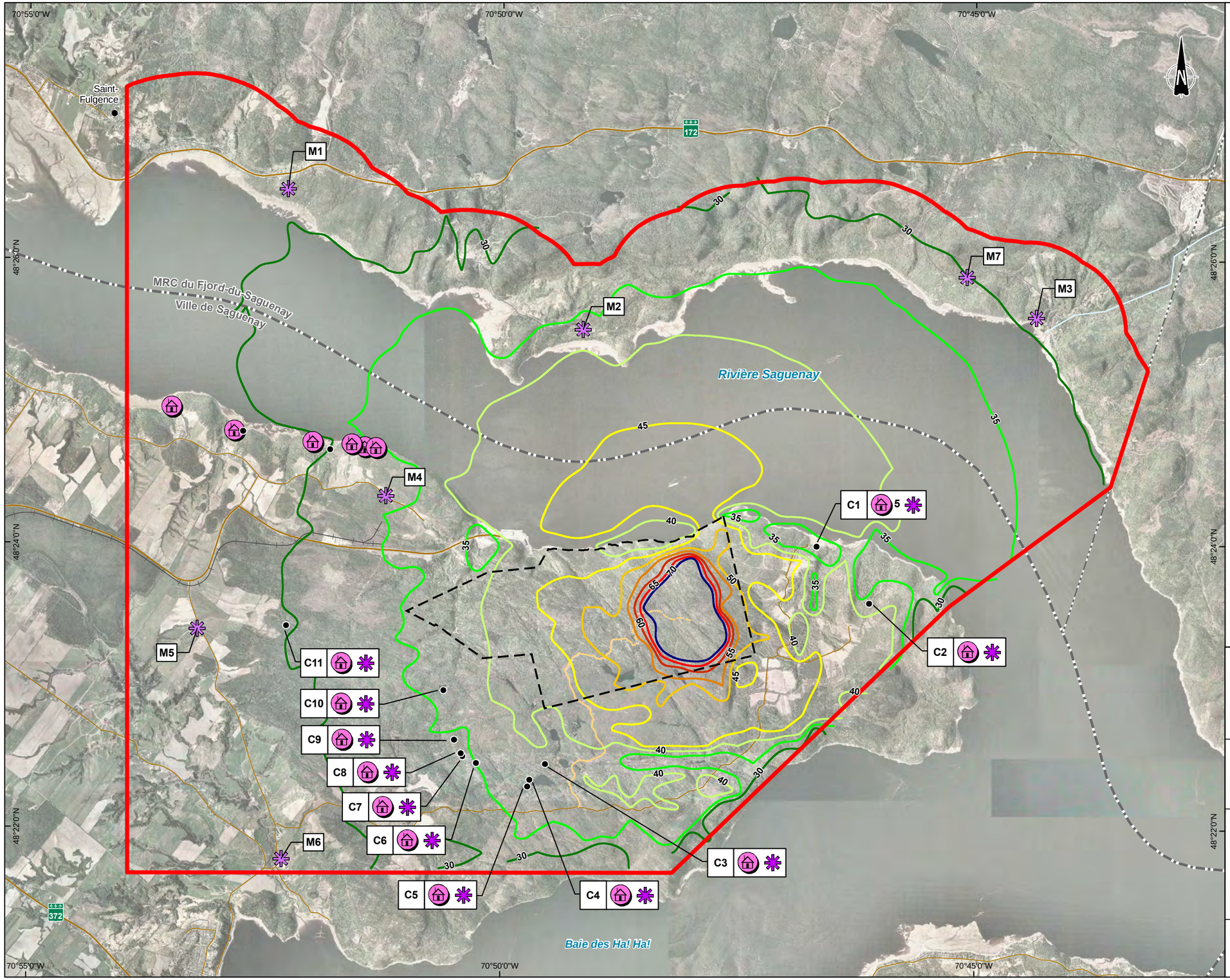
Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c2_S2_wspq_180920.mxd

wsp



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte

Bruit

- Récepteurs sensibles

Courbes isophonique

- 30 dBa
- 35 dBa
- 40 dBa
- 45 dBa
- 50 dBa
- 55 dBa
- 60 dBa
- 65 dBa
- 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL Québec — Énergie Saguenay

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 3
Niveaux sonores modélisés
Scénario de construction (préparation du site) – 24h L_{dn}

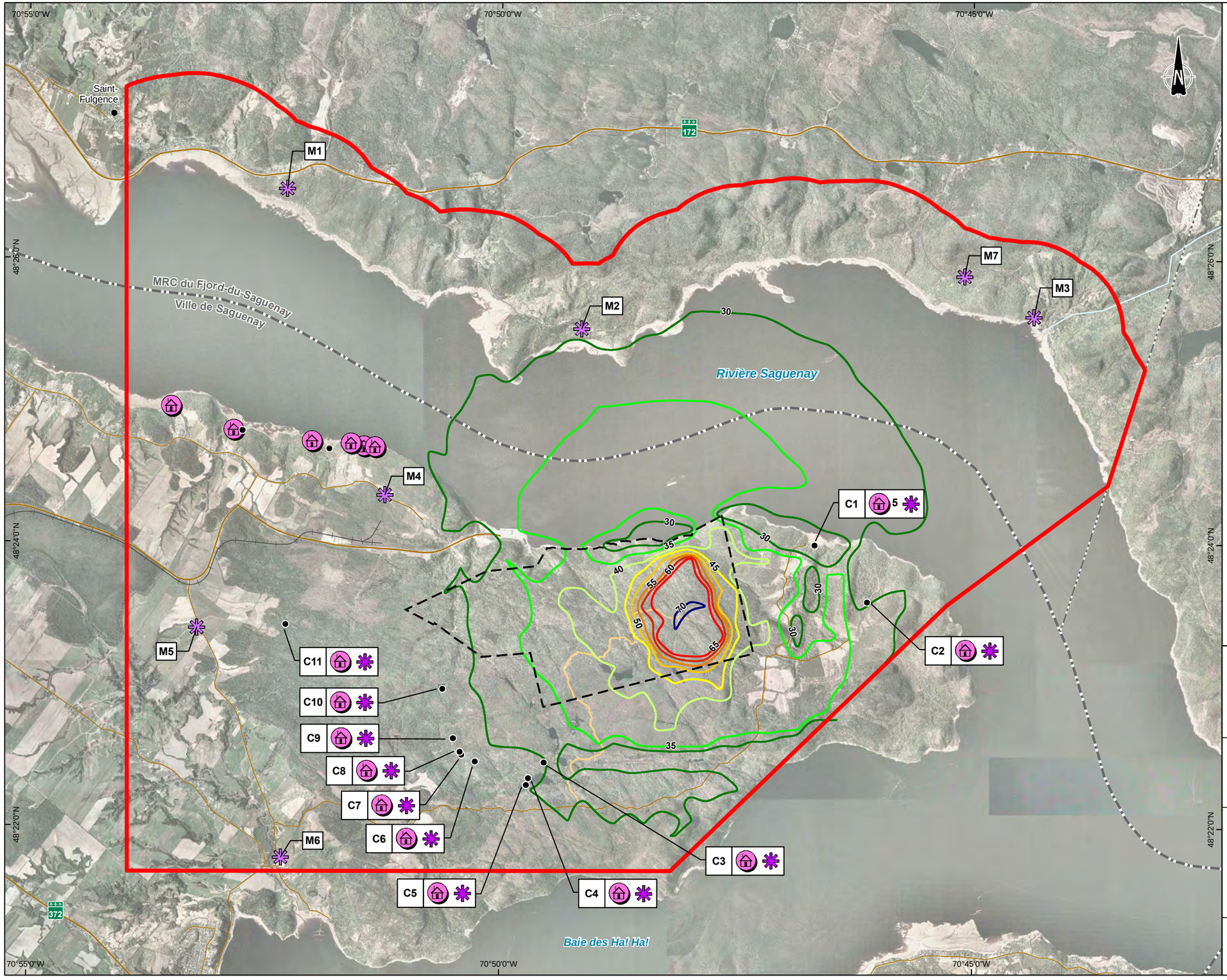
Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c3_S3_wspq_180920.mxd

wsp



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte

Bruit

- Récepteurs sensibles

Courbes isophonique

- 30 dBa
- 35 dBa
- 40 dBa
- 45 dBa
- 50 dBa
- 55 dBa
- 60 dBa
- 65 dBa
- 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 4
Niveaux sonores modélisés
Scénario de construction (complexe GNL) –
Jour LA_{eq12h}

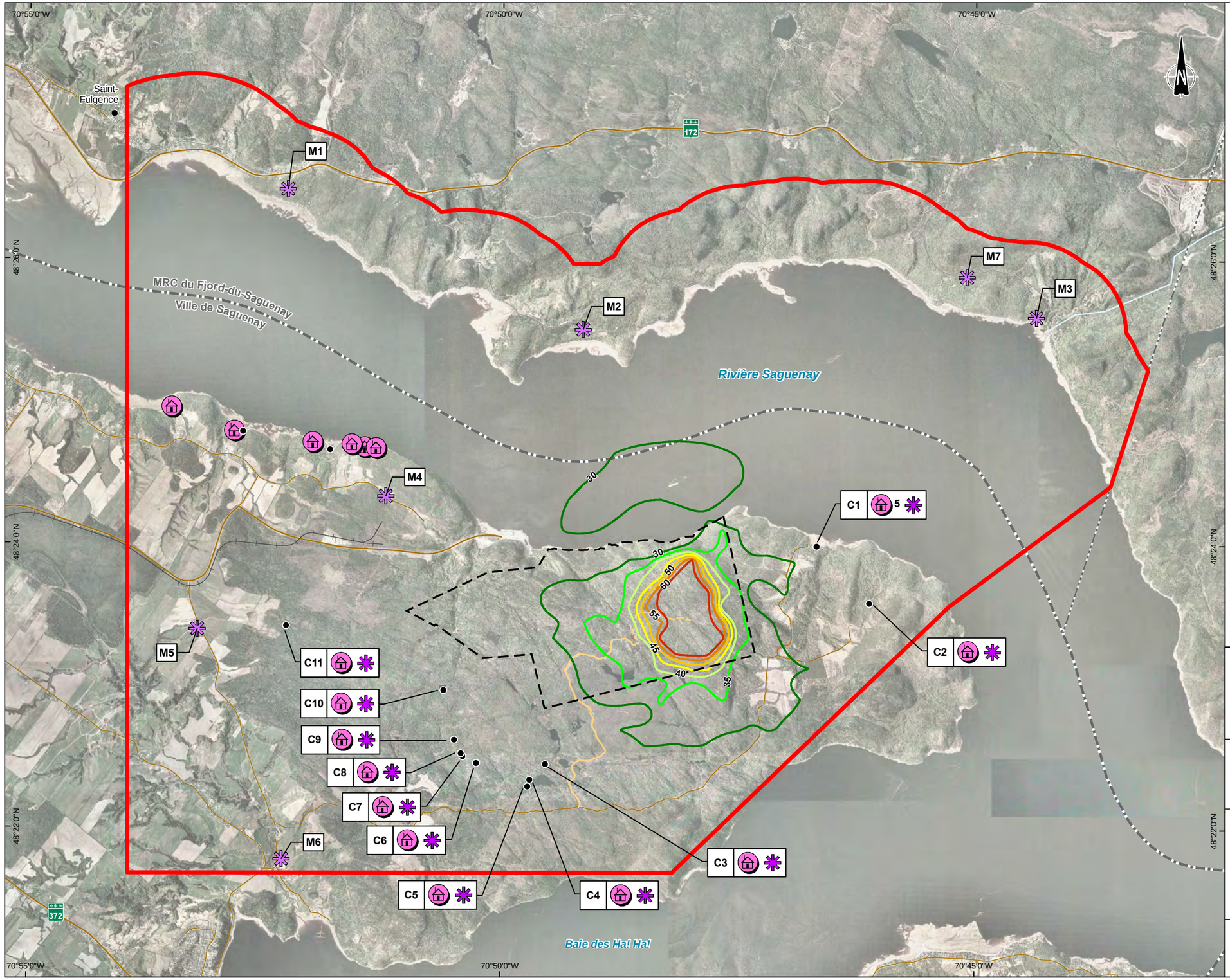
Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c4_S4_wspq_180920.mxd

wsp



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte

Bruit

- Récepteurs sensibles

Courbes isophonique

- 30 dBa
- 35 dBa
- 40 dBa
- 45 dBa
- 50 dBa
- 55 dBa
- 60 dBa
- 65 dBa
- 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 5
Niveaux sonores modélisés
Scénario de construction (complexe GNL) – Nuit LA_{eq1h}

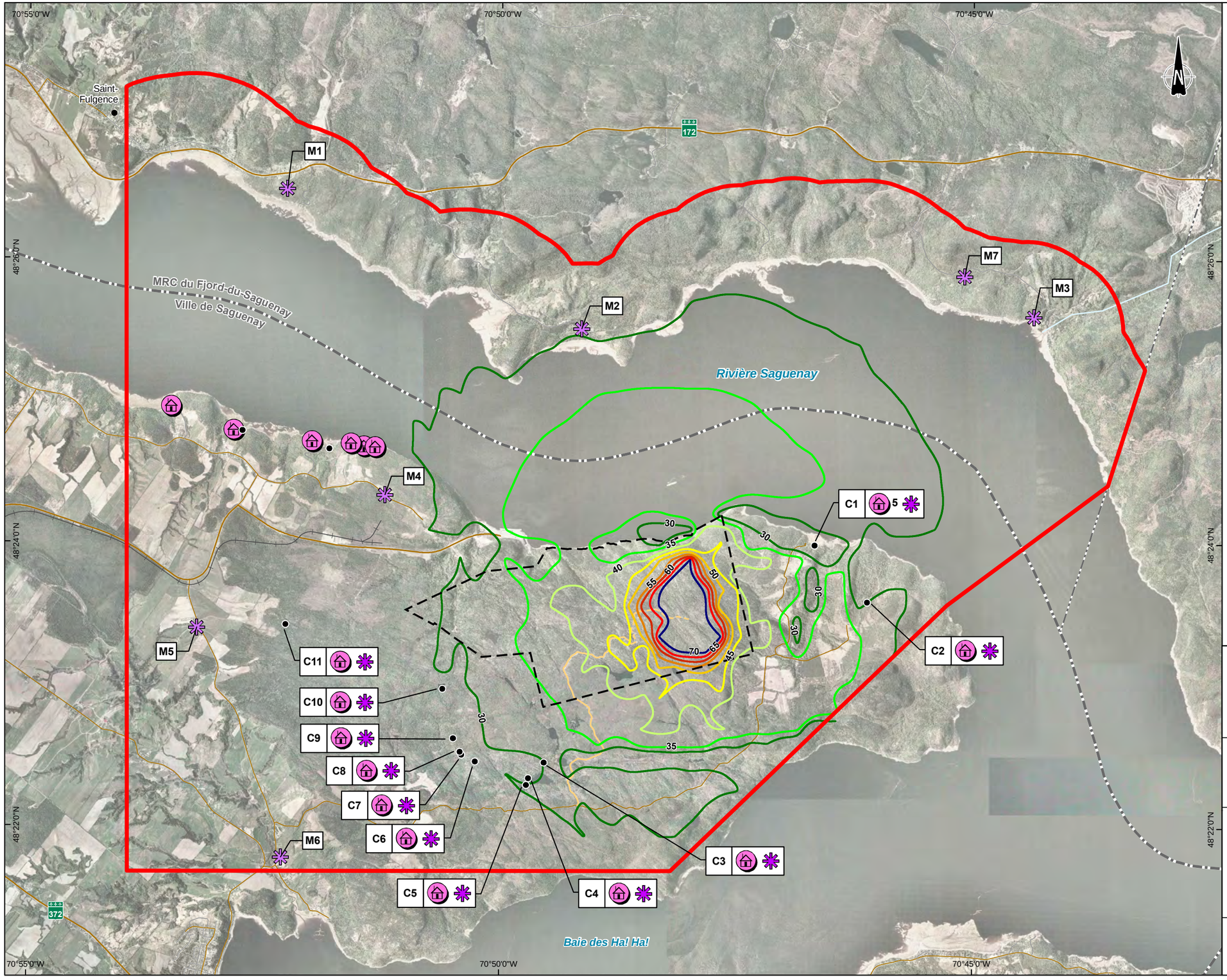
Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c5_S5_wspq_180920.mxd

wsp



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte

Bruit

- Récepteurs sensibles

Courbes isophonique

- 30 dBa
- 35 dBa
- 40 dBa
- 45 dBa
- 50 dBa
- 55 dBa
- 60 dBa
- 65 dBa
- 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL QUÉBEC — ÉNERGIE SAGUENAY

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 6
Niveaux sonores modélisés
Scénario de construction (complexe GNL) – 24h L_{dn}

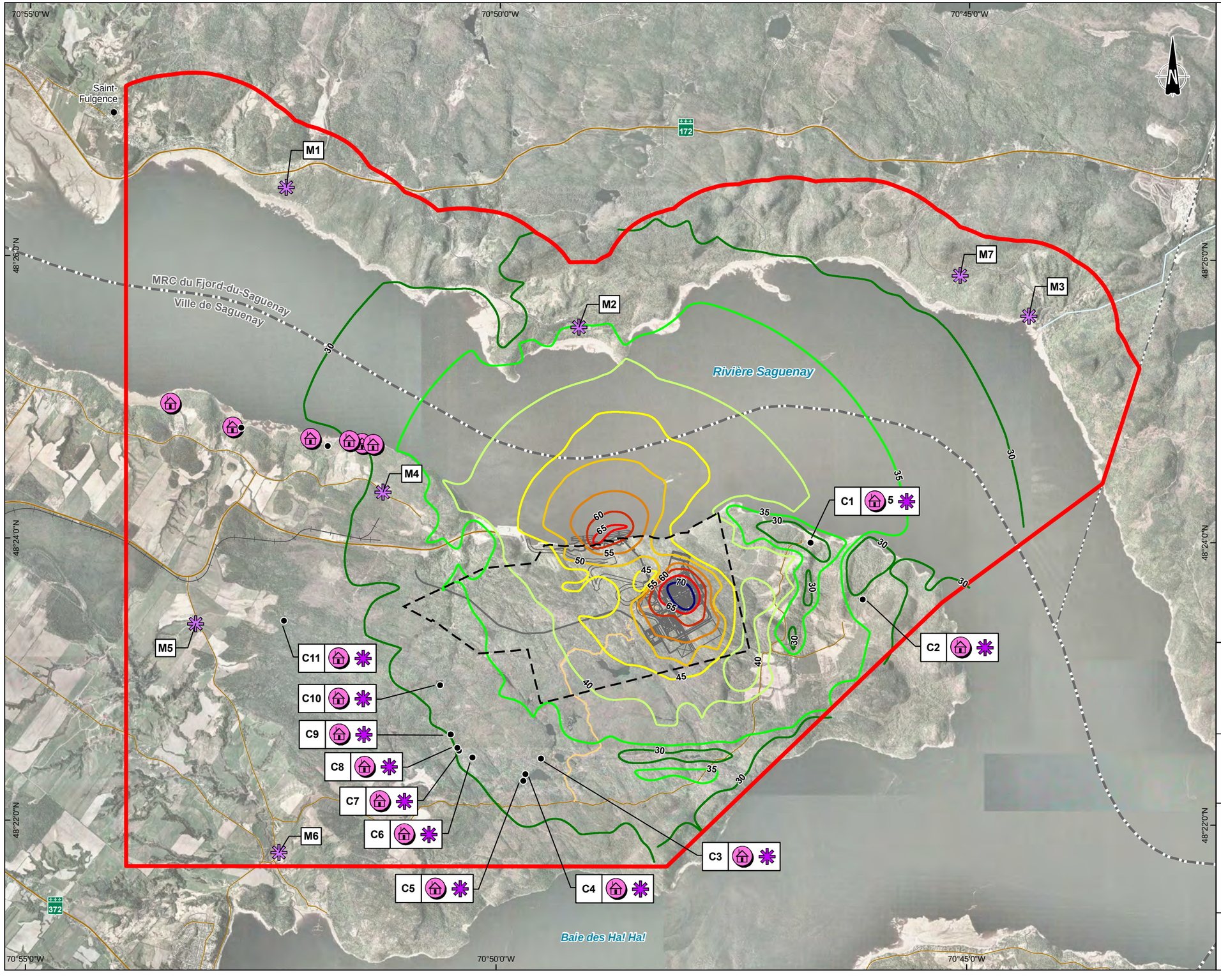
Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c6_S6_wspq_180920.mxd

wsp



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte
- Infrastructures projetées

Bruit

- Récepteurs sensibles
- Courbes isophonique
  - 30 dBa
  - 35 dBa
  - 40 dBa
  - 45 dBa
  - 50 dBa
  - 55 dBa
  - 60 dBa
  - 65 dBa
  - 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL Québec — Énergie Saguenay

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 7
Niveaux sonores modélisés
Scénario d'exploitation – Jour et nuit LA_{eq1h}

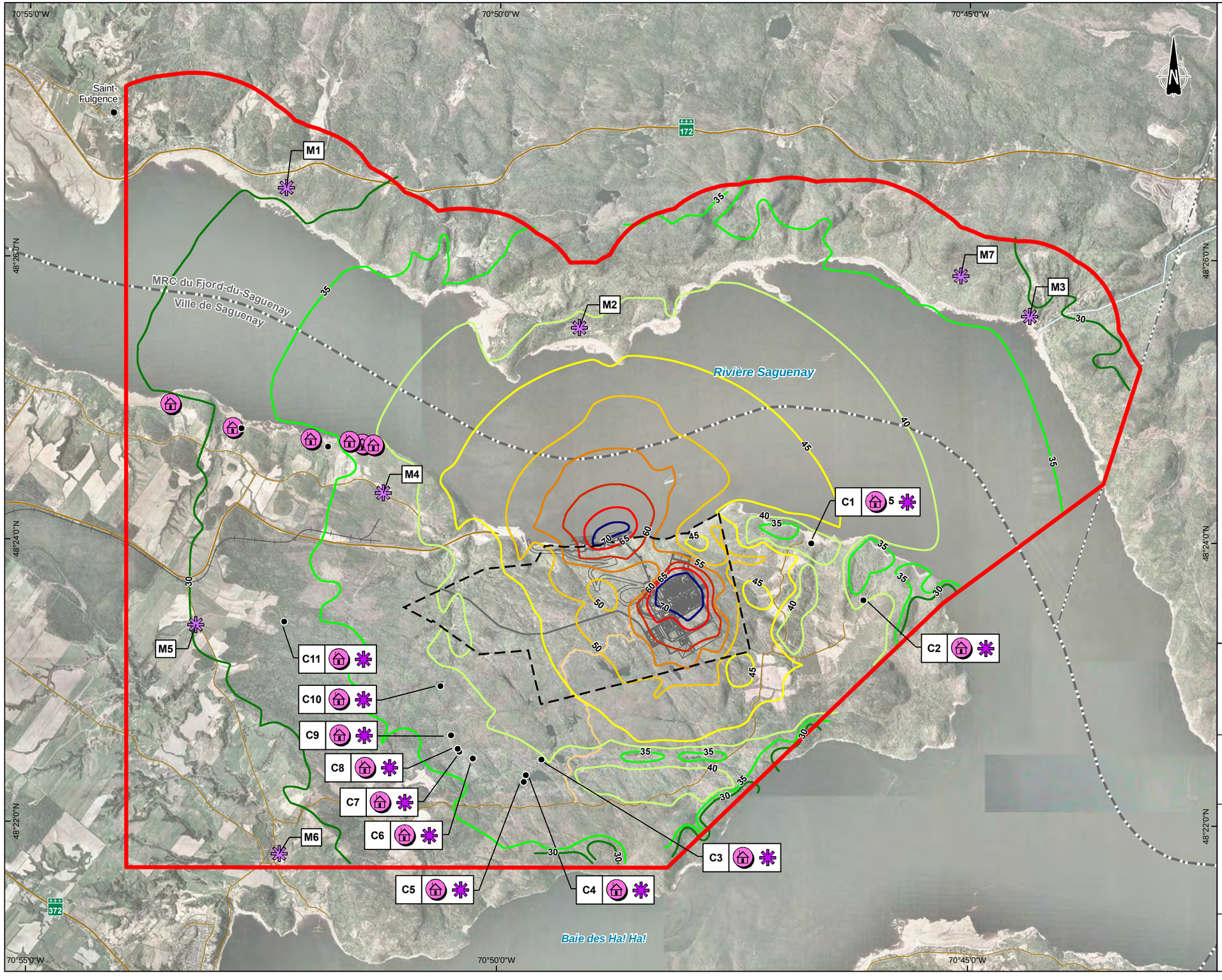
Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c7_S7_wspq_180920.mxd

wsp



Composantes du projet

- Zone d'étude locale
- Zone d'étude restreinte
- Infrastructures projetées

Bruit

- Récepteurs sensibles

Courbes isophonique

- 30 dBa
- 35 dBa
- 40 dBa
- 45 dBa
- 50 dBa
- 55 dBa
- 60 dBa
- 65 dBa
- 70 dBa

Villégiature, loisirs et tourisme

- 5 Chalet ou camp (nombre de chalet)

Limites administratives

- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

Infrastructure

- Voie ferrée

Réseau routier

- Route collectrice
- Route locale

Hydrographie

- Cours d'eau

GNL Québec — Énergie Saguenay

Projet Énergie Saguenay
Étude d'impact sur l'environnement
Rapport sectoriel – Étude de modélisation du bruit

Carte 8
Niveaux sonores modélisés
Scénario d'exploitation – 24h L_{dn}

Sources
BDTQ, MERN Québec, 2012
BDGA, MRN Québec, 2010
Réseau routier : Adresse Québec, 2015
Limites administratives: SDA, MERN, 2015
Orthophoto : GCNN, 2007

0 500 1 000 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Septembre 2018

Conçu par : J.-P. Vu
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : N. Fortin
161_00666_00_EIMB_c8_S8_wspq_180920.mxd

wsp

5 CONCLUSION

L’objectif de cette étude était de quantifier les niveaux sonores perçus aux zones sensibles et qui pourraient être produits par les équipements au futur site du complexe de liquéfaction de gaz naturel. Les zones sensibles correspondent, entre autres, à des chalets situés dans les environs.

Pour la phase de construction, les pires scénarios (période avec la quantité maximum d’équipement) suivants ont été sélectionnés : préparation du site (4e trimestre 2022) et complexe GNL (1er trimestre 2024). Bien que considérée, la phase marine n’a pas été modélisée puisque lors de pire scénario (3e trimestre 2022), la quantité d’équipement est moindre en comparaison (c.-à-d. : beaucoup moins d’équipements lourds, fixes et/ou mobiles).

Pour la phase d’opération, la liste d’équipement fournie par GNLQ a été utilisée.

La puissance acoustique de chacune des sources de bruit a été calculée. Ceci a permis d’estimer, par la simulation de propagation du son, la contribution sonore de chaque source de bruit.

Les simulations ont démontré qu’il n’y a aucun dépassement des critères sonores (provinciaux et fédéraux) et ce, pour tous les scénarios et tous les points récepteurs.

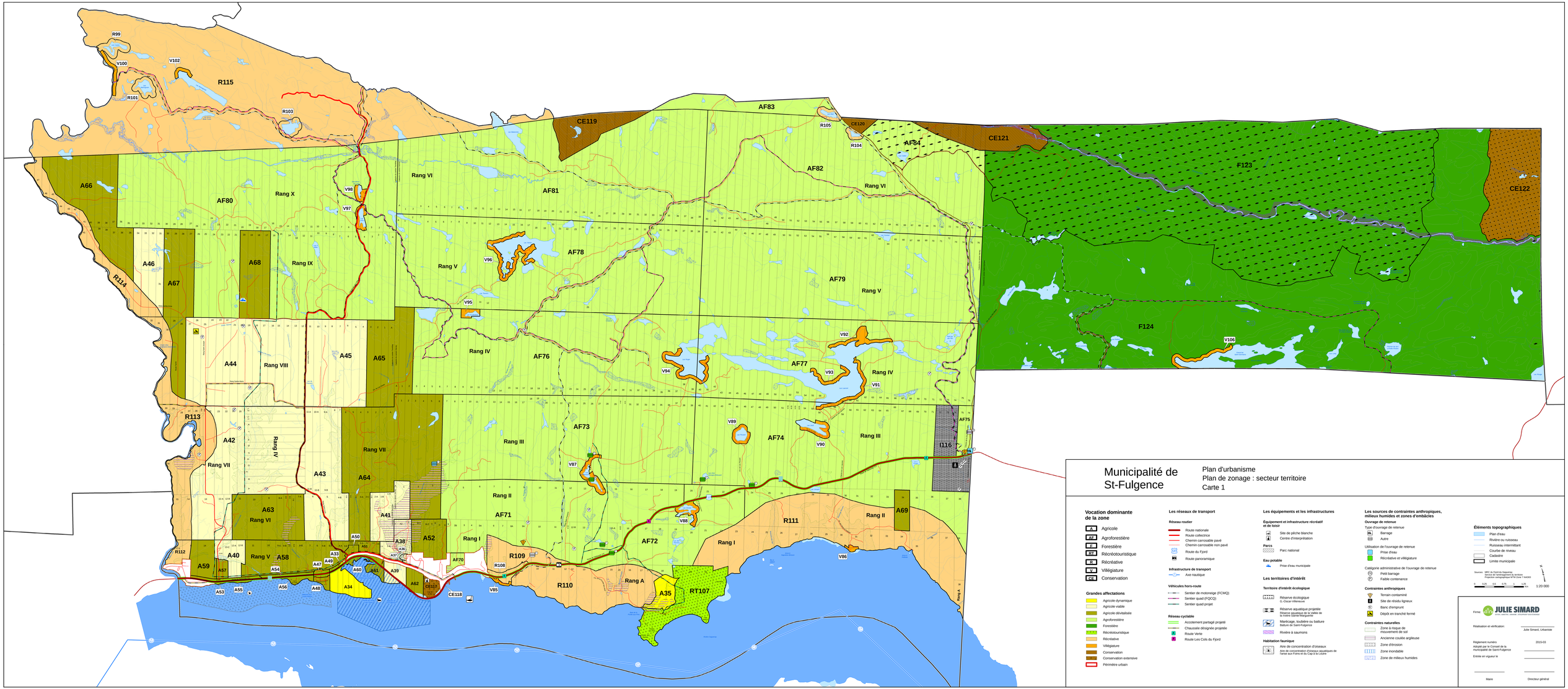
RÉFÉRENCES

- MICHAUD, D.S., BLY, S.H.P. ET KEITH, S.E., 2008. *Using a change in percent highly annoyed with noise as a potential health effect measure for projects under the Canadian Environmental Assessment Act*. Canadian Acoustics, 36(2):13-28.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (MDDEP). 2015. *Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel* (Version du 27 mars 2015). 1 p.
- SANTÉ CANADA. 2010. *Informations utiles lors d'une évaluation environnementale.* 15 p.

ANNEXE

A

PLANS DE ZONAGE ET GRILLES D’USAGES



Municipalité de St-Fulgence
Plan d'urbanisme
Plan de zonage : secteur territoire
Carte 1
Vocation dominante de la zone
A Agricole
AF Agroforestière
F Forestière
RT Récréotouristique
R Récréative
V Villégiature
CE Conservation
Grandes affectations
Agricole dynamique
Agricole viable
Agricole dévitalisée
Agroforestière
Forestière
Récréotouristique
Récréative
Villégiature
Conservation
Conservation extensive
Périmètre urbain
Les réseaux de transport
Réseau routier
Route nationale
Route collectrice
Chemin carrossable pavé
Chemin carrossable non pavé
Route du Fjord
Route panoramique
Infrastructure de transport
Axe nautique
Véhicules hors-route
Sentier de motoneige (FCMQ)
Sentier quad (FQCQ)
Sentier quad projet
Réseau cyclable
Accotement partagé projeté
Chaussée désignée projetée
Route Verte
Route Les Cols du Fjord
Les équipements et les infrastructures
Équipement et infrastructure récréatif et de loisir
Site de pêche blanche
Centre d'interprétation
Parcs
Parc national
Eau potable
Prise d'eau municipale
Les territoires d'intérêt
Territoire d'intérêt écologique
Réserve écologique G. Oscar-Villeneuve
Réserve aquatique projetée Réserve aquatique de la vallée de la rivière Sainte-Marguerite
Marécage, toubière ou batture Batture de Saint-Fulgence
Rivière à saumons
Habitation faunique
Aire de concentration d'oiseaux Aire de concentration d'oiseaux aquatiques de l'anse aux Foins et du Cap à la Loutre
Les sources de contraintes anthropiques, milieux humides et zones d'embâcles
Ouvrage de retenue
Type d'ouvrage de retenue
Barrage
Autre
Utilisation de l'ouvrage de retenue
Prise d'eau
Récréative et villégiature
Catégorie administrative de l'ouvrage de retenue
Petit barrage
Faible contenance
Contraintes anthropiques
Terrain contaminé
Site de résidu ligneux
Banc d'emprunt
Dépôt en tranché fermé
Contraintes naturelles
Zone à risque de mouvement de sol
Ancienne coulée argileuse
Zone d'érosion
Zone inondable
Zone de milieux humides
Éléments topographiques
Plan d'eau
Rivière ou ruisseau
Ruisseau intermittant
Courbe de niveau
Cadastre
Limite municipale
Sources : MRC du Fjord-du-Saguenay Service de l'aménagement du territoire Projection cartographique NTM Zone 7 NAD83
0 0,25 0,5 0,75 1 1,25 Km
1:20 000
N
Firme: JULIE SIMARD
Réalisation et vérification: Julie Simard, Urbaniste
Règlement numéro 2015-03
Adopté par le Conseil de la municipalité de Saint-Fulgence
Entrée en vigueur le
Maire
Directeur général
R99
V100
V102
R115
R101
R103
CE119
AF83
R105
CE120
R104
AF84
CE121
F123
CE122
A66
AF80
Rang X
V98
V97
Rang VI
AF81
AF82
Rang VI
A46
A67
A68
Rang IX
R114
Rang V
V96
AF78
AF79
Rang V
V95
F124
V106
A44
Rang VIII
A45
A65
Rang IV
AF76
V92
AF77
V93
Rang IV
V94
V91
R113
A42
Rang IV
Rang VII
Rang III
AF73
V89
AF74
V90
Rang III
AF75
I116
Rang VII
A43
A64
V87
Rang II
A63
Rang VI
A41
AF71
V88
R111
Rang II
A69
A50
A51
A38
A52
Rang I
AF72
Rang I
R112
A40
Rang V
A58
A33
A49
A37
A36
A59
A57
A54
A47
A60
A61
A39
AF70
R109
R108
V86
A53
A55
A56
A48
A34
A62
CE117
CE118
V85
R110
Rang A
A35
RT107
Rang A

Cahier des spécifications Municipalité de Saint-Fulgence	
NOTE	**Commentaires**
1A	Nonobstant les marges d'implantation prescrites à la grille, les marges particulières ci-dessous s'appliquent lorsque les situations suivantes sont rencontrées : ▪ Lorsque ladite marge est en bordure d'un lac ou d'un cours d'eau, la marge arrière et/ou latérale minimale est de 10 mètres ou de 15 mètres selon la détermination de la rive (voir définition de "Rive" au chapitre 2). ▪ Pour tout terrain situé à l'extérieur du périmètre urbain et en bordure d'une voie routière appartenant au réseau routier supérieur, la marge de recul avant est celle prescrite à la section 18.2. Par ailleurs, l'article 3.13 permet une tolérance en regard de l'implantation non conforme pour les bâtiments appartenant au groupe Habitation (H) selon certaines conditions.
1B	Il ne s'agit pas d'une énumération exhaustive des dispositions particulières à appliquer selon les zones. D'autres dispositions particulières des chapitres 17 à 20 peuvent s'appliquer selon les cas. Une vérification systématique de toutes les conditions particulières applicables à ces chapitres du règlement doit donc être effectuée. À titre d'exemple, voici d'autres dispositions des chapitres 17 à 20 applicables en présence des caractéristiques visées par les normes en cause : ▪ 17.1 Protection des rives et du littoral (applicable pour tout lac et cours d'eau); ▪ 17.2 Dispositions particulières applicables aux quais et abris à bateaux privés (tout lac et cours d'eau); ▪ 17.6 à 17.8 Dispositions relatives aux secteurs à risque de mouvement de sol (vérification en tout lieu); ▪ 18.1 Voies publiques ou privées en bordure d'un lac ou d'un cours d'eau (tout lac et cours d'eau); ▪ 18.3 à 18.10 Sentiers récréatifs, corridor de transport d'énergie, site de déchets, carrière, sablière, etc. ▪ 19.1 Abattage d'arbres et reboisement dans les zones CE, R, RT et V;
2	Les usages de la classe Ci sont autorisés à l'exception des usages suivants : ▪ les usages décrits à l'alinéa 2.
3	**Usage commercial dans le périmètre urbain secondaire** Les usages appartenant aux classes correspondantes dans la grille sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ l'usage est à plus de 60% une activité commerciale d'accomodation par comparaison à des activités et produits majoritairement (60% ou plus) spécialisés ne pouvant être considérés de première nécessité. ▪ peuvent être considérés de première nécessité les produits et services suivants : aliments et boissons, produits de pharmacie, essence, équipements de dépannage associés aux petits véhicules non industriels (automobile, véhicules de loisirs, appareils de loisir ou équipements de sport), outils et équipements de réparation, articles de chasse et de pêche, matériel divers domestique ou de maison pour le dépannage, matériel ou aliments pour animaux, tout autre produit de nature semblable.

4	**<u>Zones prioritaires d'aménagement et zones de réserve</u>** Les zones CH11, H 20, H21, H22, H23 et H24 sont des zones prioritaires d'aménagement tandis que les zones CE25, CE26 et CE27 sont des zones de réserves. Les dispositions suivantes s'appliquent pour ces zones : ▪ une zone de réserve peut accéder à son développement dès qu'une zone prioritaire d'aménagement ou, le cas échéant, une zone de réserve entamée, aura atteint au moins 50 % de son développement. ▪ pour entamer le développement d'une zone de réserve, un changement de zonage approuvé par la MRC est nécessaire. Il peut être considéré dans l'atteinte du taux de développement, les contraintes suivantes au développement ou à l'utilisation de la zone : ▪ la présence de contraintes naturelles (mouvement de sol, érosion, plaine inondable); ▪ la topographie du tu territoire empêche sont utilisation; ▪ le secteur fait l'objet d'une spéculation outrancière; ▪ le coût de construction des infrastructures impose un fardeau fiscal sérieux pour la municipalité.
5	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Agricole dynamique</u>** Les usages résidentiels sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ l'habitation est une résidence unifamiliale isolée ou une habitation bigénérationnelle; ▪ l'habitation est associée à une exploitation agricole; ▪ l'habitation est située en bordure d'un chemin public existant et entretenu à l'année; ▪ une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ) a été obtenue.
6	**<u>Usage industriel dans l'affectation Agricole dynamique</u>** Sont spécifiquement autorisées, les activités d'entreposage, de conditionnement, de transformation et de vente de produits agricoles lorsqu'elles sont effectuées sur sa ferme par un producteur, à l'égard des produits agricoles qui proviennent de son exploitation ou accessoirement de celles des autres producteurs. Les usages permis sont conditionnels à l'obtention d'une autorisation par la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ).
7	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Agricole viable ou dévitalisée</u>** Les usages résidentiels sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ dans les zones A 36 à 46, l'habitation est une habitation unifmailiale isolée ou bigénérationnelle ; ▪ dans les zones A 47 à 69, l'habitation de classe Ha ou Hb est une résidence unifamiliale isolée, une habitation bigénérationnelle ou une habitation bifamiliale isolée; ▪ l'habitation de classe Ha ou Hb est située en bordure d'un chemin public existant et entretenu à l'année; ▪ pour toute classe d'usage Ha ou Hb permis à la grille, une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ) a été obtenue.

8	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Agricole viable</u>** Les usages suivants sont spécifiquement autorisés à la condition d'avoir préalablement obtenu une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ): ▪ les usages spécifiquements permis énumérées à la note 6 (N6) ; ▪ les usages industriels reliés à la première et deuxième transformation de produits agricoles; ▪ les activités ou accueils agrotouristiques, tels les gîtes touristiques, les fermes équestres, les visites à la ferme, la vente de produits agricoles et/ou agroalimentaires
9	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Agricole dévitalisée</u>** Les usages suivants sont spécifiquement autorisés à la condition d'avoir préalablement obtenu une autorisation de la Commission de la protection des terres agricoles du Québec (CPTAQ): ▪ les usages spécifiquements permis énumérées aux notes 6 et 8 (N6 / N8); ▪ la villégiature; ▪ les fermettes sur des superficies suffisantes pour y pratiquer l'agriculture ou l'élevage; ▪ les économusés et autrs de nature semblable; ▪ les établissements de camping, bases de plein air et camp de vacances.
10	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages appartenant aux classes correspondantes dans la grille sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ dans la classe d'usage Hb, seules les habitations bifamiliales isolées sont autorisées; ▪ l'habitation de classe Ha ou Hb est située en bordure d'un chemin entretenu à l'année; ▪ pour toute demande relative à une habitation de classe Hh en zone AF, les conditions édictées aux alinéas 2 à 5 de l'article 19.2.3 ainsi que celle édictées à l'article 19.2.4 s'appliquent en faisant les adaptations nécessaires;
11	**<u>Usage agricole dans l'affectation Agroforestière ou Récréative</u>** Les usages agricoles comme usage principal sont sujets à l'application des dispositions du chapitre 20.

12	**<u>Usages du groupe I spécifiquement permis dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages industriels de 1ère et 2ième transformation sont autorisés à la condition d'être liés à l'exploitation des ressources naturelles. Sans être limitatif, sont de ce type les usages suivants : ▪ industrie liée à l'eau tel que l'embouteillage; ▪ industrie liée à la transformation des petits fruits, herbes, champignons (congélation, ensachage, etc.); ▪ industrie liée à la tourbe ou autre minerai ou à l'agriculture; ▪ industrie liée au bois (usine de sciage, rabotage, etc.). Les usages de 3ième transformation sont interdits. Nonobstant ce qui précède, les usages industriels non liés à l'exploitation des ressources naturelles sont autorisés à la condition de faire partie de l'un ou l'autre des groupes suivants : ▪ l'entreposage; ▪ la fabrication d'aliments; ▪ la fabrication et la réparation de matériel, pièces et équipements industriels de transport, de machinerie industrielle fixe ou mobile ou de tout autre type d'équipements de même nature. Dans tous les cas, l'entreposage extérieur d'un usage industriel autorisé est permis aux conditions suivantes : ▪ l'entreposage de type A est prohibé; ▪ les normes d'aménagement à la section 10.4 ainsi que les dispositions de l'article 10.4.3 s'appliquent sauf pour la localisation de l'aire d'entreposage, laquelle ne doit être localisée que dans la cour arrière. L'entreposage est interdit dans les cours latérales. De plus, les dispositions relatives à la Route 172, s'appliquent pour toutes les catégories de voies routières autres qu'une voie d'accès (collectrice, route locale, chemin carrossable pavé ou non pavé) sauf pour les chemins forestiers, s'il y a lieu.
13	**<u>Usages spécifiquement interdits dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages suivants sont spécifiquement interdits : ▪ dans la classe d'usages AF, les usages décrits à l'alinéa 9 (chenils, fourrières et élevages de chiens).
14	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Récréotouristique</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ les commerces et les services associés aux activités ou aux usages récréotouristiques; ▪ les services publics tels que les équipements culturels et les parcs; ▪ les usages de la classe Rb à la condition d'être liés à une activité ou un usage récréotouristique.
15	**<u>Usages spécifiquement interdits dans l'affectation Récréotouristique</u>** Les usages suivants sont spécifiquement interdits : ▪ dans la classe d'usages Rb, les usages décrits aux alinéas 10. à 13.

16	**<u>Usage résidentiel dans l'affectation Récréative</u>** Les usages résidentiels sont autorisés aux conditions suivantes : ▪ une autorisation de la CPTAQ a été obtenue dans le cas où l'emplacement se trouve en zone agricole permanente; ▪ pour toute habitation appartenant à la classe d'usage Ha ou Hb, l'habitation doit être située en bordure d'un chemin public existant et entretenu à l'année; ▪ pour toute demande relative à une habitation de classe Hh en zone R, les conditions édictées aux alinéas 2 à 5 de l'article 19.2.3 ainsi que celle édictées à l'article 19.2.4 s'appliquent en faisant les adaptations nécessaires; ▪ les demandes concernant un usage appartenant à la classe Hh sont assujettis au dépôt d'un Plan d'aménagement d'ensemble (PAE) lorsque le projet comporte 3 résidences de villégiature ou plus.
17	**<u>Usage récréotouristique dans l'affectation Récréative</u>** Afin d'être autorisés, les projets récréotouristiques doivent répondre aux conditions suivantes : ▪ une autorisation de la CPTAQ a été obtenue dans le cas où l'emplacement se trouve en zone agricole permanente; ▪ les projets sont assujettis au dépôt d'un Plan d'aménagement d'ensemble (PAE).
18	**<u>Usages spécifiquement interdits dans l'affectation Récréative</u>** Les usages suivants sont spécifiquement interdits : ▪ dans la classe d'usages AF, les usages décrits à l'alinéa 9 (chenils, fourrières et élevages de chiens); ▪ dans la classe d'usages Rb, les usages décrits aux alinéas 10. à 13.
19	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Industrielle</u>** Les usages appartenant au groupe I autorisés à la grille doivent correspondre à l'une ou l'autre des catégorie d'activités suivante : ▪ il s'agit d'une industrie de transformation du bois et de ses produits dérivés; ▪ l'industrie émane de l'activité extractive (transformation, transbordement, entreposage, conditionnement); ▪ il s'agit d'une industrie liée au transport ou à l'entreposage; ▪ l'industrie est vouée à la recherche et au développement associés aux produits forestiers.

20	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Conservation</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ tous les usages prévu par le gouvernement du Québec à l'égard du Parc national des Monts-Valin.
21	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Conservation extensive</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ en plus des usages de récréation extensive, les sentiers équestres, les postes de relais, centres d'interprétation et autres de nature semblable; ▪ l'exploitation des ressources naturelles en respect de la préservation des paysages et de l'écologie; ▪ les équipements ou les constructions favorisant la mise en valeur du territoire à des fins d'écotourisme et de tourisme d'aventure.
22	**<u>Usages industriels autorisés dans l'affectation forestière</u>** Seuls les usages industriels de 1ère et 2ième transformation sont autorisés à la condition d'être liés à l'exploitation des ressources naturelles. Sans être limitatif, sont de ce type les usages suivants : ▪ industrie liée à l'eau tel que l'embouteillage; ▪ industrie liée à la transformation des petits fruits, herbes, champignons, etc. (congélation, ensachage, ...); ▪ industrie liée à la tourbe ou autre mineraie ou à l'agriculture; ▪ industrie liée au bois (usine de sciage, rabotage, etc.). Les usages de 3ième transformation sont interdits. Dans tous les cas, l'entreposage extérieur d'un usage industriel autorisé est permis aux conditions suivantes : ▪ l'entreposage de type A est prohibé; ▪ les normes d'aménagement à la section 10.4 ainsi que les dispositions de l'article 10.4.3 s'appliquent. De plus, les dispositions relatives à la Route 170, s'appliquent pour toutes les catégories de voies routières autres qu'une voie d'accès (route collectrice, route locale, chemin carrossable pavé ou non pavé) sauf pour les chemins forestiers, s'il y a lieu.
23	**<u>Usages spécifiquement permis dans l'affectation Forestière</u>** Les usages suivants sont spécifiquement permis : ▪ les usages ou activités récréotouristiques incluant l'hébergement commercial et la restauration à la conditon d'être assujetti à un Plan d'aménagement d'ensemble (PAE); ▪ les télécommunications.

24	**<u>Usages résidentiels dans l'affectation urbaine secondaire</u>** ▪ Seule l'habitation bifamiliale isolée est autorisée dans la classe d'usage Hb.
25	**<u>Usages de la classe Ia (industrie artisanale) dans l'affectation Agroforestière</u>** ▪ les usages autorisés de la classe Ia sont ceux édictés au règlement sur les usages conditionnels selon les normes et conditions qui y sont prescrites.
26	**<u>Usages et conditions dans les zones de réserve du périmètre urbain principal</u>** Seuls les usages suivants des classes correspondantes sont autorisés : ▪ la culture des sols; ▪ la sylviculture. À noter que les zones CE25, CE26 et CE27 sont des zones de réserve soumises à des règles de développement qui doivent être respectées conformément à la note 4.
27	**<u>Usages Rb autorisés dans l'affectation Agroforestière</u>** Les usages de la classe Rb sont autorisés à la condition d'être reliés à des activités ou usages récréotouristiques.

CAHIER DES SPÉCIFICATIONS MUNICIPALITÉ DE SAINT-FULGENCE									
GROUPE ET CLASSE	**Numéro de zone / Affectation dominante**	**105 R**	**106 V**	**107 RT**	**108 R**	**109 R**	**110 R**	**111 R**	**112 R**
HABITATION	Ha: Habitation unifamiliale isolée	**N16**			**N16**	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**
	Hb: Habitation unifamiliale jumelée et bifamiliale isolée	**N16**			**N16**	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**
	Hc: Habitation de trois à six logements maximum								
	Hd: Habitation de plus de six logements								
	He: Habitation dans un bâtiment à usages multiples								
	Hf: Habitation communautaire								
	Hg: Maison mobile et unimodulaire								
	Hh: Résidence de villégiature	**N16**	●	●	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**	**N16**
COMMERCE DE DÉTAIL	Ca: Commerce et service associé à l'habitation								
	Cb: Vente au détail- produits divers								
	Cc: Vente au détail - produits de l'alimentation								
	Cd: Vente au détail - automobile et embarcation								
	Ce: Poste d'essence								
	Cf: Commerce de détail à contraintes								
	Cg: Restauration								
	Ch: Hébergement								
	Ci: Bar et boîte de nuit								
SERVICE	Sa: Service professionnel et d'affaires								
	Sb: Service domestique et de réparation								
	Sc: Service public et institutionnel								
	Sd: Service communautaire local								
	Se: Service communautaire régional								
INDUSTRIE ET COMMERCE DE GROS	Ia: Industrie manufacturière artisanale								
	Ib: Commerce de gros et industrie à faible incidence								
	Ic: Industrie d'incidence moyenne								
	Id: Commerce de gros et industrie à forte incidence								
	Ie: Équipement d'utilité publique et de transport								
RÉCRÉATION	Ra: Récréation urbaine								
	Rb: Récréation à déploiement			**N14**	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**
	Rc: Récréation et hébergement touristique	**N17**		●	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**	**N17**
	Rd: Récréation extensive	●	●	●	●	●	●	●	●
CONSERVATION	CE: Conservation	●	●	●	●	●	●	●	●
EXPLOITATION PRIMAIRE	A: Agriculture				**N11**	**N11**	**N11**	**N11**	**N11**
	AF: Agroforesterie et foresterie				●	●	●	●	●
	AE: Activité extractive								
	P: Pêcherie								
USAGES SPÉCIFIQUEMENT PERMIS				**N14**					
USAGES SPÉCIFIQUEMENT INTERDITS				**N15**	**N18**	**N18**	**N18**	**N18**	**N18**
NORMES D'IMPLANTATION **Note 1A**	Hauteur maximale (en mètres)	5,00	5,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
	Hauteur minimale (en mètres)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Marge de recul avant (en mètres)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
	Marge de recul latérale (en mètres)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Somme des marges latérales (en mètres)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	Marge de recul arrière (en mètres)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
	Coefficient d'occupation du sol (C.O.S.)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
NORMES SPÉCIALES	Écran-tampon (sections 14.6, 19.4 et 19.6)			●	●	●	●	●	●
	Type d'entreposage A, B, C ou D (article 10.5)								
DISPOSITIONS PARTICULIÈRES (chapitres 18 à 20 et autres articles) **Note 1B**	Route nationale 172 (8.4.3, 8.4.4, 10.4.3, 12.7.2, 14.2.6, 18.2)				●	●	●		
	Routes du réseau routier supérieur (14.2.6, 18.2)				●	●	●		
	Plaines inondables (17.3 à 17.5)								
	Zones à risque de mouvement de sol (17.7)								
	Ouvrages collectifs de captage d'eau (section 18.11)								
	Zones de villégiature (section 19.2)	●	●						
	Intérêt culturel, esthétique et route panoramique (19.5 19.6)			●	●	●	●	●	●
	Site d'intérêt écologique (19.7)								
	Cohabitation des usages en zone agricole (chap. 20)			●			●		●
Usages conditionnels, PAE et PIIA	Usages conditionnels			●					
	PAE et/ou PIIA				**PAE**	**PAE**	**PAE**	**PAE**	**PAE**

Ville de Saguenay

TITRE DU PROJET:

Règlement de zonage VS-R-2012-3

TITRE DU DESSIN:

Plan de zonage

Arrondissement de La Baie
secteur La Baie

DATE:

Édition du 11 août 2016

LÉGENDE

2220 Numéro de zone

Limite approximative des terrains

Limite de zone

Limite de l'ex-municipalité

NOM DU FICHIER : $FILE$
DATE : $DATE$

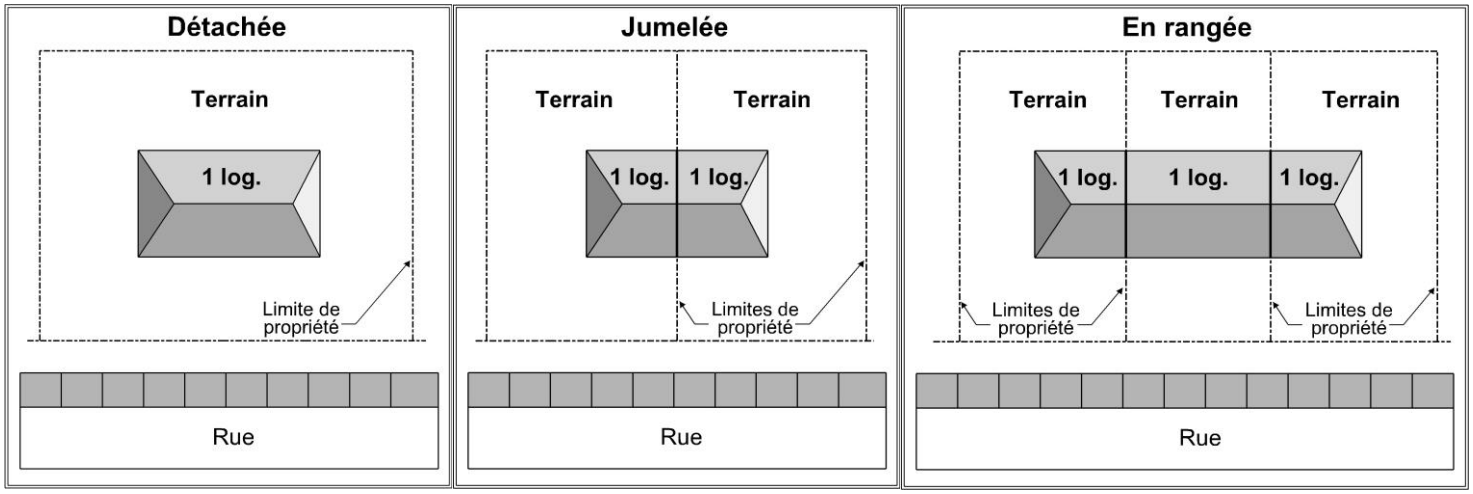
zonage par secteur.dgn 2016-08-19 08:37:43

18 *Fiche technique* Grille et classe d'usage

Le présent document définit l'ensemble des classes d'usage et spécifications de la grille des usages et des normes.

Classe d'usage	Code d'usage (H)	Nombre de logements
Unifamiliale	H1	Un (1)
Bifamiliale	H2	Deux (2)
Trifamiliale	H3	Trois (3)
Multifamiliale (catégorie A)	H4	Quatre (4)
Multifamiliale (catégorie B)	H5	Cinq à huit (5 à 8)
Multifamiliale (catégorie C)	H6	Neuf (9) et plus
Maison mobile	H7	Un (1)
Habitation collective (supervisée ou non)	H8	Moins de cinq (5) (chambres individuelles ou logements)
Habitation rurale	H9	Un à deux (1 à 2)
Habitation de villégiature	H10	Un (1)
Habitation saisonnière	H11	Un (1)

Type de structure de bâtiment



MISE EN GARDE
Le présent document est un instrument d'information. Son contenu ne constitue aucunement une liste exhaustive des règles prévues aux règlements d'urbanisme. Il demeure de la responsabilité du requérant de se référer aux règlements d'urbanisme ainsi qu'à toute autre norme applicable, le cas échéant.
Visitez notre site Internet ville.saguenay.ca

Exemple d'une grille des usages et des normes

1 - CLASSES D'USAGES PERMISES	#Dispositions	Code d'usages					
Unifamiliale.		H1					
Unifamiliale.			H1				
Bifamiliale.				H2			
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.					p1a		
2 - USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**#Dispositions**						
3 - USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU	**#Dispositions**						
4 - STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Détachée (Isolée)			*	*			
Jumelée		*					
5 - NORMES DE LOTISSEMENT							
5-1 - TERRAIN							
Largeur (mètre)	min.	12	18	18			
Profondeur (mètre)	min.	30	30	30			
Superficie (mètre carré)	min.	360	540	540			
6 - NORMES DE ZONAGE							
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Avant (mètre)	min.	6	6	6			
Latérale 1 (mètre)	min.	4	2	2			
Latérale 2 (mètre)	min.	4	4	4			
Laterale sur rue (mètre)	min.	5	5	5			
Arrière (mètre)	min.	8	8	8			
Arrière sur rue (mètre)	min.	8	8	8			
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Hauteur (étage)	min/max	1/2	1/2	1/2			
Largeur (mètre)	min.	6	6	6			
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.	36	36	48			
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL							
Rapport planchers/terrain (RPT)	max. (%)						
Rapport espace bati/terrain (RBT)	max. (%)						
7 - AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES							
8 - ARTICLES APPLICABLES							
9 - NORMES SPÉCIFIQUES	**#Dispositions**						
Il ne doit jamais y avoir plus de 3 mètres de différence de hauteur totale de bâtiment entre les bâtiments latéraux voisins et le nouveau bâtiment construit rénové ou agrandi.							
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.							
Zone incluse dans le périmètre urbain.							
10 - DISPOSITIONS PARTICULIÈRES							
11 - NOTES (articles)							
12 - AVIS DE MOTION							
13 - AMENDEMENTS							

Exemple d'analyse :

1- Classe d'usage : Unifamiliale (H1)

4- Structure du bâtiment : Détachée

5- Lotissement : dimension et superficie du terrain

- Largeur : 18 mètres min.
- Profondeur : 30 mètres min.
- Superficie : 540 mètres carrés

6-1 Zonage : marges applicables au bâtiment principal

- Avant : 6 mètres
- Latérale 1 : 2 mètres
- Latérale 2 : 4 mètres
- Latérale sur rue : 5 mètres
- Arrière : 8 mètres
- Arrière sur rue : 8 mètres

6-2 Zonage : dimensions du bâtiment principal

- Hauteur : 1 étage min. ou 2 étages max.
- Largeur : 6 mètres min.
- Superficie au sol : 36 mètres carrés min.

9- Normes spécifiques (à cette zone) :

- Il ne doit jamais y avoir plus de 3 mètres de différence avec les bâtiments latéraux voisins et le nouveau bâtiment construit, rénové ou agrandi.
- Hauteur maximale pour le bâtiment principal de 9,5 mètres.
- Zone incluse dans le périmètre urbain.

MISE EN GARDE
Le présent document est un instrument d'information. Son contenu ne constitue aucunement une liste exhaustive des règles prévues aux règlements d'urbanisme. Il demeure de la responsabilité du requérant de se référer aux règlements d'urbanisme ainsi qu'à toute autre norme applicable, le cas échéant.
Visitez notre site Internet ville.saguenay.ca

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2018-06-19
à 15:34:49

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 2222
Grille des usages et des normes

A -118-2222

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Élevages en réclusion.					A3																			
Habitation rurale.	483, 208, 480					H09																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.							p1a																	

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
Centre équestre								★																
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)						★																		
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.					10																		
Latérale 1 (mètre)	min.					3																		
Latérale 2 (mètre)	min.					5																		
Latérale sur rue (mètre)	min.					10																		
Arrière (mètre)	min.					10																		
Arrière sur rue (mètre)	min.					10																		
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.					1/2																		
Largeur (mètre)	min.					8																		
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.					64																		
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								

Zone agricole permanente:
Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.

8- ARTICLES APPLICABLES																								
Article 51 du chapitre 3 du règlement de lotissement						X																		
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage		BB																						

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Zone affectée en partie ou en totalité par une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
208	Il est permis de construire une habitation rurale sur un terrain ayant frontage à un chemin public, lorsqu'une décision de la CPTAQ antérieure au 7 octobre 2004, autorisait cet usage et, à la condition que la construction projetée respecte toutes les dispositions réglementaires applicables.
480	La construction d'habitation rurale est autorisée en vertu des droits acquis reconnus dans la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles.
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.
X	Dispositions relatives aux dimensions minimales des terrains.

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

Numéro de règlement	Numéro de dossier	Entrée en vigueur
VS-RU-2013-3	ARS-102	2013-02-09

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2016-11-25
à 15:16:00

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 2236
Grille des usages et des normes

A -117-2236

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Élevages en réclusion.					A3																			
Habitation rurale.	208, 480					H09																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.							p1a																	

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
Centre équestre								★																
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)						★																		
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.					10																		
Latérale 1 (mètre)	min.					3																		
Latérale 2 (mètre)	min.					5																		
Latérale sur rue (mètre)	min.					10																		
Arrière (mètre)	min.					10																		
Arrière sur rue (mètre)	min.					10																		
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.					1/2																		
Largeur (mètre)	min.					8																		
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.					64																		
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
Zone agricole permanente: Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																					
Article 49 du chapitre 3 du règlement de lotissement						V																		

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Les normes relatives aux zones de contraintes de glissements de terrain du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone de contraintes relatives aux glissements de terrain: zone affectée en partie ou en totalité par une zone de protection pour un talus de type N1, N2, NA1, NA2, NS1, NS2, NH ou RA1, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
208	Il est permis de construire une habitation rurale sur un terrain ayant frontage à un chemin public, lorsqu'une décision de la CPTAQ antérieure au 7 octobre 2004, autorisait cet usage et, à la condition que la construction projetée respecte toutes les dispositions réglementaires applicables.
480	La construction d'habitation rurale est autorisée en vertu des droits acquis reconnus dans la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles.
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2016-11-25
à 15:16:02

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 2239
Grille des usages et des normes

A -117-2239

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Habitation rurale.					H09																			
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.						p1a																		

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
Centre équestre							★																	
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)					★																			
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.				10																			
Latérale 1 (mètre)	min.				3																			
Latérale 2 (mètre)	min.				5																			
Latérale sur rue (mètre)	min.				10																			
Arrière (mètre)	min.				10																			
Arrière sur rue (mètre)	min.				10																			
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.				1/2																			
Largeur (mètre)	min.				8																			
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.				64																			
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
Zone agricole permanente: Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								
Article 1066 du chapitre 9 du règlement de zonage					E																			
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																					
Article 49 du chapitre 3 du règlement de lotissement					V																			

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Les normes relatives aux zones de contraintes de glissements de terrain du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone de contraintes relatives aux glissements de terrain: zone affectée en partie ou en totalité par une zone de protection pour un talus de type N1, N2, NA1, NA2, NS1, NS2, NH ou RA1, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2018-06-19
à 15:34:55

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 2270
Grille des usages et des normes

A -120-2270

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Élevages en réclusion.					A3																			
Habitation rurale.	480, 208					H09																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.							p1a																	

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
Centre équestre								★																
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)						★																		
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.					10																		
Latérale 1 (mètre)	min.					3																		
Latérale 2 (mètre)	min.					5																		
Latérale sur rue (mètre)	min.					10																		
Arrière (mètre)	min.					10																		
Arrière sur rue (mètre)	min.					10																		
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.					1/2																		
Largeur (mètre)	min.					8																		
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.					64																		
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								

Zone agricole permanente:
Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.

8- ARTICLES APPLICABLES																								
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage		BB																						
Article 49 du chapitre 3 du règlement de lotissement					V																			

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone affectée en partie ou en totalité par une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
208	Il est permis de construire une habitation rurale sur un terrain ayant frontage à un chemin public, lorsqu'une décision de la CPTAQ antérieure au 7 octobre 2004, autorisait cet usage et, à la condition que la construction projetée respecte toutes les dispositions réglementaires applicables.
480	La construction d'habitation rurale est autorisée en vertu des droits acquis reconnus dans la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles.
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.
V	Dispositions relatives aux dimensions minimales des terrains.

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2018-06-19
à 15:35:35

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 6398
Grille des usages et des normes

F -121-6398

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																					
Agricole - cultures et foresterie.	500		A1																				
Élevages.				A2																			
Habitation rurale.	483, 620				H09																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.						p1a																	

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																						
Centre équestre							★																
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																							
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
Détachée (isolée)					★																		
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																							
5-1 - TERRAIN																							
6- NORMES DE ZONAGE																							
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
Avant (mètre)	min.				10																		
Latérale 1 (mètre)	min.				3																		
Latérale 2 (mètre)	min.				5																		
Latérale sur rue (mètre)	min.				10																		
Arrière (mètre)	min.				10																		
Arrière sur rue (mètre)	min.				10																		
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
Hauteur (étage)	min./max.				1/2																		
Largeur (mètre)	min.				8																		
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.				64																		
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																							
8- ARTICLES APPLICABLES																							
Article 51 du chapitre 3 du règlement de lotissement					X																		
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																				

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Zone affectée en partie ou en totalité par une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.
500	Concernant l'activité de foresterie, l'implantation de bâtiments et d'équipements est permise dans la mesure où ils sont liés aux activités forestières sur le site.
620	La construction d'une habitation rurale est autorisée sur un emplacement de 10 hectares et plus en conformité aux exigences prescrites à l'article 1066.1 du chapitre 9.

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.
X	Dispositions relatives aux dimensions minimales des terrains.

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS		
Numéro de règlement	**Numéro de dossier**	**Entrée en vigueur**
VS-RU-2013-3	ARS-102	2013-02-09

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2018-06-19
à 15:35:36

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 6404
Grille des usages et des normes

F -121-6404

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																					
Agricole - cultures et foresterie.	500		A1																				
Élevages.				A2																			
Habitation rurale.	483, 620				H09																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.						p1a																	

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																						
Camping sauvage et pique-nique		7492					★																
Centre d'interprétation de la nature		7516					★																
Activités connexes à la pêche en eau douce		8492					★																
Centre équestre								★															
Ski de fond hors piste								★															
Raquettes								★															
Randonnée pédestre								★															
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																							
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
Détachée (isolée)					★																		
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																							
5-1 - TERRAIN																							
6- NORMES DE ZONAGE																							
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
Avant (mètre)	min.				10																		
Latérale 1 (mètre)	min.				3																		
Latérale 2 (mètre)	min.				5																		
Latérale sur rue (mètre)	min.				10																		
Arrière (mètre)	min.				10																		
Arrière sur rue (mètre)	min.				10																		
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
Hauteur (étage)	min./max.				1/2																		
Largeur (mètre)	min.				8																		
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.				64																		
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																							
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																							
8- ARTICLES APPLICABLES																							
Article 51 du chapitre 3 du règlement de lotissement					X																		
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																				

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone affectée en partie ou en totalité par une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.
500	Concernant l'activité de foresterie, l'implantation de bâtiments et d'équipements est permise dans la mesure où ils sont liés aux activités forestières sur le site.
512	La construction d'un bâtiment d'accueil est autorisée et sa hauteur ne doit pas excéder 8 mètres.
513	La construction d'un bâtiment accessoire d'une superficie maximale de 30 mètres carrés et d'une hauteur maximale de 5,5 mètres est autorisée.
514	Les matériaux autorisés comme revêtement extérieur des bâtiments sont le bois et la pierre.
515	Les matériaux autorisés comme revêtements de toiture des bâtiments sont le bardeau de cèdre, le bardeau d'asphalte et la tôle peinte de couleur terre.
516	Les toits plats sont interdits.
517	Les espaces de stationnements doivent être aménagés dans des endroits dont la végétation est moins abondante en respect de la topographie naturelle du site.
620	La construction d'une habitation rurale est autorisée sur un emplacement de 10 hectares et plus en conformité aux exigences prescrites à l'article 1066.1 du chapitre 9.

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.
X	Dispositions relatives aux dimensions minimales des terrains.

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

Numéro de règlement	Numéro de dossier	Entrée en vigueur
VS-RU-2013-3	ARS-102	2013-02-09

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2018-06-19
à 15:35:38

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 6406
Grille des usages et des normes

F -121-6406

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.	500		A1																					
Élevages.				A2																				
Habitation rurale.	483, 620				H09																			
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.						p1a																		

2- USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
Camping sauvage et pique-nique		7492					★																	
Centre équestre								★																
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)					★		★																	
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.				10																			
Latérale 1 (mètre)	min.				3																			
Latérale 2 (mètre)	min.				5																			
Latérale sur rue (mètre)	min.				10																			
Arrière (mètre)	min.				10																			
Arrière sur rue (mètre)	min.				10																			
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.				1/2																			
Largeur (mètre)	min.				8																			
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.				64																			
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
Site du patrimoine: Zone affectée en partie ou en totalité par un règlement municipal de constitution d'un site du patrimoine. Vérifiez la cartographie.																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								
Article 51 du chapitre 3 du règlement de lotissement					X																			
Article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																					

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
La hauteur totale maximale à respecter pour le bâtiment principal est de 9,5 mètres.	483
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone affectée en partie ou en totalité par une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
483	La hauteur est applicable seulement pour les habitations rurales.
500	Concernant l'activité de foresterie, l'implantation de bâtiments et d'équipements est permise dans la mesure où ils sont liés aux activités forestières sur le site.
620	La construction d'une habitation rurale est autorisée sur un emplacement de 10 hectares et plus en conformité aux exigences prescrites à l'article 1066.1 du chapitre 9.

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.
X	Dispositions relatives aux dimensions minimales des terrains.

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

Numéro de règlement	Numéro de dossier	Entrée en vigueur
VS-RU-2013-3	ARS-102	2013-02-09
VS-RU-2012-41	ARS-10	2012-06-26
CA-31	CA-31	2016-06-16

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 71774
Grille des usages et des normes

I -119-71774

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Élevages en réclusion.					A3																			
Industrie différée						ID																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.							p1a																	
2-USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6 - NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
Zone agricole permanente: Zone affectée en partie ou en totalité par la zone agricole permanente désignée. L'application est déterminée en vertu de la loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles. Vérifiez la cartographie.																								
PAE critères particuliers (A14)																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								
article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage			BB																					

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Les normes relatives aux zones de contraintes de glissements de terrain du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone de contraintes relatives aux glissements de terrain: zone affectée en partie ou en totalité par une zone de protection pour un talus de type N1, N2, NA1, NA2, NS1, NS2, NH ou RA1, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	
10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES	

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 71778
Grille des usages et des normes

I -119-71778

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages
Agricole - cultures et foresterie.		A1
Élevages.		A2
Élevages en réclusion.		A3
Industrie différée		ID
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.		p1a

2-USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	# Dispositions

3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU	

4- STRUCTURES DU BÂTIMENT PRINCIPAL

5 - NORMES DE LOTISSEMENT

5-1 - TERRAIN

6 - NORMES DE ZONAGE

6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL

6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL	
Hauteur (étage)	min./max.
Largeur (mètre)	min.
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.

6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL

7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES

PAE critères particuliers (A14)

8- ARTICLES APPLICABLES	
article 1083 à 1085 du chapitre 9 du règlement de zonage	BB

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
Les mesures de protection en bordure d'un cours d'eau du chapitre 14 du règlement de zonage s'appliquent.	
Zone affectée en partie ou en totalité par une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

11- NOTES (ARTICLES)

Code	Description
BB	Les coupes forestières doivent être réalisées en conformité à celles prescrites au plan de gestion forestière.

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

Ville de Saguenay
LE SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'URBANISME
Division permis, programmes et inspections
permis@ville.saguenay.qc.ca

Généré le 2018-06-19
à 15:42:41

Règlement de zonage VS-R-2012-3 Zone 71779
Grille des usages et des normes

P -119-71779

1- CLASSES D'USAGES PERMISES	# Dispositions	Code d'usages																						
Agricole - cultures et foresterie.			A1																					
Élevages.				A2																				
Industries légères.	699, 700				I2																			
Industries lourdes.	699, 700					I3																		
Parcs, terrains de jeux et espaces naturels.							p1a																	
Production des services publics et les activités connexes.	699, 700							p3b																
2-USAGE SPÉCIFIQUEMENT AUTORISÉ	**# Dispositions**																							
3-USAGE SPÉCIFIQUEMENT EXCLU																								
4- STRUCTURE DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Détachée (isolée)					★	★		★																
5 - NORMES DE LOTISSEMENT																								
5-1 - TERRAIN																								
6- NORMES DE ZONAGE																								
6-1 - MARGES DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Avant (mètre)	min.				25	25		25																
Latérale 1 (mètre)	min.				15	15		15																
Latérale 2 (mètre)	min.				15	15		15																
Latérale sur rue (mètre)	min.				25	25		25																
Arrière (mètre)	min.				20	20		20																
Arrière sur rue (mètre)	min.				20	20		20																
6-2 - DIMENSIONS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
Hauteur (étage)	min./max.																							
Largeur (mètre)	min.																							
Superficie d'implantation au sol (mètre carré)	min.																							
6-3 - RAPPORTS DU BÂTIMENT PRINCIPAL																								
7- AUTRES RÈGLEMENTS APPLICABLES																								
8- ARTICLES APPLICABLES																								

9- NORMES SPÉCIFIQUES	# Dispositions
Zone affectée en partie ou en totalité par une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain, tel que prescrit au chapitre 14 du règlement de zonage. Vérifiez la cartographie.	

10- DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

# Dispositions	Description
699	Superficie minimale de terrain de 50 hectares.
700	Industrie à grand gabarit et ayant besoin de se localiser à proximité immédiate des installations portuaires.

11- NOTES (ARTICLES)

12- AVIS DE MOTION

13- AMENDEMENTS

Numéro de règlement	Numéro de dossier	Entrée en vigueur
VS-RU-2015-37	ARS-498	2015-05-14

ANNEXE

B

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	706Q001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (octobre 29)

Données quotidiennes (octobre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (octobre 2016)

◉ CSV ○ XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent | 2016 | octobre | 29 | Allez | Jour suivant →

Rapport de données horaires pour le 29 octobre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	1,9	0,0	87	10	4		100,18			ND
01:00	1,7	0,0	88	10	5		100,11			ND
02:00	2,1	-0,2	85	11	4		100,06			ND
03:00	1,8	-0,3	86	11	6		99,95			ND
04:00	2,1	-0,1	85	8	4		99,92			ND
05:00	2,2	0,2	87	8	5		99,88			ND
06:00	2,2	0,4	88	7	3		99,80			ND
07:00	1,9	0,4	90	10	5		99,78			ND
08:00	2,5	0,7	88	8	4		99,69			ND
09:00	3,5	1,0	83	5	5		99,60			ND
10:00	5,2	1,1	75	12	14		99,48			ND
11:00	5,6	1,6	75	11	12		99,36			ND
12:00	5,4	1,6	77	9	14		99,19			ND
13:00	5,3	1,8	78	8	17		99,05			ND
14:00	3,7	2,3	91	8	15		99,00			ND
15:00	2,5	1,6	94	8	11		99,00			ND
16:00	0,9	0,3	96	8	10		98,96			ND
17:00	0,6	0,1	97	6	7		98,98			ND
18:00	0,5	0,1	97	6	6		98,96			ND
19:00	0,5	0,1	97	5	3		98,94			ND
20:00	0,6	0,3	97		0		98,97			ND
21:00	0,6	0,2	97		0		98,97			ND
22:00	0,7	0,3	97		0		98,97			ND
23:00	0,7	0,3	97		0		98,97			ND

LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	706Q001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (octobre 30)

Données quotidiennes (octobre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (octobre 2016)
CSV XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent | 2016 | octobre | 30 | Allez | Jour suivant →

Rapport de données horaires pour le 30 octobre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	0,9	0,5	97	29	7		99,02			ND
01:00	0,8	0,4	97	25	10		99,04			ND
02:00	1,1	0,7	97	25	12		99,07			ND
03:00	1,1	0,6	97	26	12		99,13			ND
04:00	1,3	0,7	96	26	11		99,16			ND
05:00	1,3	0,7	96	26	12		99,21			ND
06:00	1,2	0,6	96	25	8		99,28			ND
07:00	1,2	0,6	96	26	10		99,35			ND
08:00	1,6	0,9	95	26	10		99,40			ND
09:00	2,0	1,3	95	26	11		99,42			ND
10:00	2,5	1,6	94	27	9		99,40			ND
11:00	3,1	1,8	92	27	10		99,42			ND
12:00	4,0	2,3	88	29	12		99,40			ND
13:00	3,9	2,2	89	28	12		99,40			ND
14:00	3,9	2,3	89	27	13		99,41			ND
15:00	3,7	2,2	90	28	12		99,44			ND
16:00	3,0	2,0	93	27	18		99,49			ND
17:00	2,8	2,0	94	28	15		99,55			ND
18:00	2,8	1,8	93	27	12		99,58			ND
19:00	2,6	1,7	94	28	14		99,63			ND
20:00	2,4	1,5	93	27	13		99,62			ND
21:00	2,6	1,3	91	28	14		99,62			ND
22:00	2,4	1,1	91	28	15		99,63			ND
23:00	2,3	1,0	91	28	16		99,64			ND

LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	706Q001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (octobre 31)

Données quotidiennes (octobre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (octobre 2016)
CSV XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent

2016 octobre 31 Allez

Jour suivant →

Rapport de données horaires pour le 31 octobre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	2,1	0,7	91	28	20		99,68			ND
01:00	2,0	0,4	90	29	18		99,73			ND
02:00	1,4	-0,1	90	29	18		99,78			ND
03:00	1,0	-0,6	89	29	16		99,86			ND
04:00	0,7	-1,3	87	29	17		99,93			ND
05:00	0,2	-2,2	84	29	16		100,01			ND
06:00	0,0	-2,1	85	29	16		100,08		-5	ND
07:00	-0,2	-2,8	82	29	17		100,18		-5	ND
08:00	0,2	-3,0	79	29	15		100,25			ND
09:00	0,7	-3,2	75	29	14		100,30			ND
10:00	1,3	-3,6	70	30	16		100,35			ND
11:00	2,0	-3,0	69	33	10		100,36			ND
12:00	2,6	-3,5	64	31	15		100,38			ND
13:00	2,8	-3,6	63	36	9		100,39			ND
14:00	2,6	-3,5	64	35	12		100,44			ND
15:00	2,6	-3,8	63	1	8		100,48			ND
16:00	2,4	-3,8	64	1	4		100,49			ND
17:00	2,1	-3,8	65	2	4		100,54			ND
18:00	1,9	-3,4	68	30	2		100,63			ND
19:00	1,7	-3,6	68	4	3		100,68			ND
20:00	0,7	-2,0	82	10	3		100,68			ND
21:00	0,5	-2,3	82	10	1		100,73			ND
22:00	0,7	-3,0	76	22	2		100,74			ND
23:00	0,3	-2,1	84	12	5		100,72			ND

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

LA BAIE
QUEBEC

Latitude :	48°17'53,172" N	Longitude :	70°55'10,333" O	Altitude :	151,60 m
Identification Climat :	7060001	Identification OMM :	71388	Identification TC :	WUX

Données connexes

Moyennes et records de l'almanach (novembre 01)

Données quotidiennes (novembre 2016)

Options de recherche additionnelles

Stations avoisinantes ayant des données

Recherche données historiques

Télécharger des données

Données horaires (novembre 2016)
(•) CSV ( ) XML

Télécharger des données

Plus de données

← Jour précédent | 2016 | novembre | 1 | Allez | Jour suivant →

Rapport de données horaires pour le 1 novembre 2016

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	1,0	-3,2	74	14	5		100,74			ND
01:00	0,6	-2,2	81	14	7		100,73			ND
02:00	0,9	-3,4	73	16	12		100,77			ND
03:00	0,6	-3,6	73	15	7		100,85			ND
04:00	0,6	-4,0	71	19	9		100,90			ND
05:00	0,4	-3,8	73	14	9		100,85			ND
06:00	-0,1	-3,5	78	13	6		100,83		-2	ND
07:00	-0,5	-3,3	81	8	6		100,82		-3	ND
08:00	0,7	-2,9	77	5	4		100,83			ND
09:00	2,1	-2,4	72	10	12		100,77			ND
10:00	2,4	-2,0	73	11	13		100,72			ND
11:00	3,3	-1,7	70	10	14		100,60			ND
12:00	3,8	-1,4	68	10	20		100,43			ND
13:00	3,7	-1,5	69	10	16		100,35			ND
14:00	3,4	-1,2	72	9	14		100,29			ND
15:00	3,0	-1,1	74	7	9		100,27			ND
16:00	2,7	-1,0	77	7	11		100,27			ND
17:00	2,2	-0,4	83	9	13		100,35			ND
18:00	2,8	0,7	86	12	14		100,25			ND
19:00	2,5	1,5	93	7	13		100,07			ND
20:00	2,7	2,0	95	6	12		100,08			ND
21:00	3,2	2,5	95	6	7		100,13			ND
22:00	3,1	2,4	95	6	8		100,03			ND
23:00	3,0	2,3	95	6	9		99,99			ND

ANNEXE

C

PHOTOS DES SONOMÈTRES

Point M1





Point M2





Point M3





Point M4



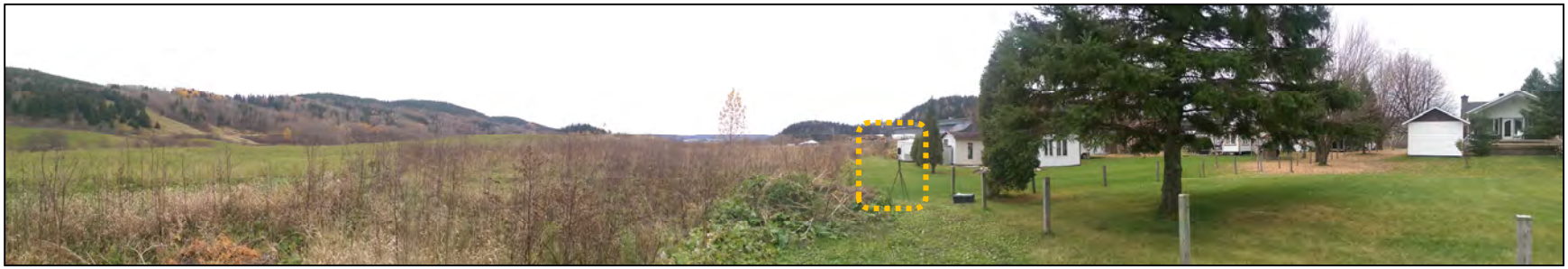


Point M5





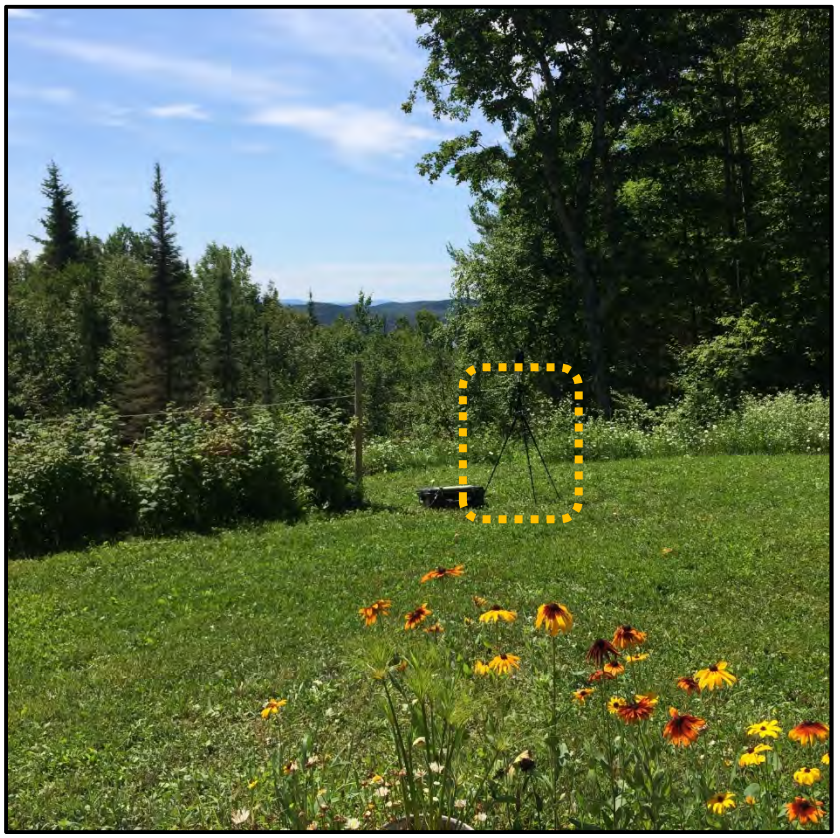
Point M6





Point M7



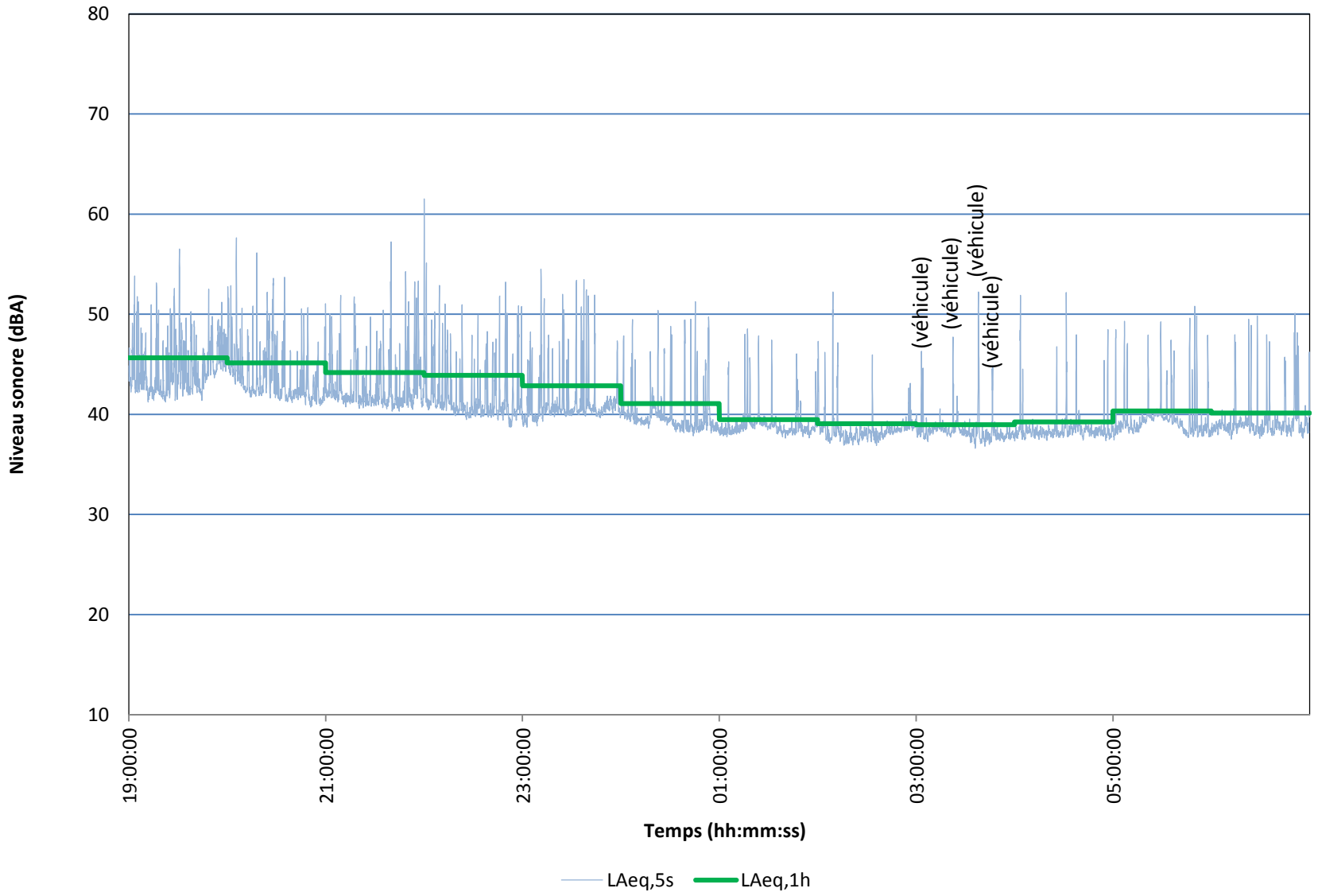


ANNEXE

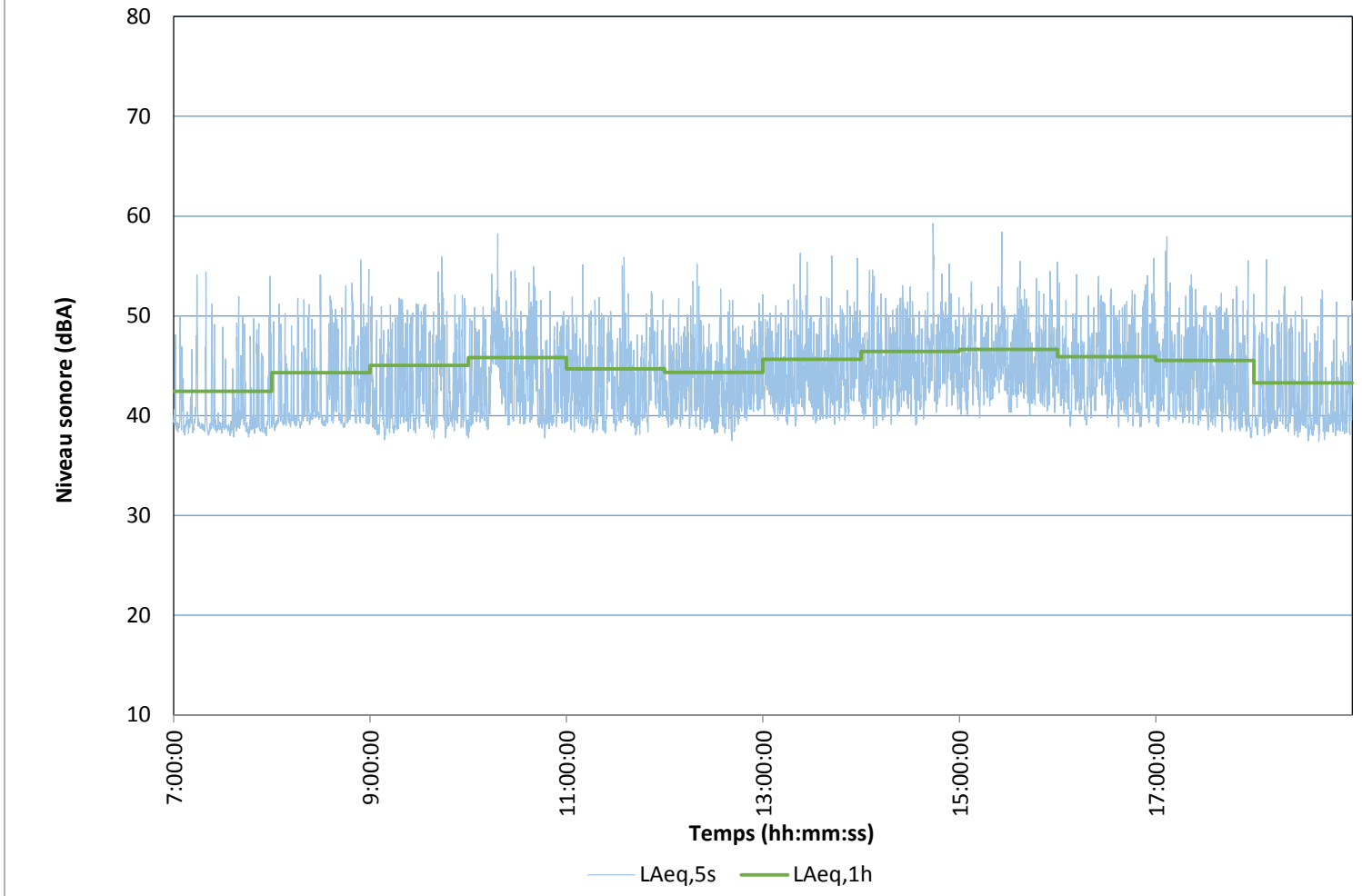
D

DONNÉES ET GRAPHIQUES DES RELEVÉS SONORES

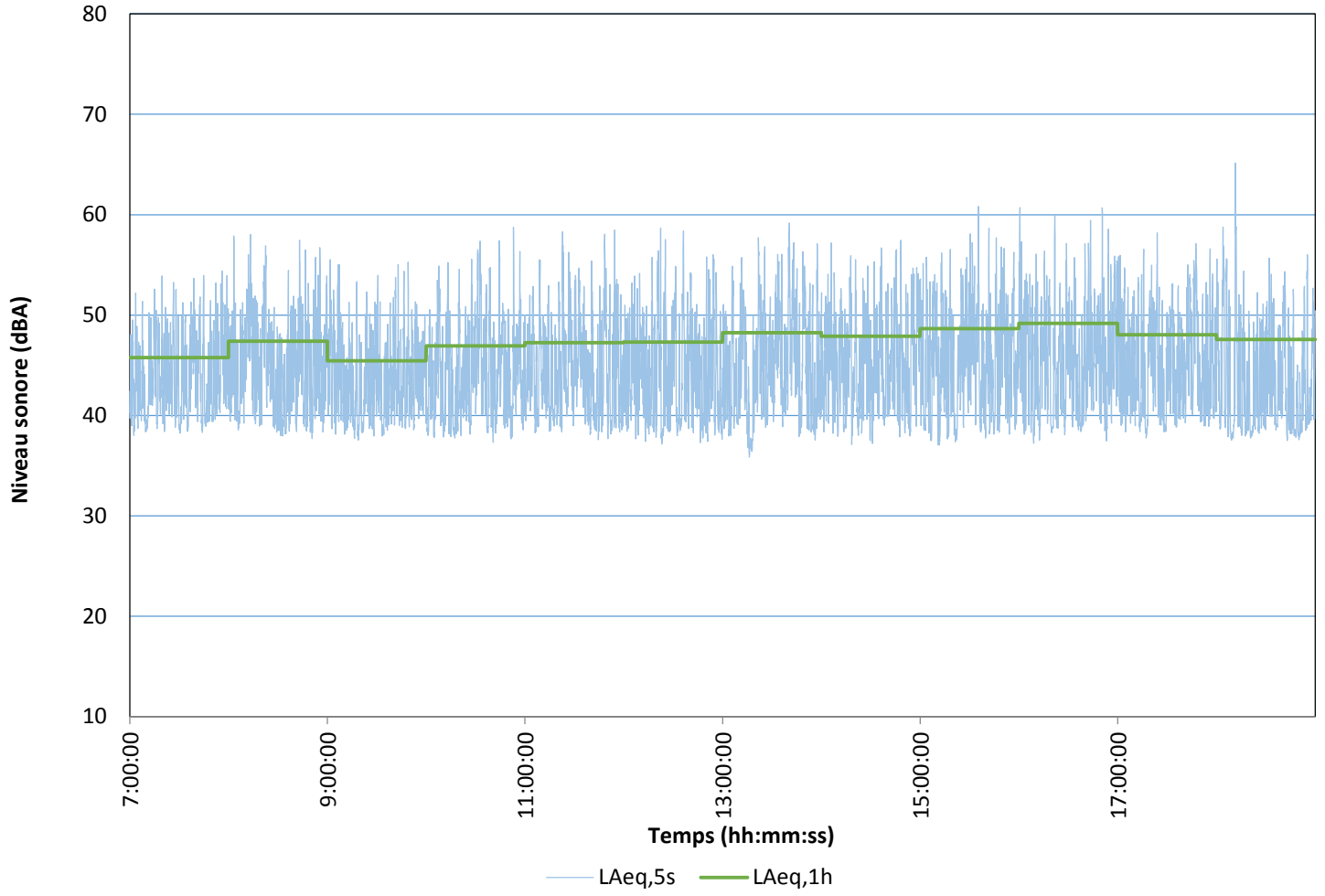
M1 - Données du 29-30 octobre 19-7 h



M1 - Données du 30 octobre 7-19h



M1 - Données du 31 octobre 7-19h



M1 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

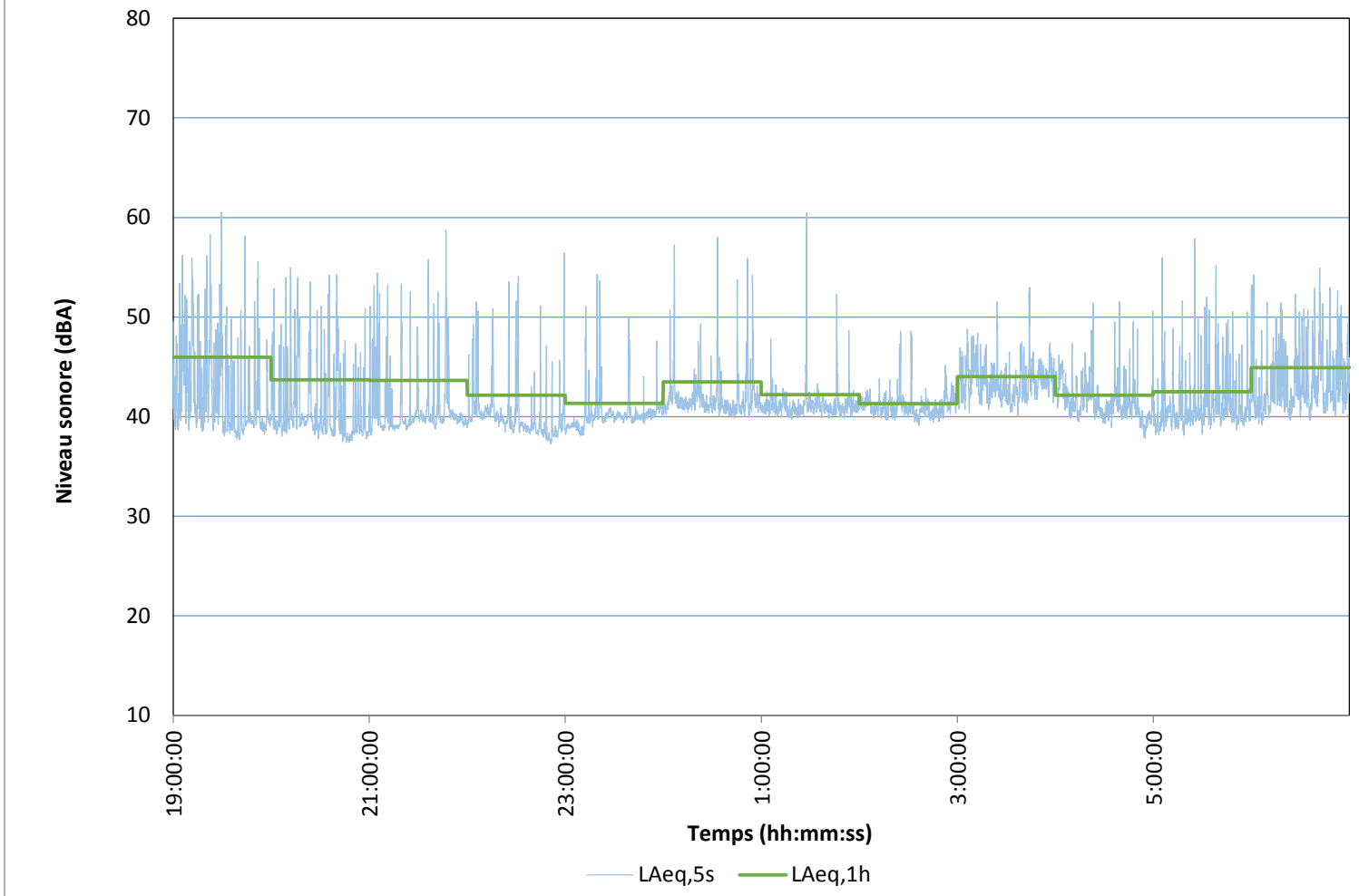
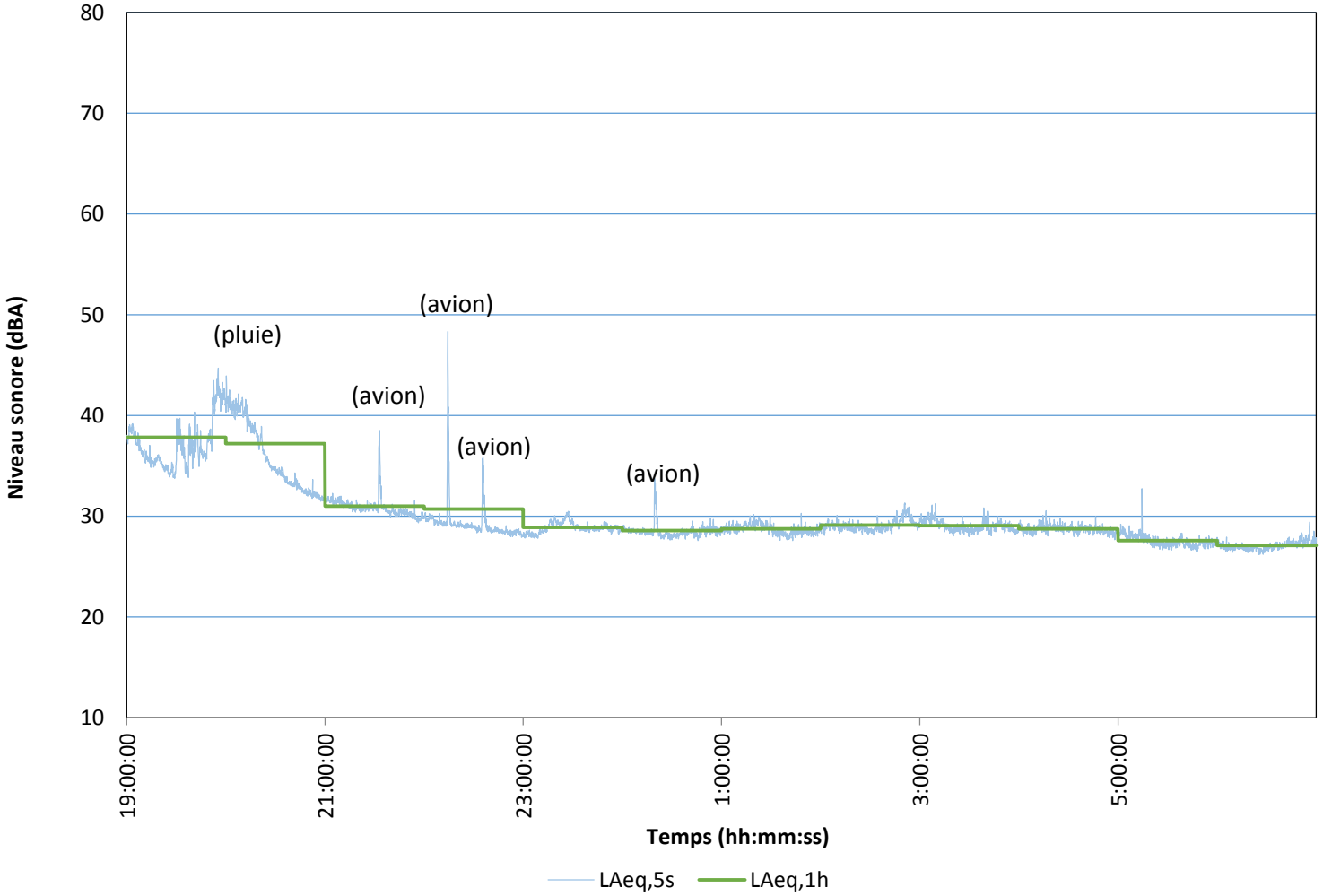


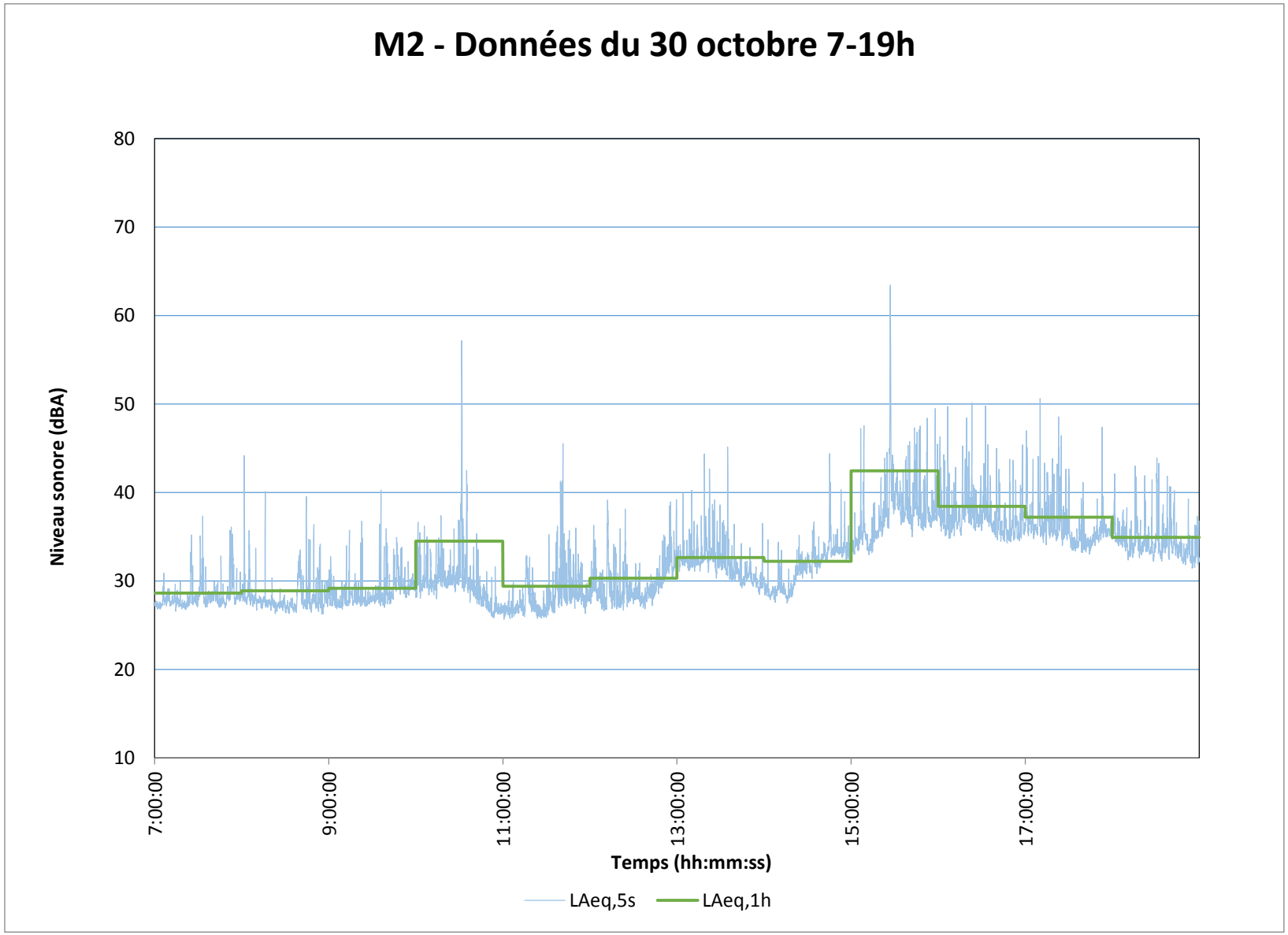
Tableau 1 Données pour point M1

Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7
2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4

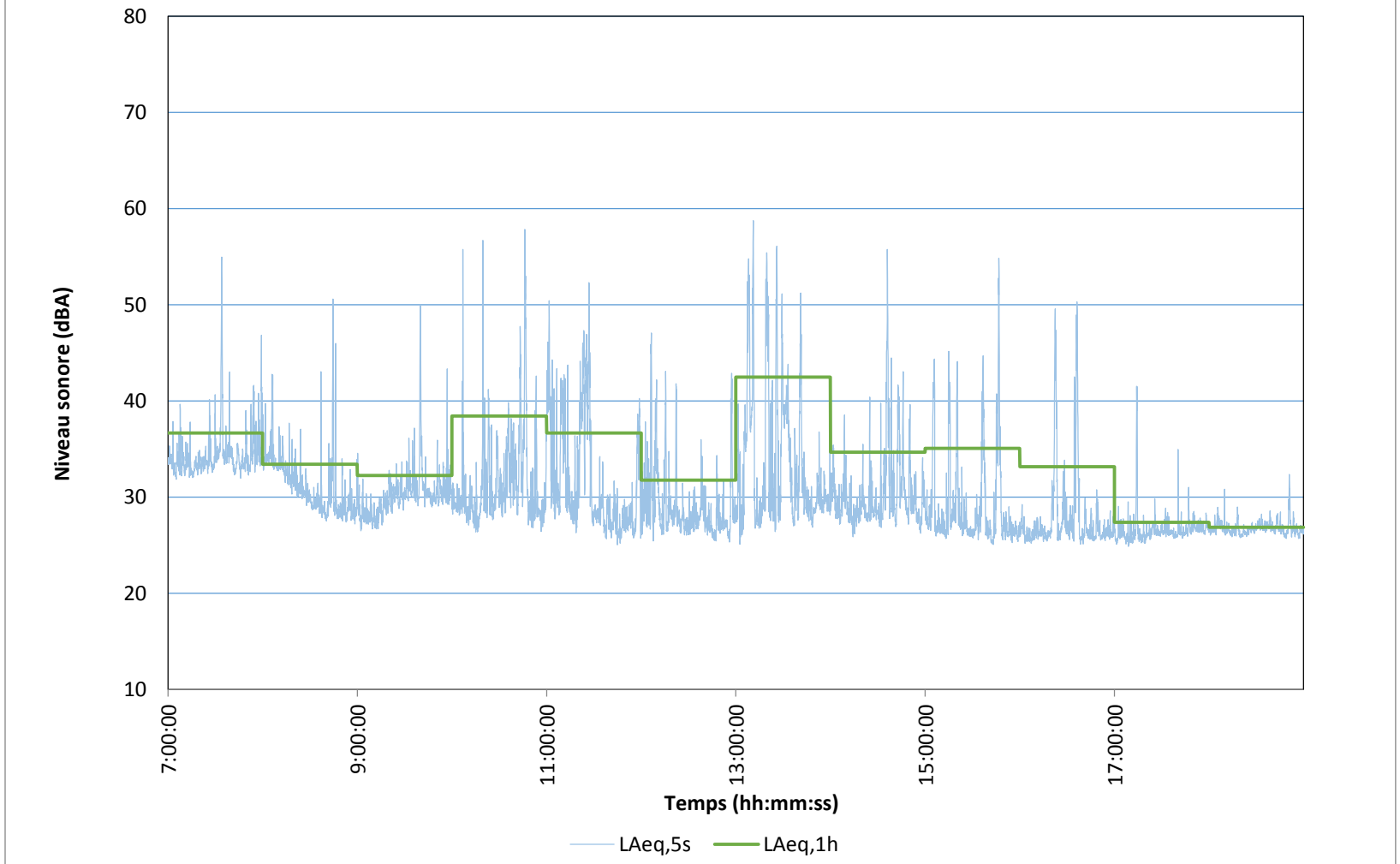
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

M2 - Données du 29-30 octobre 19-7h




M2 - Données du 30 octobre 7-19h
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
7:00:00
9:00:00
11:00:00
13:00:00
15:00:00
17:00:00
Temps (hh:mm:ss)
LAeq,5s
LAeq,1h

M2 - Données du 31 octobre 7-19h



M2 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

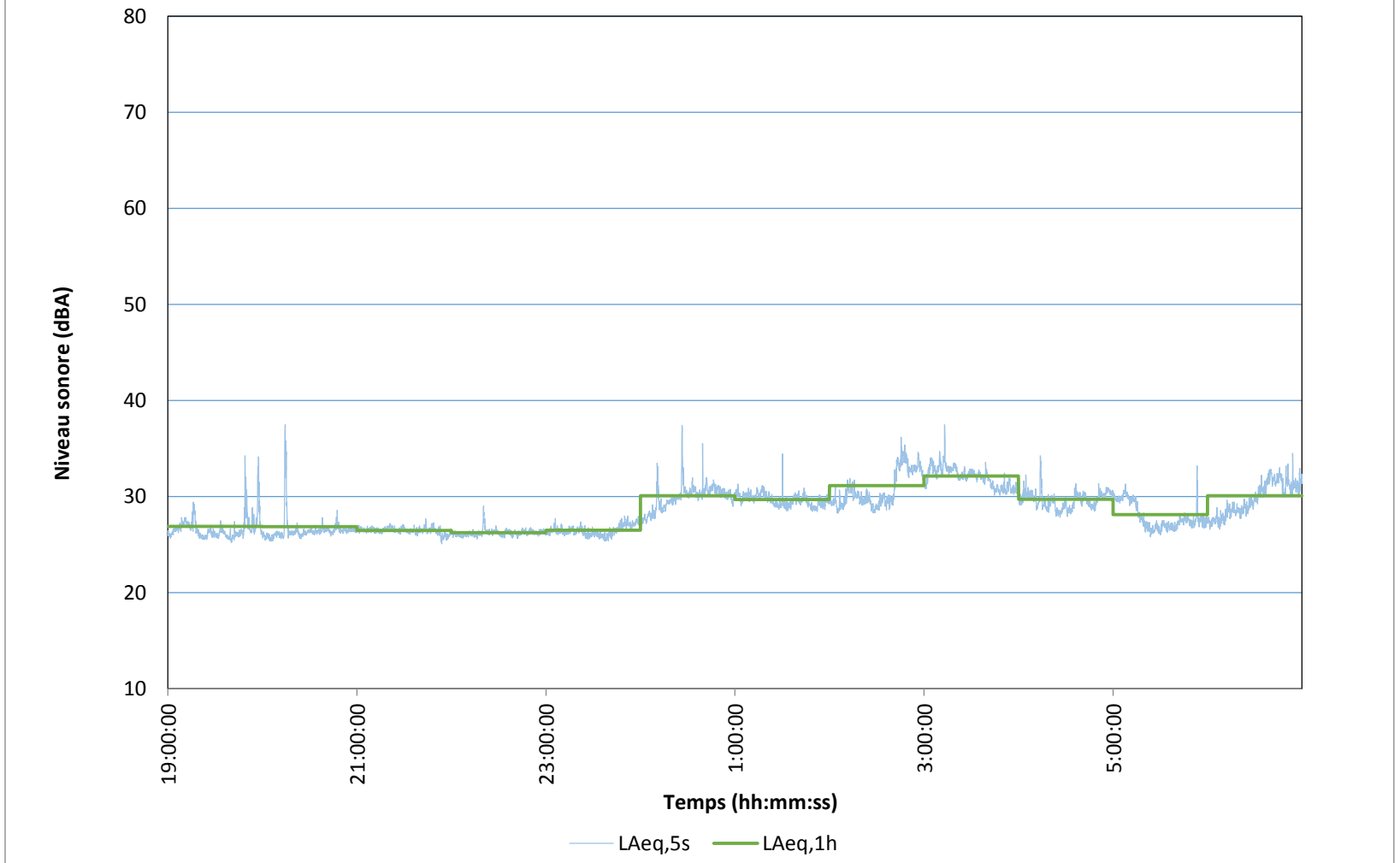
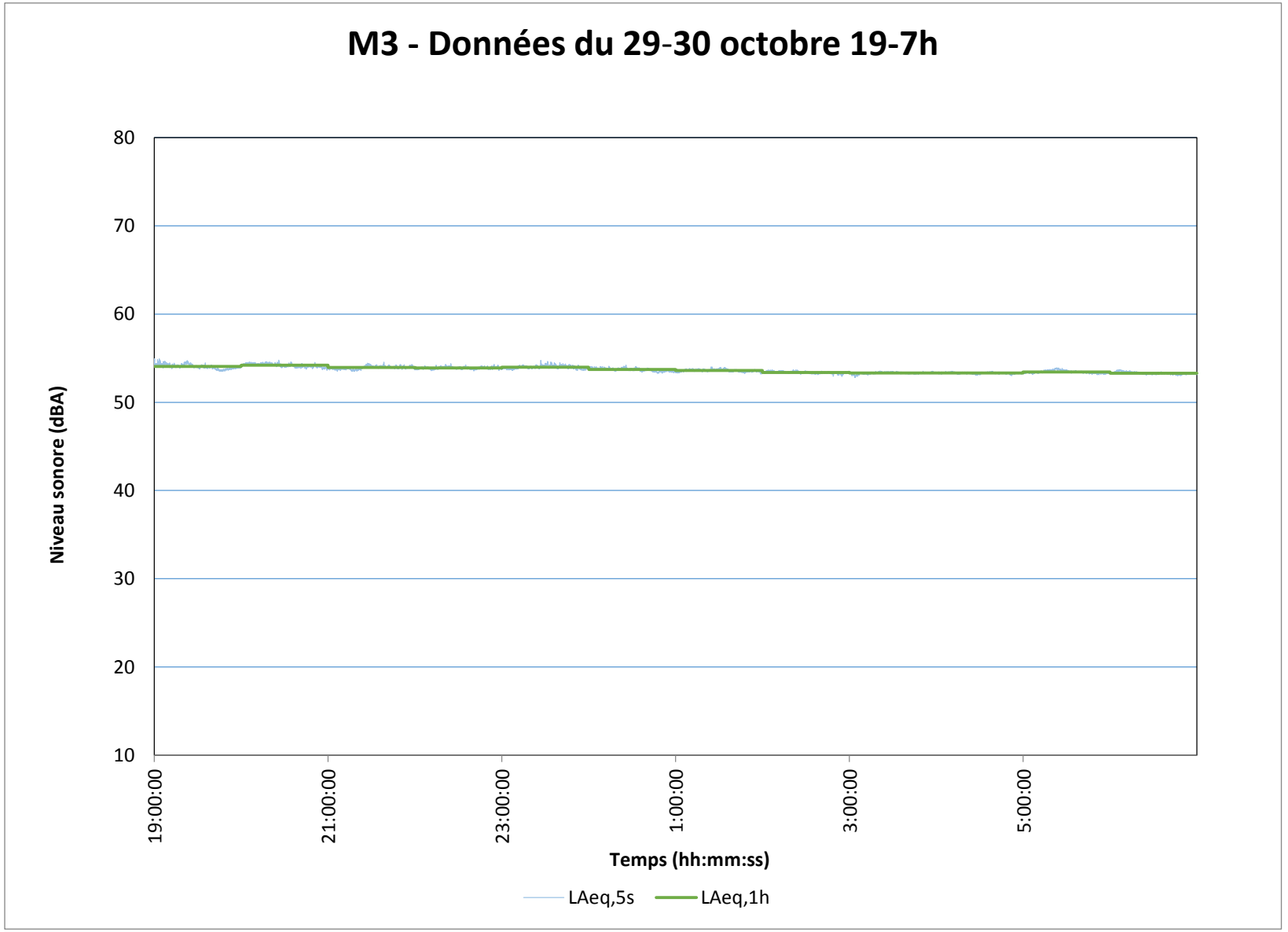


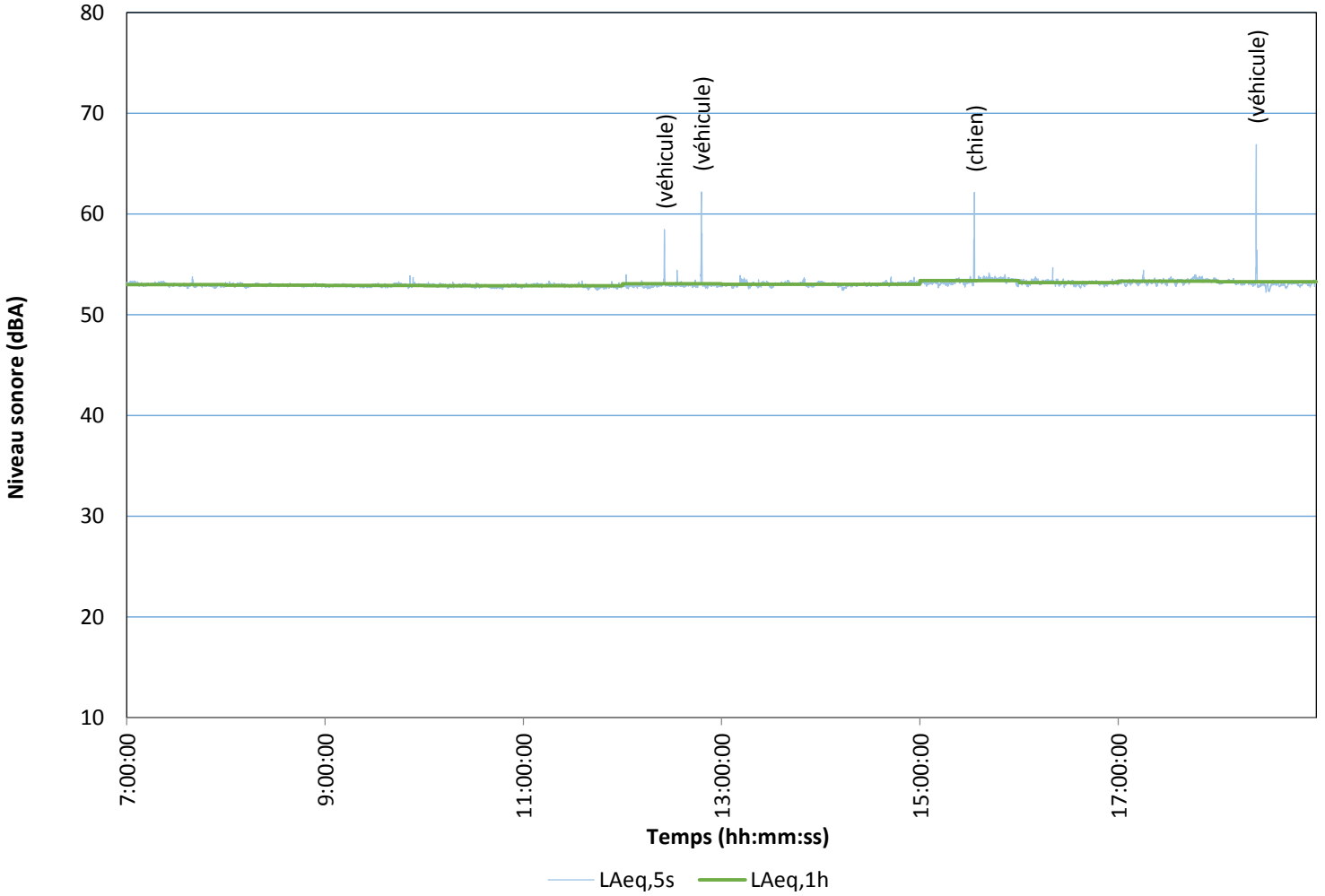
Tableau 2 Données pour point M2

Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

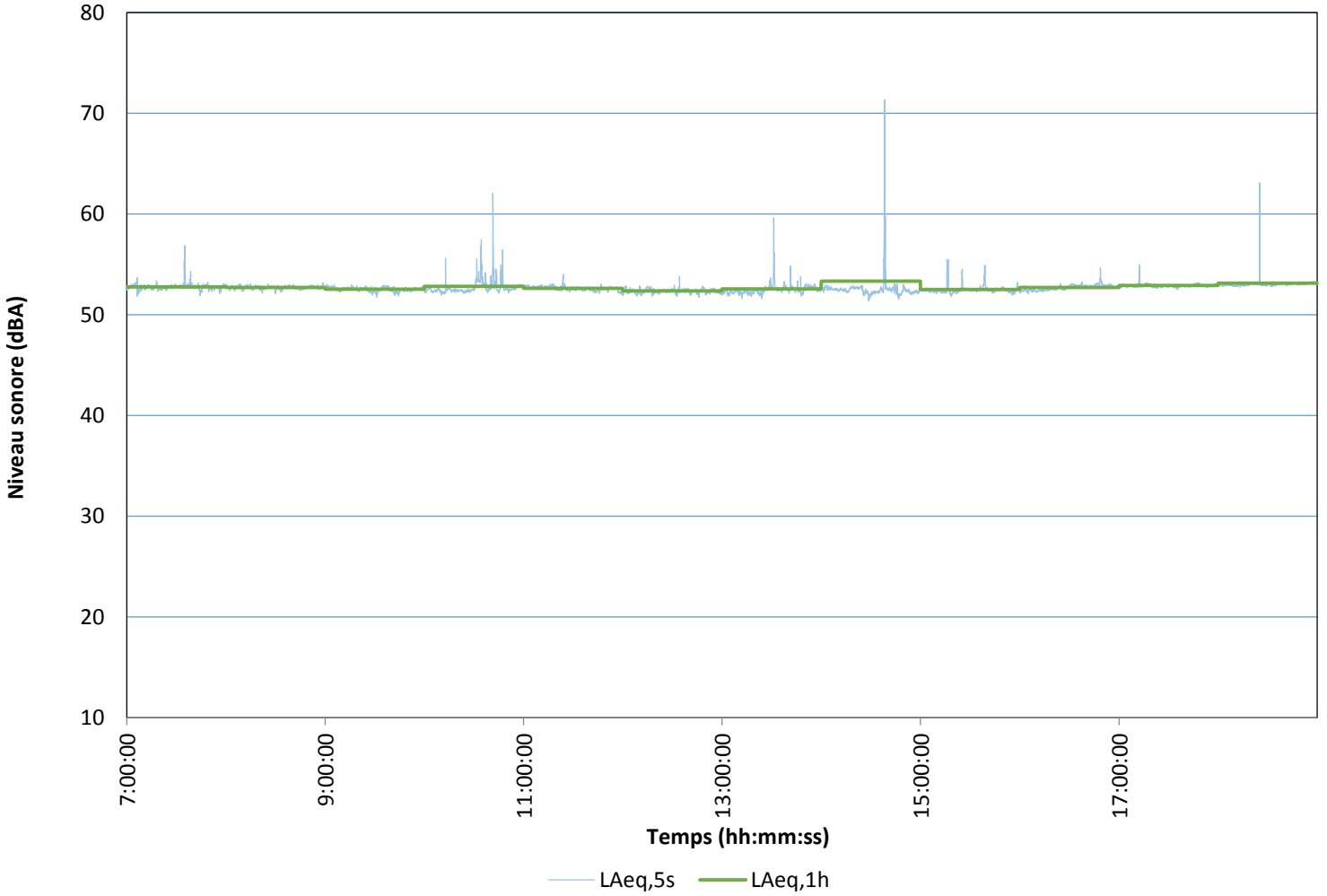
2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0


M3 - Données du 29-30 octobre 19-7h
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
19:00:00
21:00:00
23:00:00
1:00:00
3:00:00
5:00:00
Temps (hh:mm:ss)
LAeq,5s
LAeq,1h

M3 - Données du 30 octobre 7-19h



M3 - Données du 31 octobre 7-19h



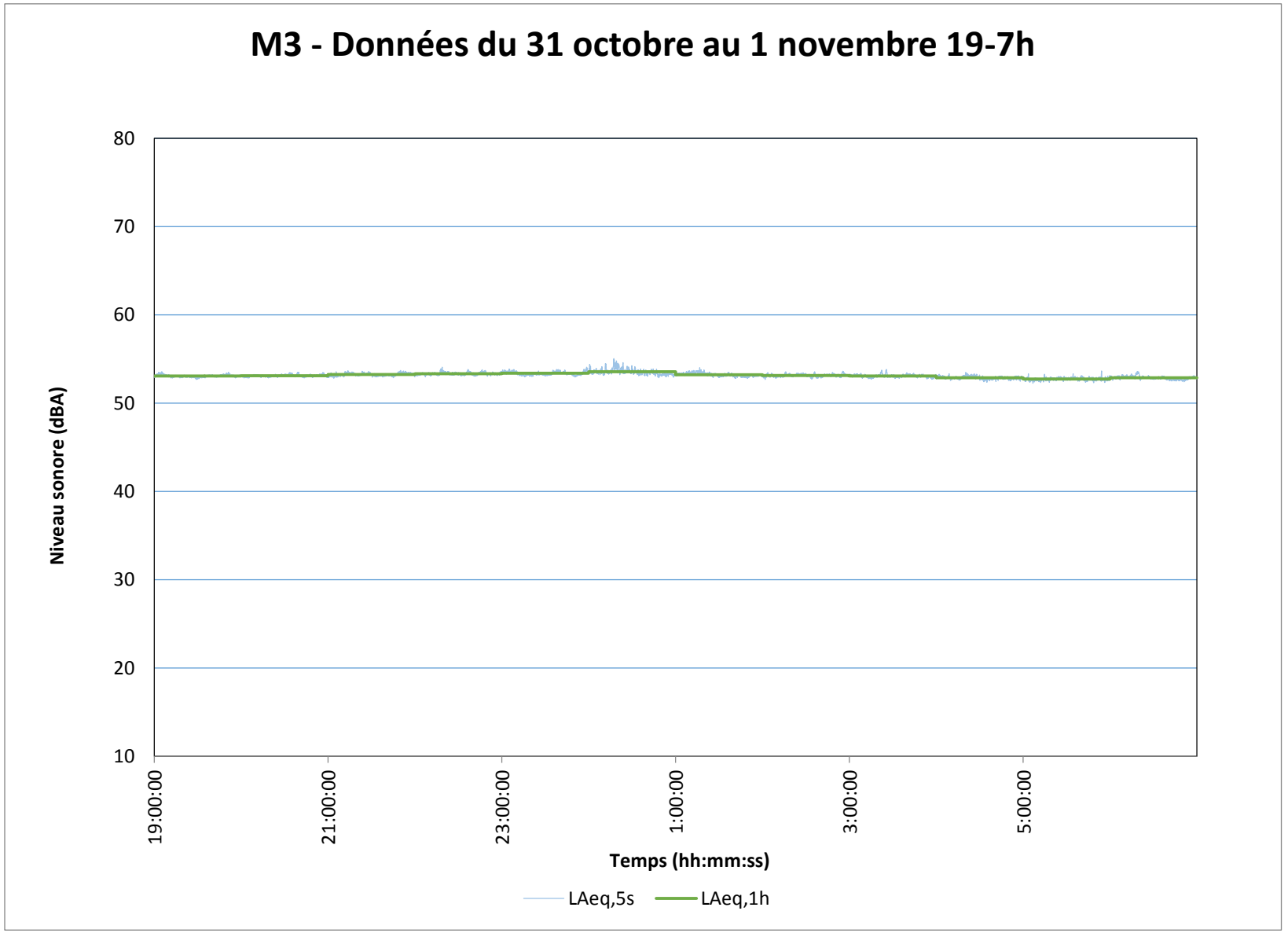
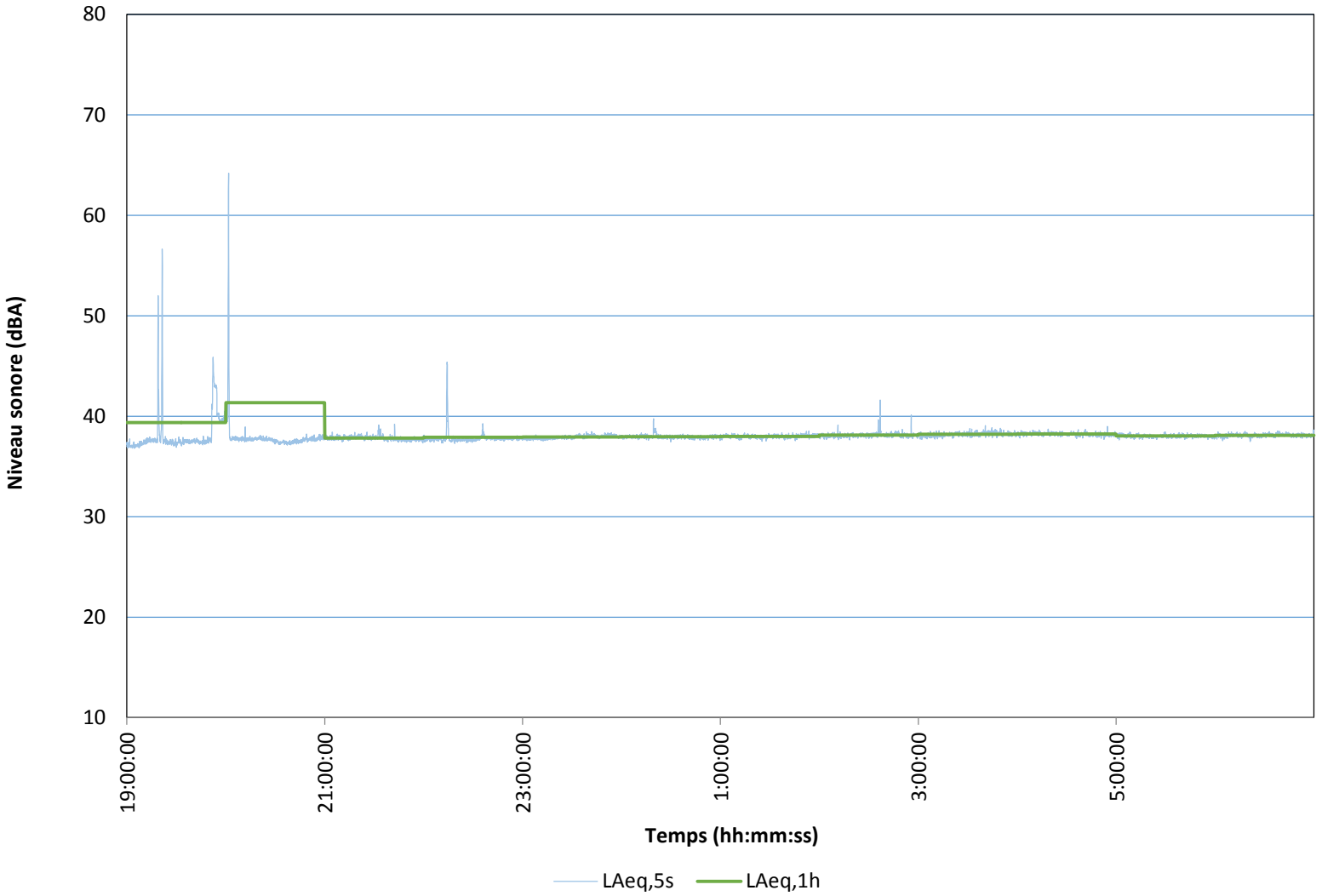

M3 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
19:00:00
21:00:00
23:00:00
1:00:00
3:00:00
5:00:00
Temps (hh:mm:ss)
LAeq,5s
LAeq,1h

Tableau 3 Données pour point M3

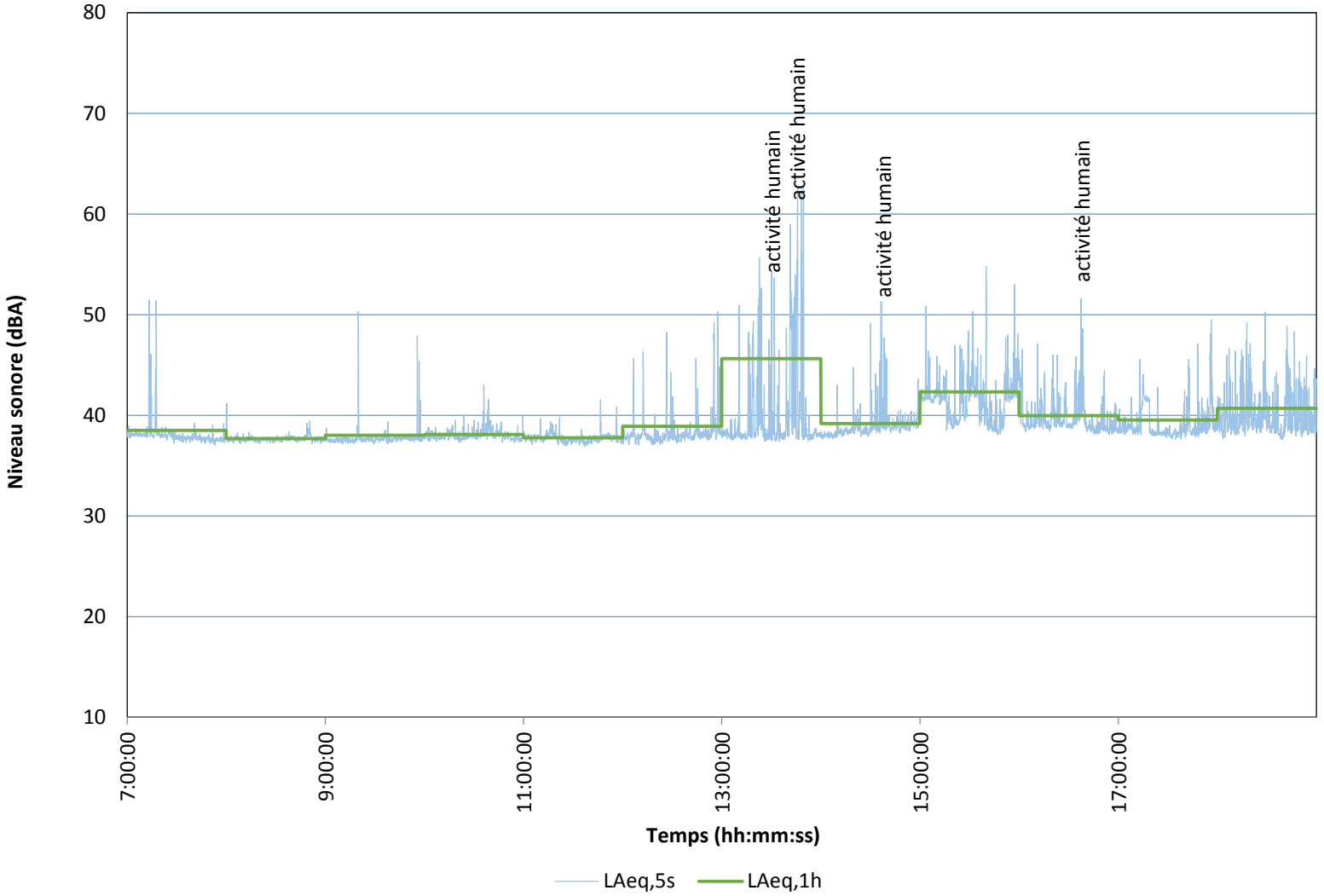
Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

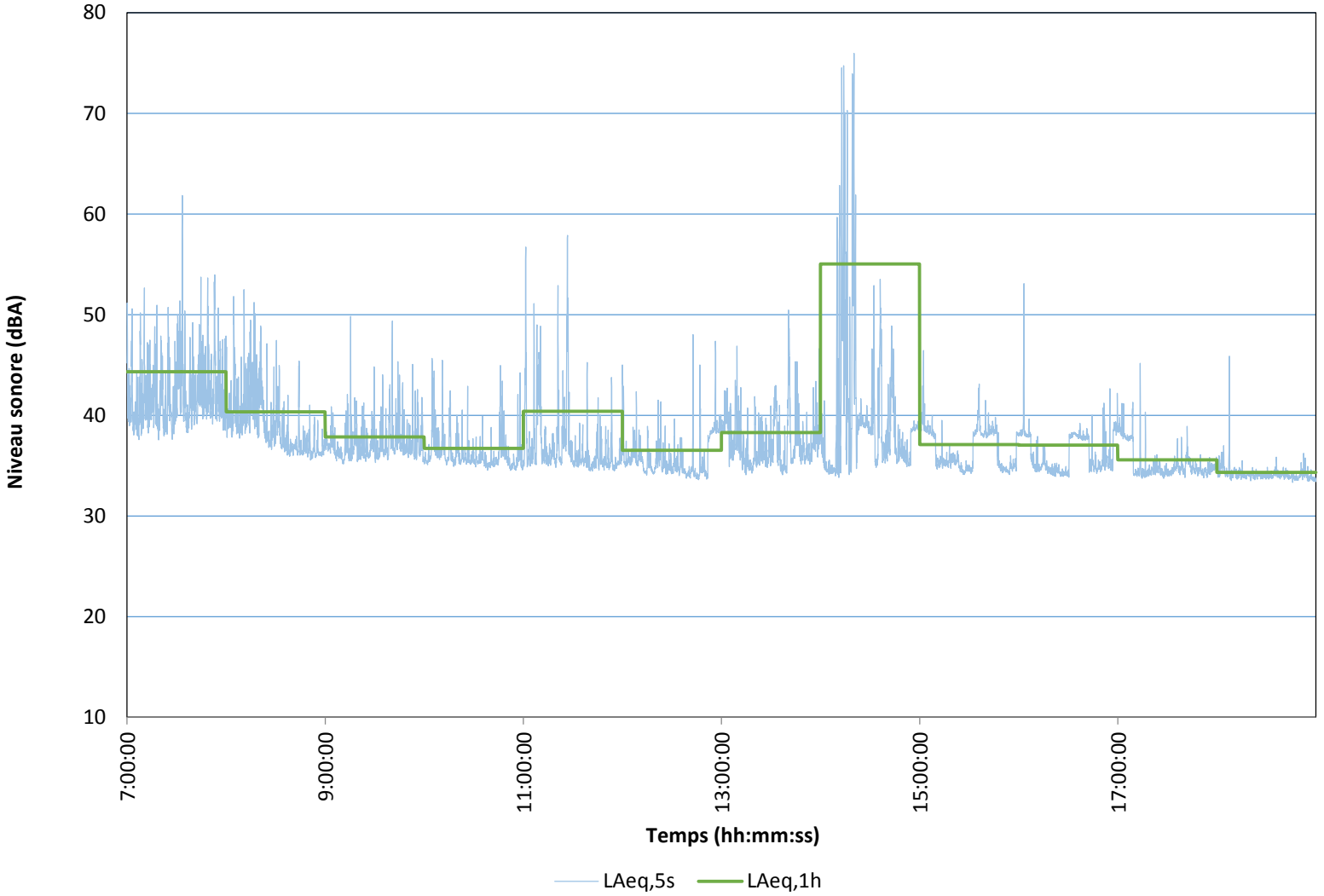
M4 - Données du 29-30 octobre 19-7h



M4 - Données du 30 octobre 7-19h



M4 - Données du 31 octobre 7-19h



M4 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

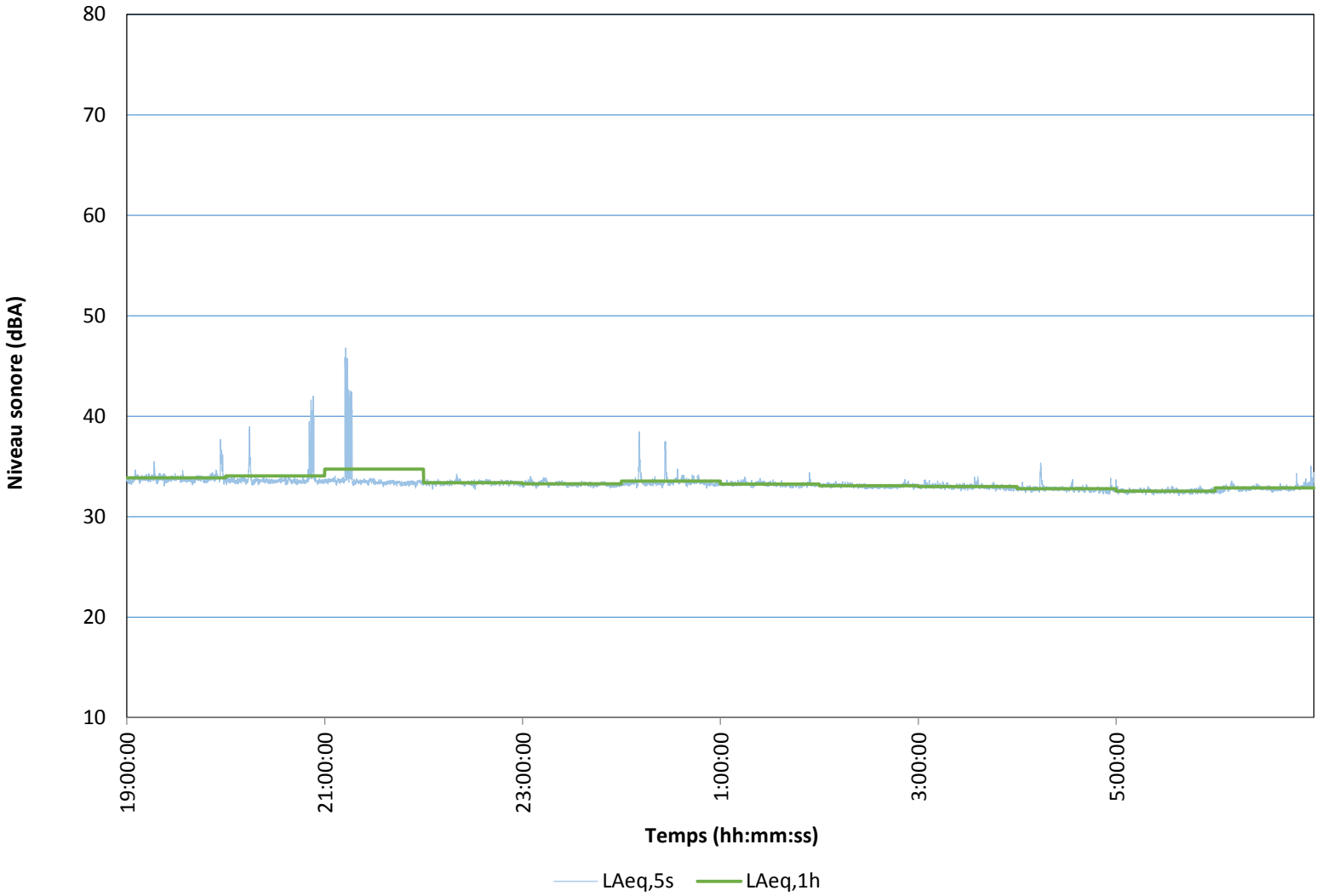
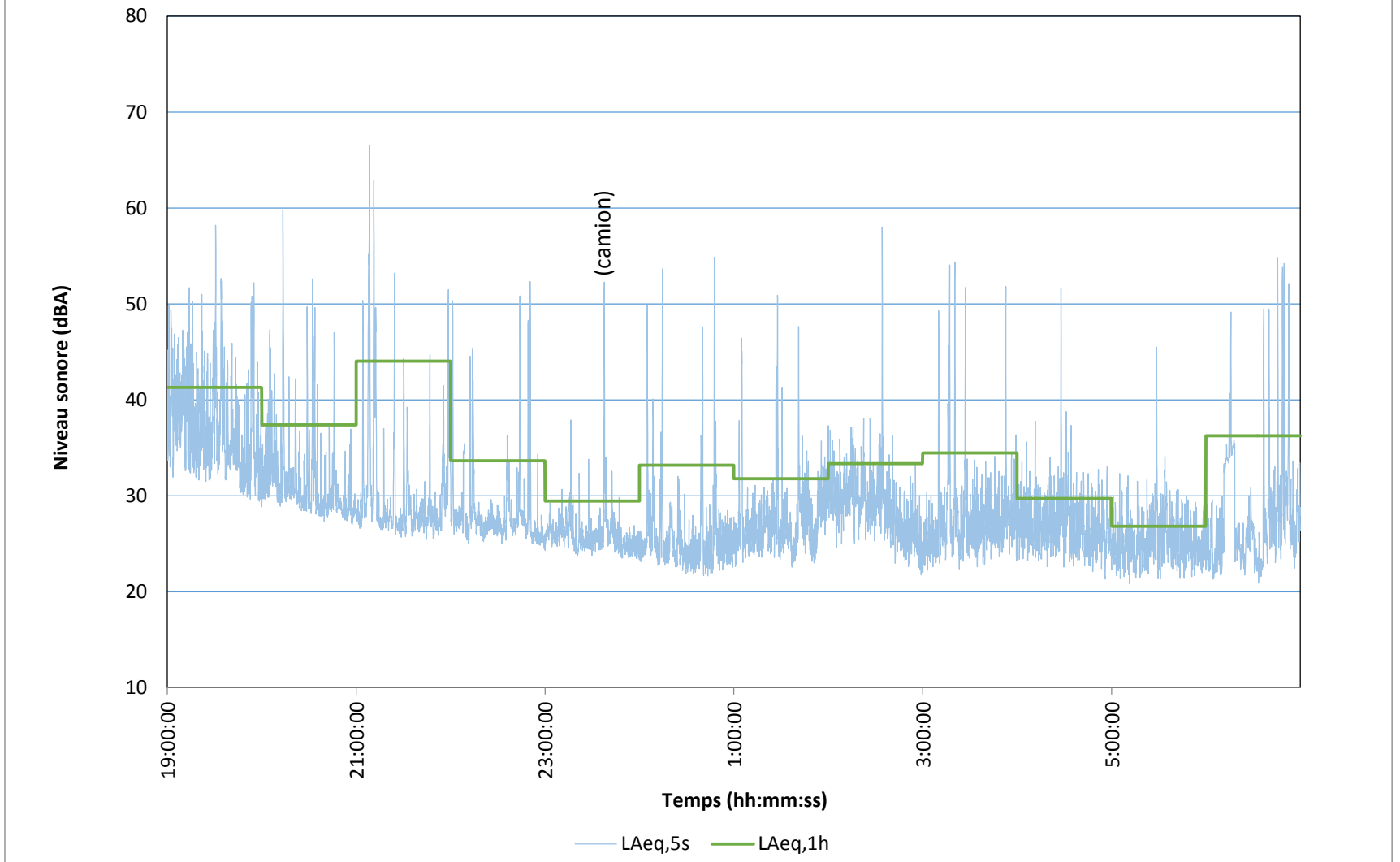


Tableau 4 Données pour point M4

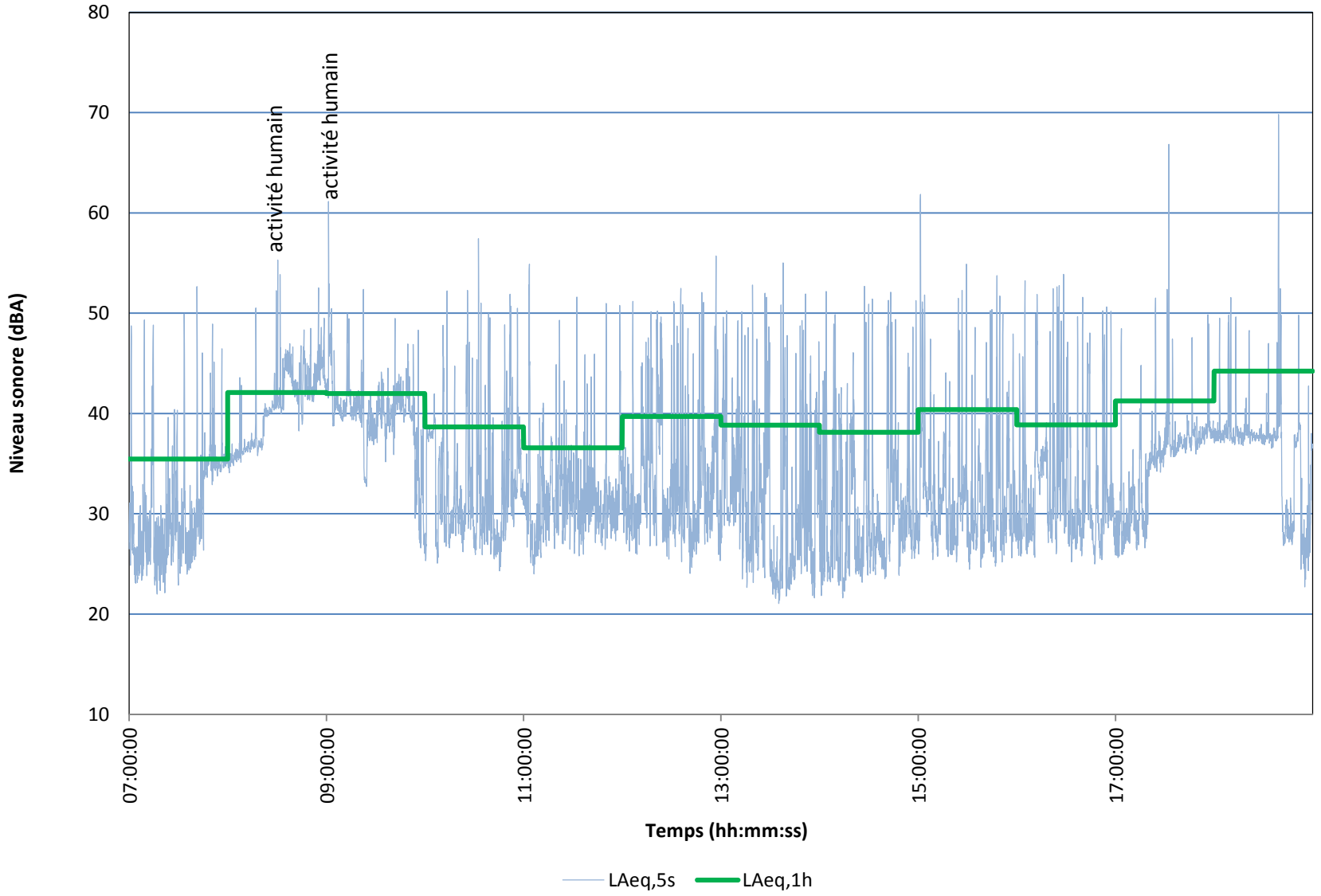
Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

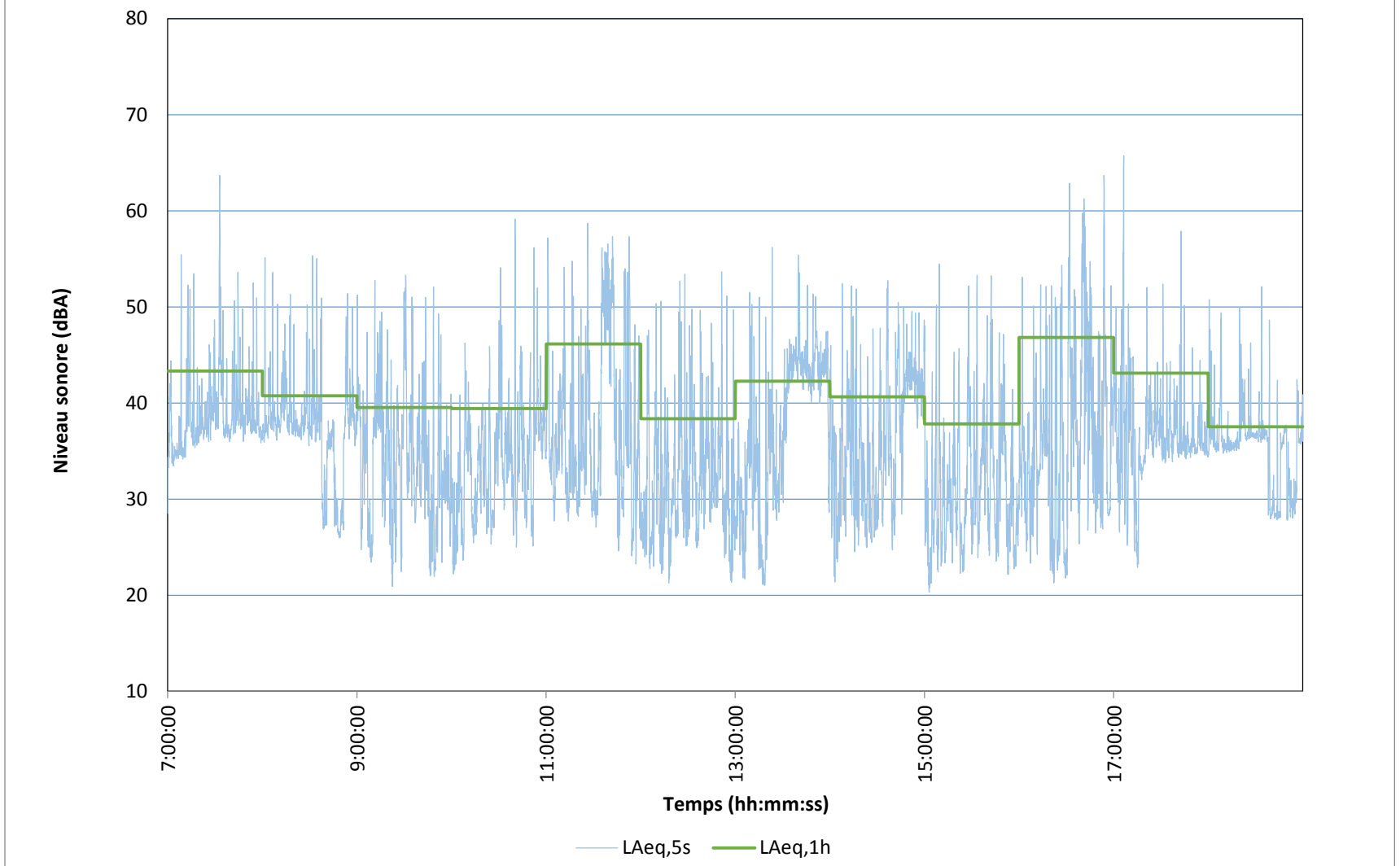
M5 - Données du 29-30 octobre 19-7h



M5 - Données du 30 octobre 7-19h



M5 - Données du 31 octobre 7-19h



M5 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-17h

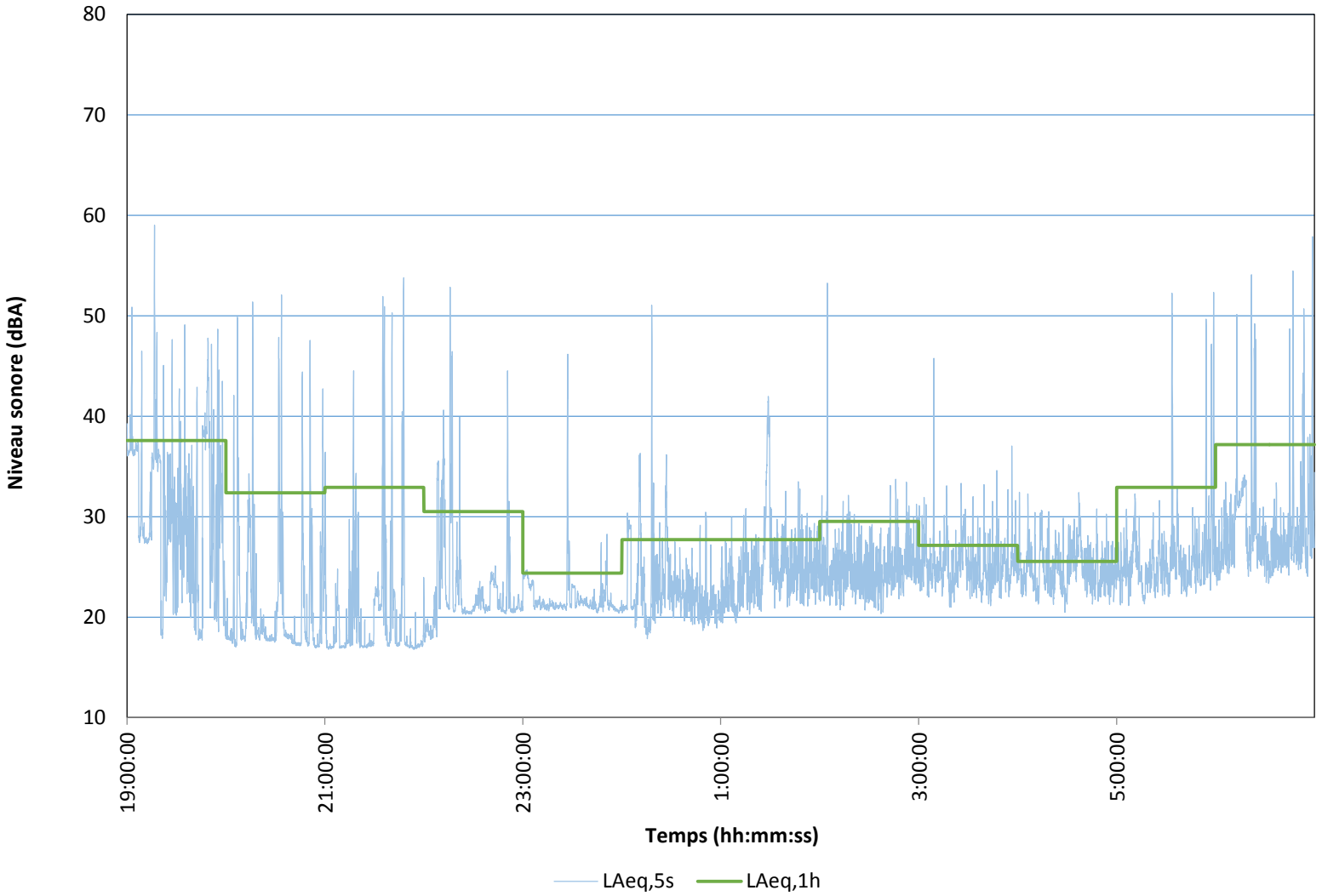
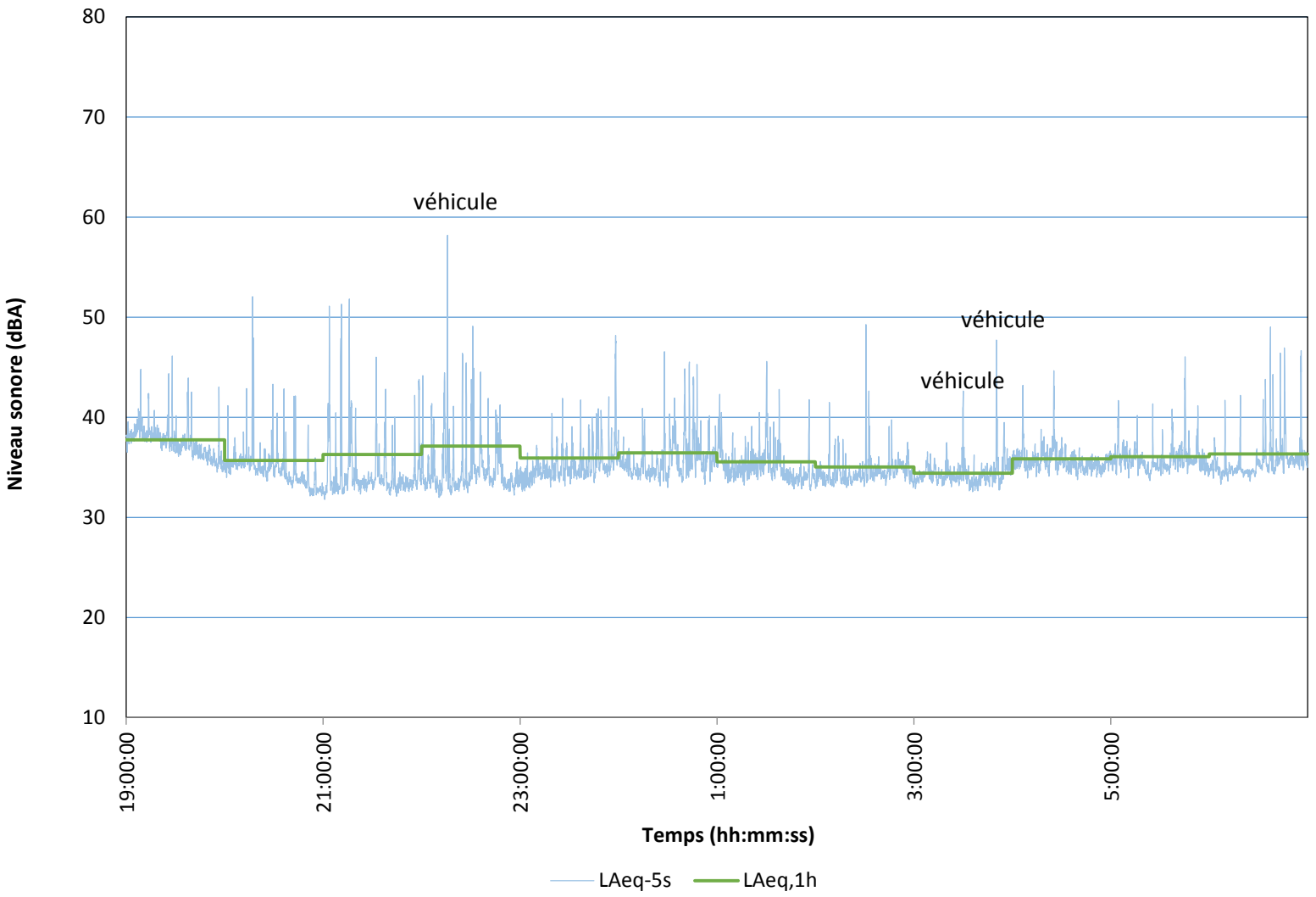


Tableau 5 Données pour M5

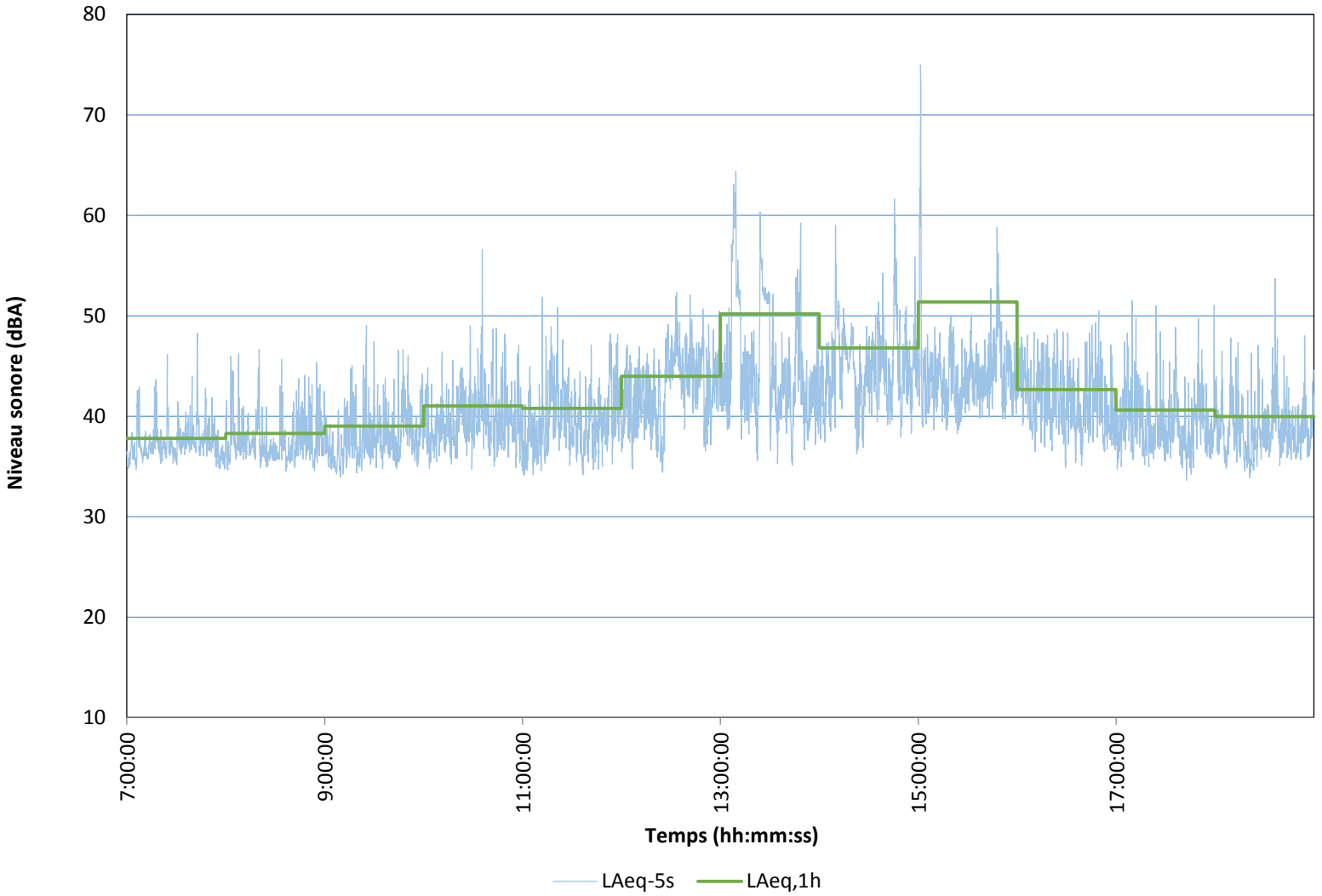
Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6
2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7

2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/10/31	8:00:00	71.3	8:03:12	56.6	51.0	43.9	38.5	56.5	47.4	9.1	50.1	47.4
2016/10/31	9:00:00	59.4	9:43:02	54.2	49.2	42.2	38.3	56.3	45.4	10.9	46.6	45.4
2016/10/31	10:00:00	61.2	10:53:05	56.7	50.6	43.0	38.1	54.7	46.9	7.7	48.2	46.9
2016/10/31	11:00:00	63.8	11:22:50	56.3	51.0	43.2	38.4	56.9	47.2	9.6	48.7	47.2
2016/10/31	12:00:00	64.8	12:22:23	56.7	51.0	43.0	38.0	57.0	47.3	9.7	48.8	47.3
2016/10/31	13:00:00	63.4	13:40:40	57.4	52.2	44.1	37.9	58.1	48.2	9.9	49.7	48.2
2016/10/31	14:00:00	62.9	14:48:20	56.7	51.7	44.5	38.4	57.6	47.9	9.8	49.3	47.9
2016/10/31	15:00:00	63.9	15:35:27	57.8	52.6	45.0	38.0	55.4	48.7	6.7	50.1	48.7
2016/10/31	16:00:00	63.7	16:50:44	58.5	53.1	45.3	38.5	56.0	49.2	6.8	50.4	49.2
2016/10/31	17:00:00	63.1	17:56:08	56.3	52.1	44.4	38.8	54.4	48.0	6.4	49.3	48.0
2016/10/31	18:00:00	69.5	18:11:27	57.8	51.0	41.4	37.9	55.0	47.6	7.4	48.9	47.6
2016/10/31	19:00:00	63.3	19:29:40	56.0	49.6	40.5	38.3	54.2	46.0	8.2	47.3	46.0
2016/10/31	20:00:00	57.3	20:11:48	54.1	47.3	39.3	37.8	50.3	43.7	6.6	44.7	43.7
2016/10/31	21:00:00	61.1	21:46:59	54.1	45.8	39.8	38.7	48.9	43.6	5.2	44.5	43.6
2016/10/31	22:00:00	58.4	22:31:05	52.5	42.6	39.4	37.9	47.6	42.1	5.5	43.0	42.1
2016/10/31	23:00:00	58.5	23:21:14	51.0	41.2	40.0	38.6	47.5	41.3	6.2	42.2	41.3
2016/11/01	0:00:00	61.3	0:33:23	54.3	43.6	41.3	40.2	50.1	43.5	6.6	44.4	43.5
2016/11/01	1:00:00	63.5	1:27:45	48.8	42.2	40.9	40.0	49.0	42.2	6.8	42.9	42.2
2016/11/01	2:00:00	51.9	2:32:02	46.6	42.2	40.9	39.7	48.2	41.3	6.9	41.9	41.3
2016/11/01	3:00:00	56.3	3:24:24	48.9	45.9	43.2	41.1	50.6	44.0	6.6	44.6	44.0
2016/11/01	4:00:00	55.0	4:23:10	48.8	44.0	41.2	39.2	49.4	42.1	7.3	42.8	42.1
2016/11/01	5:00:00	61.7	5:25:24	51.4	43.4	40.3	38.8	50.6	42.5	8.1	43.5	42.5
2016/11/01	6:00:00	60.4	6:38:49	53.4	48.0	42.2	40.0	52.7	44.9	7.8	46.0	44.9
2016/11/01	7:00:00	59.4	7:14:32	54.1	50.3	45.0	40.9	55.3	47.0	8.3	47.9	47.0

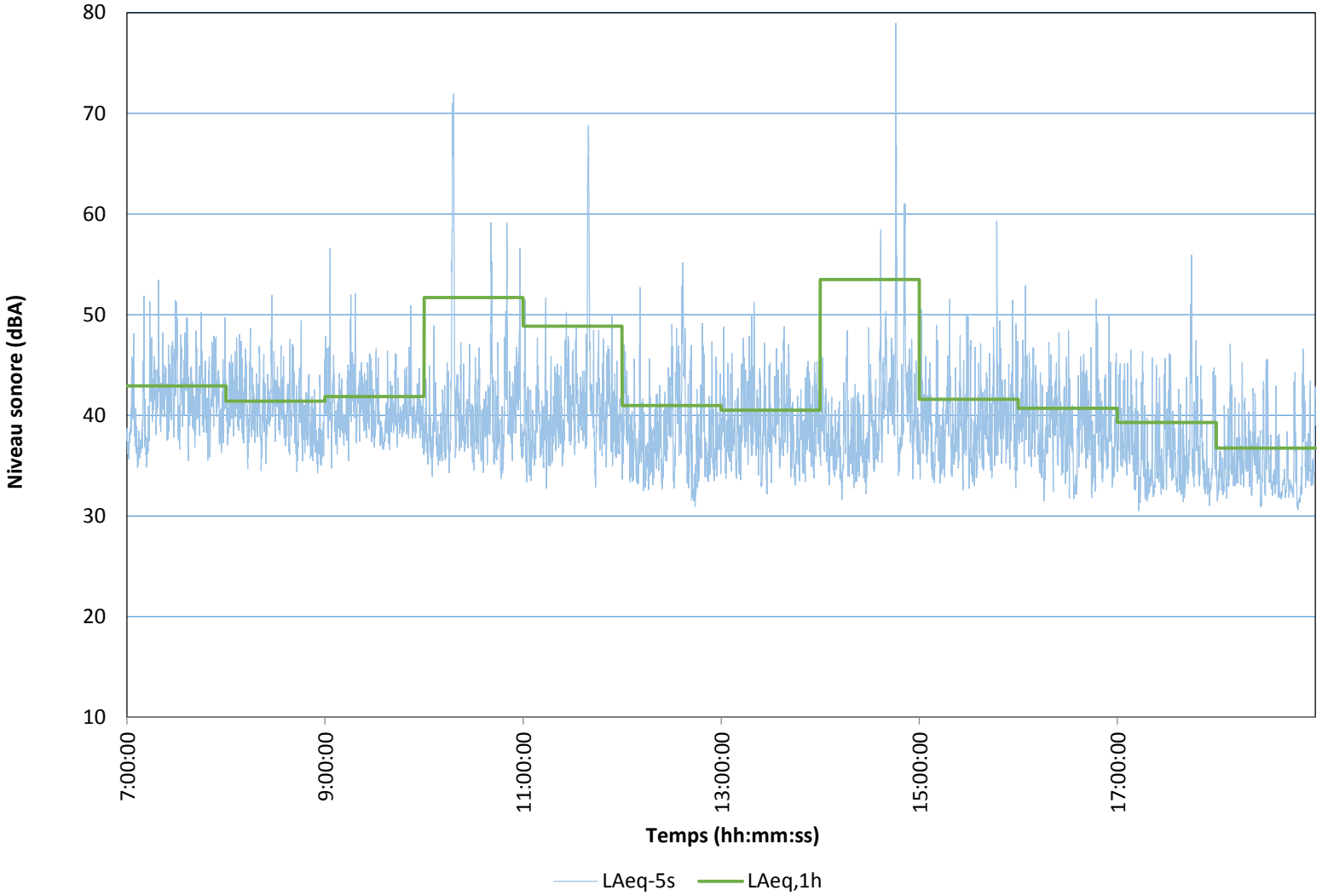
M6 - Données du 29-30 octobre 19-7h



M6 - Données du 30 octobre 7-19h



M6 - Données du 31 octobre 7-19h



M6 - Données du 31 octobre au 1 novembre 19-7h

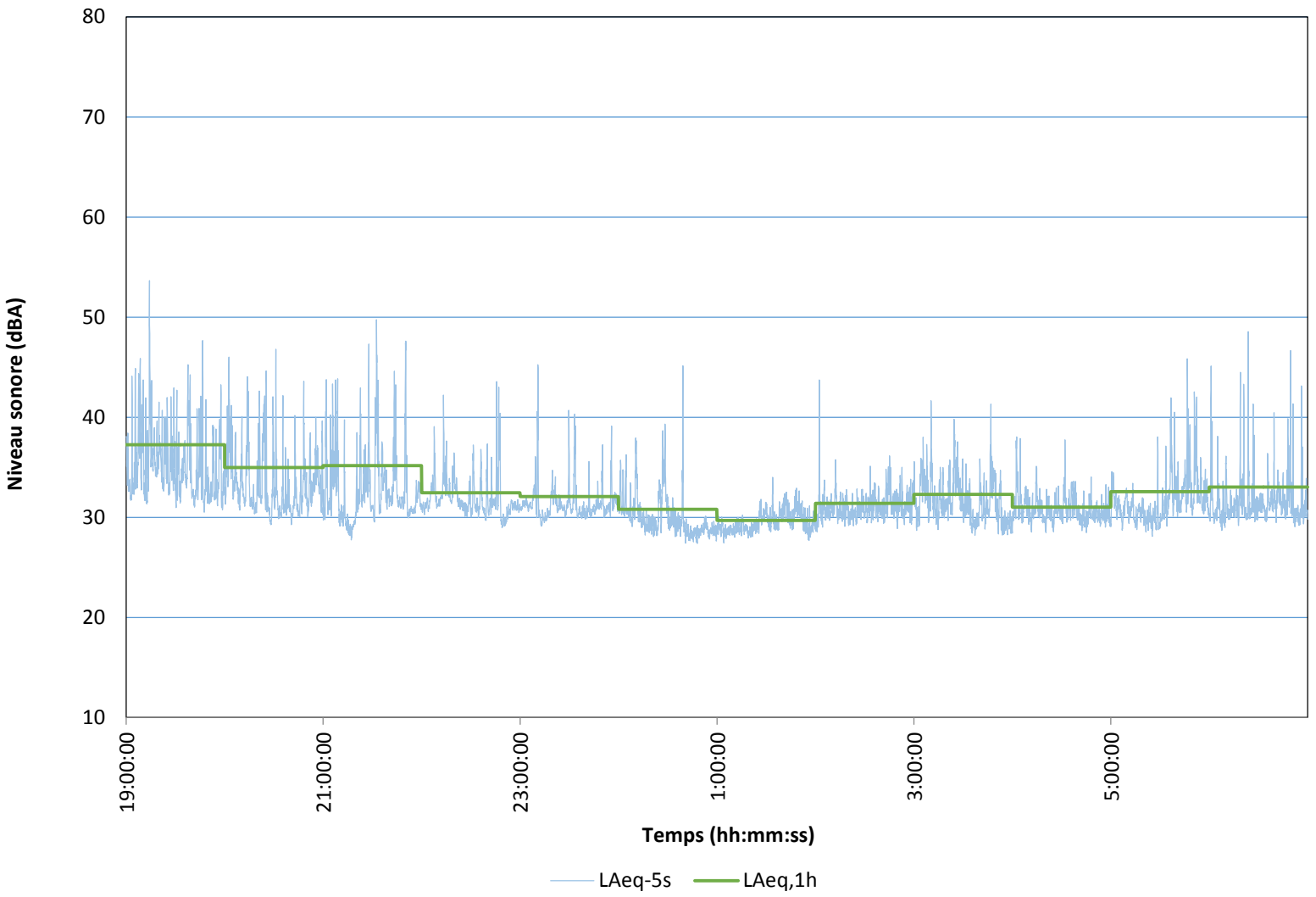
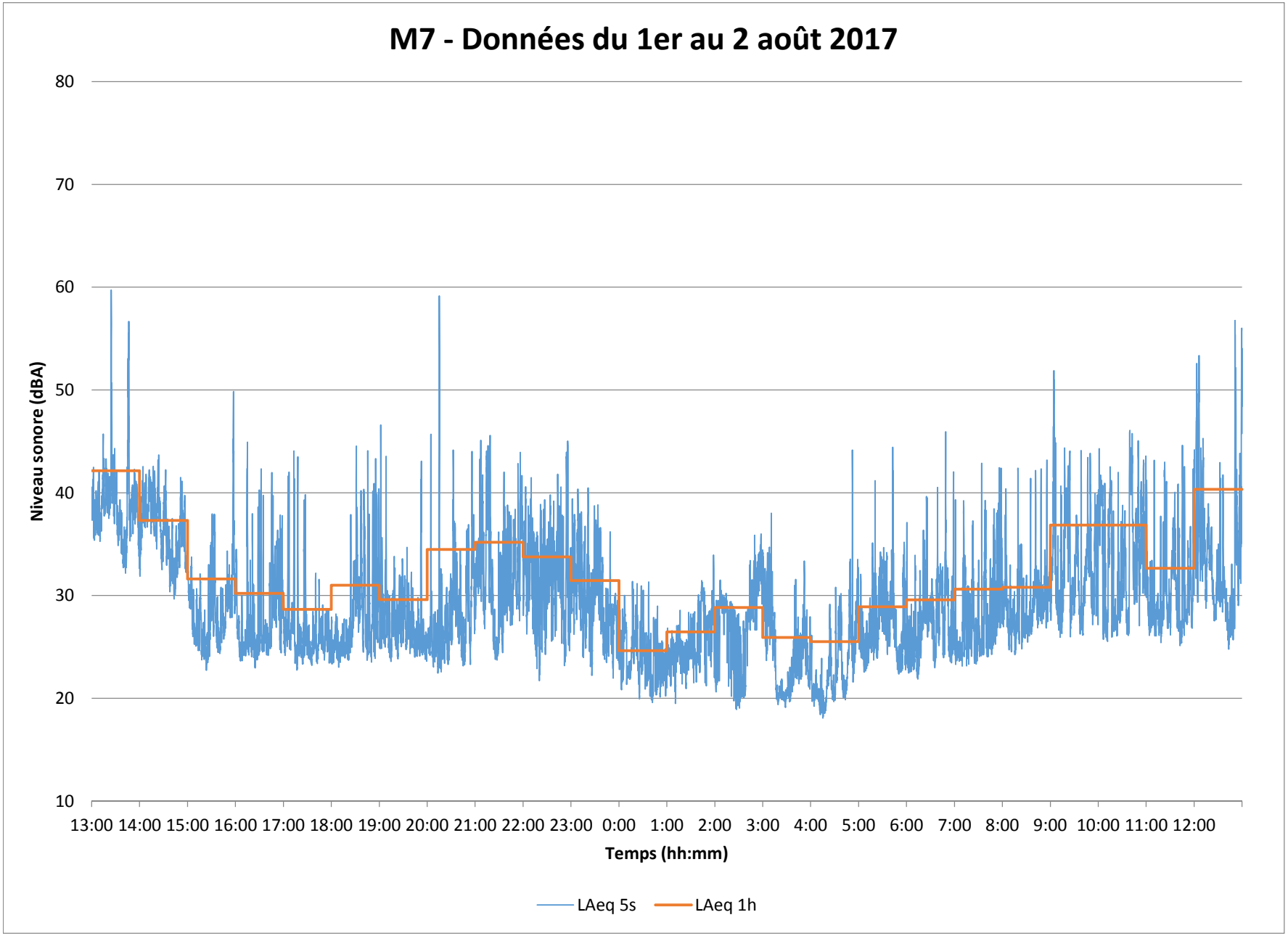


Tableau 6 Données pour M6

Date	Time	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2016/10/29	19:00:00	59.5	19:31:00	53.0	48.3	43.9	41.7	51.6	45.6	5.9	46.7	45.6
2016/10/29	20:00:00	61.3	20:05:37	53.6	47.8	42.7	41.2	49.8	45.1	4.6	46.0	45.1
2016/10/29	21:00:00	59.6	21:39:55	52.9	46.6	41.7	40.7	50.2	44.2	6.1	45.3	44.2
2016/10/29	22:00:00	64.1	22:00:09	52.8	46.2	40.8	39.5	48.5	43.9	4.6	44.8	43.9
2016/10/29	23:00:00	57.8	23:32:54	52.8	44.6	40.5	39.3	47.4	42.9	4.6	43.9	42.9
2016/10/30	0:00:00	54.6	0:45:20	49.8	42.1	39.4	38.2	47.3	41.1	6.2	42.2	41.1
2016/10/30	1:00:00	52.2	1:17:21	47.0	39.8	38.7	37.9	46.3	39.5	6.8	40.4	39.5
2016/10/30	2:00:00	56.2	2:09:20	45.9	39.3	38.2	37.2	46.4	39.1	7.4	39.7	39.1
2016/10/30	3:00:00	53.5	3:38:01	45.8	39.1	38.2	37.3	46.9	39.0	8.0	39.5	39.0
2016/10/30	4:00:00	58.3	4:03:40	46.9	39.2	38.3	37.5	45.6	39.3	6.3	40.0	39.3
2016/10/30	5:00:00	54.0	5:49:50	48.6	40.4	39.1	37.9	46.6	40.3	6.2	41.0	40.3
2016/10/30	6:00:00	54.6	6:28:03	48.3	40.6	38.8	37.9	46.2	40.1	6.0	40.8	40.1
2016/10/30	7:00:00	57.3	7:19:53	52.4	45.3	39.1	38.2	48.0	42.4	5.5	43.6	42.4
2016/10/30	8:00:00	62.6	8:50:13	53.2	47.9	40.2	38.9	52.0	44.3	7.7	45.9	44.3
2016/10/30	9:00:00	64.5	9:01:05	53.5	48.8	41.4	38.3	52.6	45.0	7.5	47.4	45.0
2016/10/30	10:00:00	62.9	10:18:53	54.3	49.4	42.8	38.9	56.1	45.8	10.2	47.9	45.8
2016/10/30	11:00:00	61.4	11:51:55	53.3	47.9	41.9	38.6	53.8	44.7	9.1	46.2	44.7
2016/10/30	12:00:00	69.7	12:19:43	52.2	47.5	41.9	38.7	54.2	44.3	9.8	46.8	44.3
2016/10/30	13:00:00	62.8	13:56:53	53.7	48.8	43.1	39.7	55.1	45.6	9.4	47.5	45.6
2016/10/30	14:00:00	63.1	14:43:58	54.3	49.6	43.9	40.1	54.1	46.4	7.7	47.6	46.4
2016/10/30	15:00:00	62.0	15:25:57	54.8	49.6	44.4	40.7	55.6	46.6	9.0	47.9	46.6
2016/10/30	16:00:00	59.8	16:58:55	54.0	49.3	43.4	39.5	54.6	45.9	8.7	47.3	45.9
2016/10/30	17:00:00	63.6	17:06:46	54.3	48.8	42.5	38.8	53.6	45.5	8.1	47.3	45.5
2016/10/30	18:00:00	57.8	18:07:32	52.7	46.4	40.1	38.1	52.1	43.3	8.8	44.4	43.3
2016/10/30	19:00:00	67.1	19:07:14	54.9	46.5	39.9	38.3	52.0	44.6	7.4	45.7	44.6
2016/10/30	20:00:00	60.7	20:37:42	52.0	45.0	39.5	38.1	49.9	42.4	7.4	43.7	42.4
2016/10/30	21:00:00	57.3	21:16:11	51.0	42.7	39.2	38.1	48.2	41.5	6.7	42.3	41.5
2016/10/30	22:00:00	59.6	22:05:30	49.4	40.4	38.8	37.9	51.5	40.6	10.9	41.3	40.6

2016/10/30	23:00:00	59.1	23:59:48	49.9	40.7	39.1	38.3	48.2	40.7	7.5	41.5	40.7
2016/10/31	0:00:00	64.1	0:36:23	49.0	42.2	39.0	37.9	55.3	40.7	14.6	43.6	40.7
2016/10/31	1:00:00	58.4	1:39:50	51.7	43.3	39.3	38.2	54.8	41.8	13.1	43.0	41.8
2016/10/31	2:00:00	59.5	2:18:28	50.1	41.5	39.4	38.4	55.3	41.1	14.2	42.3	41.1
2016/10/31	3:00:00	61.4	3:33:15	53.1	45.2	40.3	38.9	57.4	43.2	14.2	45.0	43.2
2016/10/31	4:00:00	63.3	4:34:29	53.7	47.4	40.8	38.3	60.7	44.3	16.4	46.2	44.3
2016/10/31	5:00:00	66.9	5:51:30	55.8	49.6	42.2	38.4	59.9	46.4	13.5	48.3	46.4
2016/10/31	6:00:00	60.6	6:18:55	54.2	49.1	42.0	38.4	57.6	45.5	12.1	47.1	45.5
2016/10/31	7:00:00	59.2	7:03:36	53.9	49.6	42.6	38.8	55.1	45.7	9.3	47.0	45.7
2016/11/01	8:00:00	65.6	8:16:39	56.7	52.2	47.5	42.6	58.6	49.3	9.3	50.3	49.3
2016/11/01	9:00:00	63.8	9:51:55	56.3	52.3	46.7	42.4	57.5	48.9	8.6	50.1	48.9
2016/11/01	10:00:00	66.1	10:21:49	57.2	53.9	48.1	43.7	59.6	50.4	9.2	51.3	50.4
2016/11/01	11:00:00	72.0	11:03:45	60.2	54.6	48.6	43.4	64.7	51.8	13.0	52.9	51.8
2016/11/01	12:00:00	64.9	12:45:54	60.1	56.2	50.2	44.1	61.7	52.6	9.1	53.4	52.6
2016/11/01	13:00:00	82.5	13:20:09	66.3	59.8	52.7	46.0	66.4	57.4	9.0	59.1	57.4
2016/11/01	14:00:00	67.1	14:05:39	61.7	56.7	50.5	44.2	62.1	53.2	8.9	54.0	53.2
2016/11/01	15:00:00	65.8	15:11:53	62.3	57.6	51.9	45.6	62.3	54.2	8.1	54.8	54.2
2016/11/01	16:00:00	74.7	16:18:05	63.0	57.7	52.9	46.1	63.8	54.7	9.1	56.9	54.7


M7 - Données du 1er au 2 août 2017
Niveau sonore (dBA)
80
70
60
50
40
30
20
10
13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00
Temps (hh:mm)
LAeq 5s
LAeq 1h

Date	Time	Duration	LAFmax	LAFmax Time	LAF1,00	LAF10,00	LAF50,00	LAF95,00	LCeq	LAeq	LCeq - LAeq	LAleq	LAeq
2017/08/01	12:05:00	00:54:59,6	81.8	12:10:00	69.9	48.5	41.0	37.3	59.8	56.4	3.4	62.0	56.4
2017/08/01	13:00:00	01:00:00,0	67.3	13:24:33	54.1	42.0	38.5	34.0	55.0	42.1	12.9	43.9	42.1
2017/08/01	14:00:00	01:00:00,0	50.0	14:15:17	42.2	40.0	36.7	31.8	48.9	37.3	11.6	37.8	37.3
2017/08/01	15:00:00	01:00:00,0	57.6	15:57:30	42.9	32.5	27.9	23.9	45.3	31.6	13.7	33.7	31.6
2017/08/01	16:00:00	01:00:00,0	51.2	16:34:46	40.7	33.0	26.1	23.8	44.3	30.2	14.0	32.0	30.2
2017/08/01	17:00:00	01:00:00,0	47.0	17:13:14	40.0	28.6	25.6	23.5	43.6	28.7	14.9	29.6	28.7
2017/08/01	18:00:00	01:00:00,0	47.8	18:45:42	41.0	34.2	26.5	23.8	46.6	31.0	15.6	31.9	31.0
2017/08/01	19:00:00	01:00:00,0	50.0	19:01:58	39.9	31.0	26.6	24.1	46.2	29.6	16.6	30.4	29.6
2017/08/01	20:00:00	01:00:00,0	62.0	20:15:14	41.6	33.7	26.5	23.4	44.1	34.5	9.7	36.9	34.5
2017/08/01	21:00:00	01:00:00,0	47.8	21:44:22	44.1	39.0	31.6	24.8	45.9	35.2	10.7	35.7	35.2
2017/08/01	22:00:00	01:00:00,0	52.3	22:54:44	42.7	36.9	31.3	24.6	48.6	33.8	14.8	35.7	33.8
2017/08/01	23:00:00	01:00:00,0	46.7	23:34:27	38.9	35.0	29.1	24.2	43.5	31.5	12.0	32.2	31.5
2017/08/02	00:00:00	01:00:00,0	33.4	00:16:59	30.6	27.0	23.6	20.5	38.1	24.6	13.4	25.1	24.6
2017/08/02	01:00:00	01:00:00,0	34.9	01:58:27	31.1	29.2	25.5	21.4	37.6	26.5	11.1	27.1	26.5
2017/08/02	02:00:00	01:00:00,0	40.1	02:44:02	35.1	31.9	28.3	19.8	38.8	28.8	9.9	29.7	28.8
2017/08/02	03:00:00	01:00:00,0	53.2	03:10:35	33.7	29.4	23.1	19.8	36.5	25.9	10.6	28.5	25.9
2017/08/02	04:00:00	01:00:00,0	53.3	04:52:19	32.6	27.9	21.7	18.8	36.4	25.5	10.9	30.2	25.5
2017/08/02	05:00:00	01:00:00,0	55.6	05:42:47	37.0	31.0	25.9	22.7	37.0	28.9	8.1	34.7	28.9
2017/08/02	06:00:00	01:00:00,0	51.1	06:49:04	39.7	32.4	25.1	22.3	41.1	29.6	11.5	35.3	29.6
2017/08/02	07:00:00	01:00:00,0	53.3	07:58:33	42.5	31.8	25.2	23.3	42.2	30.6	11.5	38.1	30.6
2017/08/02	08:00:00	01:00:00,0	45.9	08:55:29	40.7	32.5	28.4	25.1	46.1	30.8	15.3	33.2	30.8
2017/08/02	09:00:00	01:00:00,0	58.8	09:04:02	48.1	39.5	30.8	26.7	47.4	36.8	10.6	42.6	36.8
2017/08/02	10:00:00	01:00:00,0	57.0	10:01:12	45.9	41.9	31.8	26.0	51.4	36.9	14.5	40.7	36.9
2017/08/02	11:00:00	01:00:00,0	52.6	11:23:15	42.5	35.5	29.1	25.9	48.6	32.7	16.0	34.8	32.7
2017/08/02	12:00:00	01:00:00,0	64.6	12:59:32	53.4	41.3	31.9	26.4	52.8	40.3	12.4	44.0	40.3
2017/08/02	13:00:00	00:01:10,0	66.5	13:00:21	63.7	57.6	42.5	27.4	58.1	53.1	5.1	58.9	53.1

ANNEXE

E

PUISSANCES ACOUSTIQUES

Description	Description			Bande d'octave									
		Marque	Modèle	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Global (dB)
Air Compressor (Diesel)	Compresseur d'air (Diesel)	Doosan	P250WJD-T4I / HP450	94,0	90,0	95,0	94,0	92,0	95,0	100,0	97,0	90,0	104,8
Articulated Dump Trucks	Camion articulé	CAT	740	109,2	119,0	112,9	111,5	107,4	105,5	104,1	95,2	87,9	121,2
Compactor Vib Smooth (Diesel)	Compacteur vibratoire (Diesel)	CAT	CS44	86,8	109,9	107,4	99,1	101,4	92,9	90,9	87,2	83,3	112,6
Concrete Pump Truck (Diesel)	Camion pompe à béton	Putzmeister	BSF 38Z.16H / BPL 2023-4		111,0	105,0	103,0	103,0	102,0	103,0	95,0	91,0	113,7
Cone Crushing Units	Concasseur - conique	Smi	CST	107,7	107,5	111,2	111,4	110,4	110,0	107,9	104,1	98,6	118,3
Container Reach Stacker (Diesel)	Chariot élévateur pour containers (Diesel)	Terex	LIFTFACE 5-31	98,8	100,8	103,7	110,4	107,6	103,2	97,4	90,0	81,5	113,8
Crane Crawler (Diesel)	Grue sur chenilles (Diesel)	Liebherr	LR1200 / LR1300		96,0	99,0	96,0	90,0	94,0	94,0	83,0	74,0	103,4
Crane Rough Terrain (Diesel)	Grue sur roues pour terrain accidenté (Diesel)	Terex,Grove,Linkbelt	90-100T(100-110)		108,0	104,0	99,0	91,0	92,0	91,0	84,0	78,0	110,0
Dozer Crawler (Diesel)	Bouteur (Diesel)	CAT	D4 / D6	107,0	112,0	113,0	108,0	107,0	106,0	103,0	99,0	95,0	117,7
Dozer Crawler (Diesel)	Bouteur (Diesel)	CAT	D8/D10	111,2	116,2	117,2	112,2	111,2	110,2	107,2	103,2	99,2	121,9
Excavator Crawler (Diesel)	Pelle hydraulique sur chenilles (Diesel)	CAT	320E / 329E	106,9	108,7	110,7	103,3	102,5	102,2	99,2	91,5	83,1	114,8
Excavator Crawler (Diesel)	Pelle hydraulique sur chenilles (Diesel)	CAT	390	108,5	110,3	112,3	104,9	104,1	103,8	100,8	93,1	84,7	116,4
Grader 9 (Diesel)	Niveleuse (Diesel)	CAT	14M	107,3	110,3	117,0	117,7	116,8	112,0	108,7	104,0	96,3	123,0
Jaw Crushing Units	Concasseur - à mâchoire	SMI	JHT	107,9	107,7	111,5	111,6	110,6	110,2	108,1	104,3	98,9	118,6
Loader Backhoe (Diesel)	Pelle rétrocaveuse (Diesel)	CAT	420F	96,8	96,8	95,8	91,8	90,8	90,8	89,8	82,8	75,8	102,7
Loader Skidsteer Track (Diesel)	Chargeur compact rigide (Diesel)	CAT	272D	96,8	96,8	95,8	91,8	90,8	90,8	89,8	82,8	75,8	102,7
Loader Wheel (Diesel)	Chargeur sur roues (Diesel)	CAT	950M / 966K	89,5	95,9	106,3	110,4	101,7	100,8	98,2	93,6	86,8	112,9
Loader Wheel (Diesel)	Chargeur sur roues (Diesel)	CAT	988	96,8	103,2	113,6	117,7	109,0	108,1	105,5	100,9	94,1	120,1
Rock Drill	Foreuse	A/C	ROC F9		108,2	117,1	119,6	119,2	121,0	121,8	122,0	121,1	129,0
Rock Trucks	Camion hors route	CAT	773	109,7	118,3	115,2	112,2	108,2	107,2	105,5	100,1	92,9	121,6
Screen Plants	Tamis	SMI	SPYDER 622TH	103,5	111,2	110,3	111,1	111,4	110,1	108,4	106,2	99,2	118,7
Tractor Industrial (Diesel)	Tracteur industriel (Diesel)	John Deer	6415	96,8	96,8	95,8	91,8	90,8	90,8	89,8	82,8	75,8	102,7
Truck Flatbed / Stakebed 2/3t 4x2 (Diesel)	Camion plate-forme (Diesel)	Ford Flatbed	F650XL	102,2	103,2	103,2	96,2	99,2	102,2	95,2	89,2	79,2	109,7
Truck Heavy Duty (Diesel)	Camion 12 roues (Diesel)	International	7400 WORK STAR	102,9	103,9	103,9	96,9	99,9	102,9	95,9	89,9	79,9	110,3
	Génératrice SKD MTD 750-800 (Diesel)	CAT	C27	107,3	111,9	124,1	117,9	117,1	115,8	112,2	105,6	99,1	126,6
	Génératrice 20-25 kW TRL MTD(Diesel)	Multiquip	DCA20SPXU4F	77,0	81,6	93,8	87,6	86,8	85,5	81,9	75,3	68,8	96,2
	Génératrice 700-10000W (Gasoline)	Multiquip	GA97HEA	93,2	97,8	110,0	103,8	103,0	101,7	98,1	91,5	85,0	112,4

			Bandes d'octave								
Identification source	**Description de l'équipement**	**Description de l'équipement**	**63Hz**	**125Hz**	**250Hz**	**500Hz**	**1kHz**	**2kHz**	**4kHz**	**8kHz**	**Global (dB)**
TRAIN 1 & TRAIN 2											
A	REGENERATION GAS COMPRESSOR & MOTOR	Compresseur et moteur pour regénération du gaz	92,1	97,1	96,1	94,1	97,1	102,1	99,1	92,1	106,5
B1	HHC REMOVAL COMPRESSOR	Compresseur pour extraction HHC	99,4	99,4	98,4	101,4	104,4	104,4	102,4	99,4	110,8
B2	HHC REMOVAL EXPANDER	Unité d'extension pour extraction HHC	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	107,0
C	BOOSTER COMPRESSOR & MOTOR	Compresseur et moteur du booster	111,9	108,9	104,9	100,9	106,9	103,9	95,9	87,9	115,5
D	LP MR COMPRESSOR & MOTOR	Compresseur et moteur BP MR	103,1	108,1	107,1	105,1	108,1	113,1	110,1	103,1	117,5
E	HP MR COMPRESSOR & MOTOR	Compresseur et moteur HP MR	103,1	108,1	107,1	105,1	108,1	113,1	110,1	103,1	117,5
F	PROPANE REFRIGERANT COMPRESSOR & MOTOR	Compresseur et moteur du réfrigérant de propane	103,1	108,1	107,1	105,1	108,1	113,1	110,1	103,1	117,5
G	LEAN AMINE COOLER (FANS)	Refroidisseur d'amine pauvre (ventilateurs)	116,7	107,7	97,7	89,7	78,7	75,7	72,7	69,7	117,3
H	AMINE REGENERATION CONDENSER (FANS)	Condenseur de regénération d'amine (ventilateurs)	96,3	100,3	95,3	95,3	91,3	82,3	70,3	61,3	103,7
I	DEHYDRATION INLET COOLER (FANS)	Refroidisseur pour l'entrée de déshydratation (ventilateurs)	116,7	107,7	97,7	89,7	78,7	75,7	72,7	69,7	117,3
J	REGENERATION GAS COOLER (FANS)	Refroidisseur pour gaz regénéré (ventilateurs)	116,7	107,7	97,7	89,7	78,7	75,7	72,7	69,7	117,3
K	HEATING MEDIUM TRIM COOLER (FANS)	Refroidisseur pour balancement chauffage medium (ventilateurs)	116,7	107,7	97,7	89,7	78,7	75,7	72,7	69,7	117,3
L	BOOSTER COMPRESSOR AFTERCOOLER (FANS)	Post-refroidisseur pour compresseur du booster (ventilateurs)	82,1	87,1	86,1	84,1	87,1	92,1	89,1	82,1	96,5
M	CONDENSATE STABILIZER OVD. CONDENSER (FANS)	Condenseur OVD. du stabilisateur de condensat	116,7	107,7	97,7	89,7	78,7	75,7	72,7	69,7	117,3
N	CONDENSATE COOLER (FANS)	Refroidisseur condensat (ventilateurs)	96,3	100,3	95,3	95,3	91,3	82,3	70,3	61,3	103,7
O	LP MR COMPRESSOR AFTERCOOLER (FANS)	Post-refroidisseur du compresseur LP MR (ventilateurs)	82,1	87,1	86,1	84,1	87,1	92,1	89,1	82,1	96,5
P	HP MR COMPRESSOR AFTERCOOLER (FANS)	Post-refroidisseur du compresseur HP MR (ventilateurs)	82,1	87,1	86,1	84,1	87,1	92,1	89,1	82,1	96,5
Dé-	PROPANE DESUPERHEATER (FANS)	Dé-super-réchauffeur du propane (ventilateurs)	96,3	100,3	95,3	95,3	91,3	82,3	70,3	61,3	103,7
R	PROPANE CONDENSER (FANS)	Condenseur propane (ventilateurs)	96,3	100,3	95,3	95,3	91,3	82,3	70,3	61,3	103,7
S	PROPANE SUBCOOLER (FANS)	Sous-refroidisseur propane (ventilateurs)	96,3	100,3	95,3	95,3	91,3	82,3	70,3	61,3	103,7
T	REGENERATION GAS HEATER	Réchauffeur gas regénéré	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	107,0
U	THERMAL OXIDIZER	Oxidant thermique	94,4	94,4	93,4	96,4	99,4	99,4	97,4	94,4	105,8
V	HEATING MEDIUM HEATER	Réchauffeur medium - chauffage	98,7	106,7	110,7	104,7	96,7	91,7	88,7	88,7	113,2
W	LNG HYDRAULIC TURBINE	Turbine hydraulique GNL	95,4	98,4	99,4	101,4	96,4	77,4	76,4	96,4	106,2
X	HMR HYDRAULIC TURBINE	Turbine hydraulique HMR	95,4	98,4	99,4	101,4	96,4	77,4	76,4	96,4	106,2
Y	LP LEAN AMINE PUMPS & MOTORS	Pompes et moteurs BP amine pauvre	64,3	66,2	71,7	72,3	73,1	71,9	69,1	62,2	79,3
Z	HP LEAN AMINE PUMPS & MOTORS	Pompes et moteurs HP amine pauvre	64,3	66,2	71,7	72,3	73,1	71,9	69,1	62,2	79,3
OBSL											
A	BOG COMPRESSORS & MOTORS	Moteurs et compresseur de "bog"	94,1	99,1	98,1	96,1	99,1	104,1	101,1	94,1	108,5
B	AIR COMPRESSORS & MOTORS	Moteurs et compresseur d'air	91,3	96,3	95,3	93,3	96,3	101,3	98,3	91,3	105,7
C	FIREWATER PUMPS										
D	BOG COMPRESSOR AFTERCOOLER (FANS)	Post-refroidisseur du compresseur de "bog"	82,1	87,1	86,1	84,1	87,1	92,1	89,1	82,1	96,5