

Municipalité de L'Islet

ÉVALUATION DES VULNÉRABILITÉS ET DES RISQUES

EN RAISON DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Version originale : août 2018

Révision : avril 2019

Document réalisé par Groupe Conseil Carbone



Avis

Le présent rapport fait état d'opinions émises par les experts de Groupe Conseil Carbone (« GCC »). Les opinions ont été formulées en se basant sur la compétence professionnelle de GCC avec toutes les précautions qui s'imposent. Le rapport ainsi que toute la méthodologie, les hypothèses, les techniques et les procédures qui ont prévalu durant ce mandat, doivent être lus dans le contexte de l'offre de services présentée à la Municipalité de L'Islet (le « Client »). Ce rapport est à l'usage exclusif du Client et n'a pour objectif que celui défini dans la proposition de l'offre de services. Les recours du Client sont limités à ceux prévus dans l'offre de services. Le rapport doit être lu comme un tout et aucune portion du rapport ne doit être prise de manière hors contexte. S'appuyant sur les mesures permises par les lois en vigueur, GCC n'est pas responsable de l'utilisation que le Client ou les tiers peuvent faire de tout ou d'une partie du présent rapport (communication, publication, référencement, citation, diffusion ou renvoi), y compris des prises de décision ou d'actions, en se basant sur ce rapport.

© 2019 Municipalité de L'Islet. Tous droits réservés. Cette étude a été exécutée avec l'aide du gouvernement du Canada et de la Fédération canadienne des municipalités. Malgré ce soutien, les opinions exprimées sont celles de leurs auteurs, et la Fédération canadienne des municipalités et le gouvernement du Canada rejettent toute responsabilité à cet égard.

SOMMAIRE

La municipalité de L'Islet se situe sur la rive sud du Saint-Laurent tout juste à l'est de Montmagny. La topographie de L'Islet est relativement plate sur un sol argileux. La municipalité est sillonnée par quelques cours d'eau. Le secteur agricole est un moteur économique important de la municipalité et quelques industries y ont pied. La municipalité de L'Islet jouit d'attraits touristiques tels que, entre autres, le Musée maritime du Québec, ses bâtiments patrimoniaux et son refuge pour oiseaux.

Son personnel administratif comme ses quelque 4 000 citoyens ont exprimé leurs inquiétudes en raison des menaces du changement climatique. Afin d'être en mesure de protéger les actifs physiques et les citoyens ainsi que de développer la municipalité en toute connaissance de cause, le conseil municipal a mandaté Groupe Conseil Carbone pour évaluer ses vulnérabilités face aux menaces du changement climatique. Une analyse quantitative en est issue pour mettre en évidence les besoins d'adaptation.

Groupe Conseil Carbone a considéré les trois volets du développement durable, soit l'aspect social, économique et environnemental dans l'évaluation des menaces du changement climatique. Pour ce faire, l'historique régional des aléas climatiques est présenté de façon à comprendre comment les événements météorologiques de la région de L'Islet sont affectés par le changement climatique. L'évolution de chaque aléa est aussi décrite selon des modèles climatiques et des publications scientifiques les plus récentes. Ces prévisions sont mises en perspectives des réalités sociales, économiques et de la biodiversité et donnent lieu à une liste de vulnérabilités pour lesquelles les impacts des aléas climatiques sont quantifiés en fonction de leur gravité et de leur probabilité.

La proximité de la municipalité de L'Islet avec le fleuve Saint-Laurent a suscité une certaine inquiétude dans la population en ce qui concerne les risques de montée des eaux du fleuve Saint-Laurent. Les dernières études scientifiques n'indiquent cependant pas de tendance significative à l'élévation du niveau du fleuve à la localisation de L'Islet. En revanche, le changement climatique se manifeste d'une multitude de façons. Comme présenté dans le rapport, les risques peuvent autant porter sur l'économie (diminution du rendement des cultures) que sur la santé humaine (chaleur accablante affectant les travailleurs à l'extérieur) ou sur l'environnement (augmentation de la fréquence de la contamination des cours d'eau, diminution de la biodiversité).

Le changement climatique étant inévitable, savoir s'adapter l'est tout autant. Par conséquent, ce rapport est un préambule à la mise en place d'un plan d'adaptation qui proposerait les stratégies pour agir et adresser les principales préoccupations liées au changement climatique tout en respectant les contraintes budgétaires de la municipalité.

Table des matières

LEXIQUE.....	vi
ACRONYMES.....	viii
1 Introduction.....	9
1.1 Mise en contexte.....	9
1.2 Démarche.....	10
2 Portrait de la municipalité.....	12
2.1 Portrait du territoire.....	12
2.2 Portrait démographique.....	13
2.3 Portrait économique.....	13
2.4 Les activités récréotouristiques.....	14
2.5 La structure administrative municipale.....	14
3 Climat actuel et prévisions des modèles climatiques.....	15
3.1 La température.....	15
3.2 Les précipitations.....	17
3.3 Les zones inondables.....	20
3.4 Les pluies verglaçantes.....	21
3.5 Le fleuve Saint-Laurent.....	21
3.6 Les tempêtes.....	22
3.7 Le vent.....	24
4 Analyse des vulnérabilités.....	25
4.1 Préoccupations des citoyens.....	25
4.2 L’environnement bâti.....	25
4.3 Les ressources hydriques.....	31
4.4 La société et les populations vulnérables.....	32
4.5 L’environnement naturel.....	34
5 L’appréciation des risques.....	37
5.1 La méthodologie.....	37
5.2 Les résultats.....	39
6 Conclusion.....	41
7 Références.....	42

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1-1 Les conséquences climatiques de l'accumulation de gaz à effet de serre</i>	10
<i>Figure 3-1 Évolution des températures moyennes annuelles entre 1963 et 2001</i>	16
<i>Figure 3-2 Identification des îlots de chaleur pour L'Islet et ses environs</i>	17
<i>Figure 3-3 Évolution des précipitations annuelles entre 1965 et 1998</i>	18
<i>Figure 3-4 Nombre de tempêtes hivernales dans l'hémisphère nord</i>	22
<i>Figure 3-5 Évolution de la proportion des cyclones meurtriers au Canada</i>	22
<i>Figure 3-6 Les trajectoires des tempêtes extratropicales</i>	23
<i>Figure 4-1 Exposition des infrastructures de la zone patrimoniale</i>	26
<i>Figure 4-2 Relief d'une zone inondable à risque de contamination</i>	29

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 2-1 Évolution de la population</i>	13
<i>Tableau 2-2 Répartition de la population par secteur d'activité</i>	13
<i>Tableau 3-1 Projections de l'évolution de la température de la région « sous-région sud » par rapport aux moyennes de la période 1961-1990</i>	17
<i>Tableau 3-2 Projections de précipitations pour la sous-région sud</i>	19
<i>Tableau 4-1 Inquiétudes partagées par les résidents participants à la consultation publique</i>	25
<i>Tableau 4-2 Section nord de la route 132</i>	28
<i>Tableau 4-3 Section sud de la route 132</i>	29
<i>Tableau 4-4 Répercussions des aléas climatiques sur le bien-être des sous-populations</i>	32
<i>Tableau 4-5 Microorganismes causant une maladie dont la fréquence de détection sera à la hausse dans les régions québécoises auparavant hostiles</i>	34
<i>Tableau 4-6 Les ravageurs forestiers influencés par les changements climatiques</i>	36
<i>Tableau 5-1 Critères d'évaluation de la gravité</i>	38
<i>Tableau 5-2 Présentation des risques sur les aspects sociaux</i>	39
<i>Tableau 5-3 Présentation des risques sur les aspects économiques</i>	40
<i>Tableau 5-4 Présentation des risques sur l'environnement naturel</i>	40

LISTE DES ANNEXES

<i>Annexe 1 Cartographie des milieux humides sur le territoire de la municipalité de L'Islet</i>	45
<i>Annexe 2 Illustration de l'occupation du territoire</i>	46
<i>Annexe 3 Localisation des bâtiments dans la zone patrimoniale</i>	47
<i>Annexe 4 Cartographie des zones inondables identifiées par la MRC de L'Islet (2017)</i>	49
<i>Annexe 5 Estimation de la récurrence du niveau des crues du Saint-Laurent</i>	50
<i>Annexe 6 Localisation des sites d'enfouissement de matières résiduelles désaffectés</i>	51
<i>Annexe 7 Classement des risques en fonction de leur cote</i>	52

LEXIQUE

Aléa climatique	Phénomène météorologique, soit intermittent (tornade, verglas, vent, vague de chaleur, sécheresse, redoux), ou d'évolution à plus ou moins long terme (hausse des températures moyennes). (adapté de ADEME)
Argile	Si perturbée, l'argile peut perdre sa force physique et agir comme un liquide. Les types de glissements de terrain engendrés sont des coulées ou des étalements. (Ressources naturelles Canada)
Climat	Synthèse des conditions météorologiques quotidiennes d'une zone donnée, le climat est représenté par un ensemble de statistiques rassemblées pendant une certaine période, souvent de 30 ans ou plus. Il suggère les conditions météorologiques auxquelles s'attendre et leurs probabilités. (Environnement Canada)
Changement climatique	État du climat, que l'on peut déceler par des modifications de la moyenne ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période. (GIEC)
Environnement	L'eau, l'atmosphère et le sol ou toute combinaison de l'un ou l'autre ou d'une manière générale le milieu ambiant avec lequel les espèces vivantes entretiennent des relations dynamiques (Loi sur la qualité de l'environnement, chapitre Q-2)
Exposition	Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte susceptible de subir des dommages. (GIEC 2014)
Impact	Terme utilisé pour désigner les conséquences de l'interaction du changement climatique ou des événements climatiques dangereux sur les systèmes naturels et humains.
Orage	Les orages se forment lorsque de l'air très chaud rencontre de l'air très froid. Ils causent parfois des pluies importantes, des vents violents et de la foudre. (INSPQ)
Risque	Conséquences éventuelles, mais incertaines d'un événement sur quelque chose ayant une valeur. Le risque est souvent représenté comme la probabilité d'occurrence, de tendances ou d'événements dangereux. Il découle des interactions de la vulnérabilité, de l'exposition et des aléas. Dans le présent rapport, le terme « risque » sert à désigner les risques liés au changement climatique.

Tempête post-tropicale	Dépression, tempête, ouragan qui se déplace hors des tropiques. Elle est caractérisée par des quantités torrentielles de précipitations et des vents violents. Pour les secteurs côtiers, s'ajoutent de fortes vagues et des surcotes.
Tornade	Tourbillon de vents extrêmement violents. Elle naît par temps chaud et humide sous un nuage d'orage qui se trouve près des fronts ou des zones de transition entre masses d'air chaud et masses d'air froid. (INSPQ et Environnement Canada)
Trombe marine	Semblable à une tornade, elle est beaucoup plus petite et plus faible. Le diamètre d'une trombe marine varie de sept à vingt mètres de diamètre et ses vents soufflent entre 40 et 80 km/h. Les trombes marines ne posent aucune menace sur la terre puisqu'elles s'effondrent dès qu'elles atteignent le littoral. (Environnement Canada)
Vulnérabilité	Degré de capacité d'un système à faire face ou non aux effets néfastes du changement climatique (y compris la variabilité climatique et les extrêmes). En d'autres mots, la vulnérabilité est la propension ou la prédisposition à subir des dommages. Elle dépend de la nature de l'aléa climatique et de son ampleur. (Adapté de GIEC 2014)
Zone inondable	Une zone inondable est délimitée par le gouvernement fédéral suivant le critère minimal de la crue nominale à période de récurrence de cent ans (c'est-à-dire une inondation qui a 1 % de probabilité d'être égalée ou dépassée durant une année donnée). (Environnement Canada) Cela revient à des probabilités de dépassement de la crue centennale de 18 % sur une période de vingt ans et de 39 % sur une période de cinquante ans.

ACRONYMES

CC	Changement climatique
GCC	Groupe Conseil Carbone
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
km/h	Kilomètre par heure
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MRC	Municipalité régionale de comté
RNCan	Ressources naturelles Canada
SMOG	Contraction des mots <i>smoke</i> (fumée) et <i>fog</i> (brouillard)

1 Introduction

La municipalité de L'Islet a donné le mandat à Groupe Conseil Carbone (GCC) de réaliser une analyse des vulnérabilités de la municipalité et de ses risques encourus dans la perspective de l'évolution du changement climatique (CC). Ce rapport se veut un premier pas vers la création d'un plan d'adaptation qui tiendra compte des besoins et des ressources de la municipalité de L'Islet.

1.1 Mise en contexte

L'année 2017 a été reconnue comme faisant partie des trois années les plus chaudes jamais enregistrées depuis le début des relevés météorologiques, avec 2015 et 2016. Elle a été également marquée par son lot d'événements extrêmes. Par exemple, au Québec, les inondations du printemps 2017 ont marqué les esprits par leur ampleur, et les ouragans qui ont frappé les États-Unis (Harvey) et les Caraïbes (Irma) sont encore dans toutes les mémoires. Bien qu'il soit impossible d'associer un événement ponctuel au CC, la communauté scientifique s'accorde à dire que ces événements seront amenés à se reproduire, soit plus fréquemment, soit avec une intensité plus élevée. En conséquence, il est pertinent pour toute communauté de se poser la question des nouveaux risques apportés par le changement climatique. C'est dans ce cadre que ce document donne l'ensemble des menaces climatiques auxquelles les habitants de L'Islet sont exposés avec les conséquences qu'ils pourraient vivre.

Ainsi, le CC est déjà en cours dans nos régions et leurs conséquences sont particulièrement variées. À la différence de certaines régions, comme les états insulaires pour lesquels les vulnérabilités peuvent paraître évidentes, en l'occurrence la montée des eaux, les régions du Québec sont exposées à une multitude de risques qui méritent d'être analysés en détail.

L'objectif de ce document est double : d'une part, déterminer les risques spécifiques véhiculés par le CC pour la municipalité et ses habitants ; d'autre part, élaborer un plan d'adaptation qui expose l'ensemble des mesures à déployer afin de réduire la vulnérabilité de la municipalité.

Cette démarche est à mettre en perspective avec l'effort de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) notamment documenté grâce au Plan d'action de la municipalité de L'Islet (janvier 2014). Il est maintenant reconnu que les efforts d'atténuation du CC, bien que nécessaires, ne sont pas suffisant pour empêcher certaines des conséquences. C'est pourquoi un plan d'adaptation est complémentaire au Plan d'action.

Dans un souci de clarifier les liens de cause à effet entre le réchauffement des températures moyennes amené par les émissions de GES et leurs conséquences concrètes, le logigramme de la Figure 1-1 a été réalisé par GCC.

Figure 1-1 Les conséquences climatiques de l'accumulation de gaz à effet de serre



Les aléas climatiques, comme les vagues de chaleur, les glissements de terrain ou l'érosion des berges, ne sont pas nouveaux. La différence apportée par le CC réside alors dans la modification de la fréquence et/ou de l'intensité des phénomènes météorologiques. En conséquence, il est nécessaire de comprendre comment les variations de ces phénomènes vont s'appliquer au territoire de la municipalité de L'Islet puisque l'ampleur des impacts (la cote du risque) variera localement selon les particularités des régions, des populations, des milieux naturels et de la structure de l'économie. Autrement dit, les conséquences sur la sécurité des personnes, sur les activités économiques et sur l'intégrité des écosystèmes sont non seulement spécifiques, mais aussi potentiellement variées. Cela a motivé les administrateurs de la municipalité de L'Islet à faire appel à des experts de l'adaptation au CC de la firme GCC. Les administrateurs de la municipalité veulent s'assurer à la fois que l'ensemble des services aux citoyens pourra continuer d'être offert malgré le CC et que les impacts potentiels du CC sur l'ensemble du territoire seront adressés.

1.2 Démarche

Les administrateurs de la municipalité ont un souci aiguisé du bien-être de leurs citoyens et de la pérennité des services municipaux à un coût avantageux. En conséquence, le conseil municipal a pris l'initiative d'aller de l'avant avec le projet d'évaluation de ses vulnérabilités dans le contexte du CC.

Pour atteindre l'objectif des autorités de la municipalité de L'Islet, GCC a mis en place une démarche qui vise à collecter l'ensemble des connaissances du territoire, qu'elles se trouvent dans des registres officiels ou dans la mémoire des individus. La démarche est la suivante :

- (1) Faire appel à la mémoire collective pour identifier le maximum d'événements associés au climat ;

- (2) Prendre le pouls de la population en regard de ses inquiétudes dans le contexte du CC ;
- (3) Dans ce cadre, les administrateurs de la municipalité ont convié les citoyens à une consultation publique animée par GCC. Cet événement a donné droit de parole aux citoyens pour qu'ils expriment leurs préoccupations en raison du CC. Ils ont également pu échanger sur les solutions qu'ils souhaiteraient voir mettre en place ;
- (4) S'informer consciencieusement sur l'évolution des aléas qui sont amplifiés par le CC provoqué par les activités humaines, à partir de diverses sources toutes aussi crédibles et fiables. GCC s'est limité aux données factuelles en réalisant une collecte de données dans l'ordre préférentiel suivant : local, régional, provincial, national, international. Les modèles, aussi récents soient-ils, comportent toutefois une marge d'incertitude surtout du fait que les prévisions sont liées à l'évolution des émissions de GES planétaires. Cela se reflètera principalement sur la vitesse à laquelle les phénomènes se produiront et sur leur amplitude ;
- (5) Connaître le territoire de L'Islet en raison de l'emplacement physique des infrastructures, de son économie, de sa géographie, de l'organisation de son tissu social et de son environnement naturel ;
- (6) Déterminer les impacts qu'aura l'évolution des aléas climatiques sur le territoire de L'Islet, notamment sur les infrastructures municipales, incluant le muret de protection, l'approvisionnement en eau de la municipalité et sur la santé et la sécurité des citoyens ;
- (7) Ordonner les risques futurs originaires des impacts ;
- (8) Donner lieu à un dialogue ouvert entre GCC, qui a fourni une évaluation objective des impacts potentiels des aléas climatiques, et les représentants municipaux qui peuvent témoigner des états de fait actuels ;
- (9) GCC a ajusté son analyse de risques pour proposer un ordonnancement concerté des vulnérabilités dans le but de conscientiser les représentants municipaux aux risques les plus élevés.

2 Portrait de la municipalité

Cette section présente la municipalité de L'Islet sous différents angles, de façon à avoir une vision d'ensemble de la situation.

2.1 Portrait du territoire

Située dans la région de Chaudière-Appalaches, la municipalité de L'Islet se trouve à 95 km de la ville de Québec, sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent. On peut y accéder par l'autoroute Jean Lesage ou par la route nationale 132. Elle s'étend sur une superficie de 119,52 km². La municipalité de L'Islet est issue de la fusion, réalisée le 1^{er} janvier 2000, des municipalités de L'Islet, L'Islet-sur-Mer et de Saint-Eugène. Ces trois secteurs sont reliés par la route 285, nommée le boulevard Nilus-Leclerc.

Plusieurs rivières sillonnent la municipalité de L'Islet :

- La rivière Bras Saint-Nicolas ;
- La rivière du Petit Moulin ;
- La rivière Bras Riche ;
- La rivière Tortue Sud-Est ;
- La rivière Tortue Sud-Ouest ;
- La rivière Talbot.

On y trouve le Lac du Pain de Sucre.

Les essences d'arbres dans les forêts occupant principalement la partie sud sont l'érable à sucre, le sapin, le tremble, le bouleau, le cèdre, le frêne, le tilleul, le hêtre, l'épinette, le chêne, la pruche, le pin et le mélèze (Profil socio-économique de la Municipalité de L'Islet, 2009).

La municipalité de L'Islet comporte de nombreuses terres agricoles. Les zones commerciales sont regroupées le long des axes routiers comme la 132.

Environ 80 % des résidences de L'Islet sont approvisionnées en eau potable par le réseau municipal. L'énergie nécessaire au pompage de l'eau est principalement acheminée par le réseau de distribution d'Hydro-Québec. Une génératrice alimentée à l'énergie fossile entre en fonction lorsque l'approvisionnement par le circuit hydro-électrique est interrompu.

La Municipalité de L'Islet achemine ses eaux usées à son usine de traitement des eaux composée de trois bassins d'épuration (situés à l'ouest de la fonderie).

La municipalité de L'Islet dispose d'un refuge d'oiseaux migrateurs. Ce territoire protégé est situé en milieu humide d'eau saumâtre (se référer à l'Annexe 1 pour visualiser la localisation des milieux humides sur le territoire de L'Islet). Il a une superficie de 59 hectares et il est enclavé entre le Saint-Laurent et le centre économique de la municipalité. Il a eu pour fonction première de protéger la grande oie des neiges¹. Toutefois, le nombre d'espèces d'oiseaux qui bénéficient de ce territoire s'étend aux espèces de canards, au barboteur, au chevalier grivelé, au pluvier kildir, au bécasseau, aux colonies de cormorans à aigrettes, à l'eider à duvet, au petit pingouin, aux espèces de goélands (bec cerclé, argenté et marin) et à des espèces de sauvagines. (Canada.

¹ La protection des oiseaux migrateurs est sous la responsabilité du gouvernement fédéral.

Environnement et Changement climatique Canada ; Canada. Environnement et ressources naturelles, Refuge d'oiseaux migrateurs de L'Islet)

Les végétaux qui y sont inventoriés sont principalement des plantes herbacées. Le scirpe d'Amérique figure au premier rang en importance. Le territoire aride permet aussi la viabilité de la ciculaire maculée variété de Victorin (statut : menacé) et de la zizanie à fleurs blanches.

À noter la présence d'un lieu d'enfouissement sanitaire de L'Anse-à-Gilles fermé depuis juillet 2006. Pendant ces quelque vingt-trois ans (ouverture en 1983) de vie utile, il a été l'hôte de plus de 600 000 m³ de matières résiduelles compactées. Depuis 2006, il est géré par la Régie Intermunicipale de Gestion des Déchets Solides de L'Anse-à-Gilles (RIGDSAG) qui doit en assurer le suivi environnemental en raison du traitement des lixiviats pour une durée d'environ 20 ans (Profil socio-économique de la Municipalité de L'Islet, 2009).

L'occupation du territoire est imagée à l'Annexe 2.

2.2 Portrait démographique

D'après le recensement de 2016 (Canada. Statistique Canada, 2016), la population est au nombre de 3 827. Son évolution est présentée dans le Tableau 2-1.

Tableau 2-1 Évolution de la population

Profil démographique	2006	2011	2016
Municipalité de L'Islet	3 835	3 995	3 827
Municipalité régionale de comté (MRC) de L'Islet	18 904	18 510	17 798
Proportion des plus de 65 ans dans la municipalité de L'Islet (%)	18,7	21,2	23,4

On note ainsi que les chiffres des recensements indiquent que la population a été relativement stable pendant les dix dernières années. Aussi, les chiffres indiquent un vieillissement significatif de la population ; vraisemblablement cette tendance va se poursuivre dans les années à venir.

2.3 Portrait économique

Historiquement, la municipalité de L'Islet a toujours entretenu une activité manufacturière significative pour la région. Cela se retrouve dans le Tableau 2-2 par une proportion de travailleurs dans le secteur « fabrication et construction » (33 %) supérieure à la part de ce secteur dans la MRC (25 %).

Tableau 2-2 Répartition de la population par secteur d'activité

	Municipalité		MRC	
Population active	1 915	100 %	8 890	100 %
Agriculture, foresterie, pêche et chasse, et autres activités liées à l'extraction	160	8 %	980	11 %
Fabrication et construction	625	33 %	2 265	25 %
Commerces et services	1 130	59 %	5 645	64 %

(tiré de Canada. Statistique Canada. Profil du recensement, Recensement de 2016)

2.4 Les activités récréotouristiques

La municipalité de L'Islet dispose de plusieurs attraits touristiques comme :

- le Musée Maritime du Québec ;
- le camping municipal Rocher Panet ;
- le Refuge d'oiseaux migrateurs (ROM) et migration des oies blanches ;
- le site géologique du Chenal-Sous-Marin-de-L'Islet.

La municipalité de L'Islet comporte également des bâtiments patrimoniaux comme l'église Notre-Dame-de-Bonsecours (classée immeuble patrimonial en 1957 par le ministère des Affaires culturelles), le cimetière, le presbytère, la salle des habitants (classée par le ministère des Affaires culturelles en 1957), l'école Saint-François-Xavier, l'école polyvalente Bon-Pasteur ou la chapelle des Marins (classée par le ministère des Affaires culturelles en 1981).

2.5 La structure administrative municipale

La municipalité de L'Islet est administrée par un conseil municipal composé du maire et de six conseillers municipaux, chacun d'entre eux représentant un des six districts. La municipalité dispose de personnels pour les services suivants :

- Urbanisme et environnement ;
- Service incendie ;
- Eau potable et eaux usées ;
- Écocentre ;
- Travaux publics ;
- Camping municipal ;
- Loisirs.

Une équipe de travail a été constituée au sein de la municipalité pour mener à bien la création du pan d'adaptation. Elle se compose de :

- Denis Proulx, conseiller municipal ;
- Pascal Bernier, conseiller municipal ;
- Alexandre Potvin, directeur de l'urbanisme ;
- Gaétan Gagné, inspecteur ;
- Alexandre Jolicoeur, citoyen et ancien conseiller municipal.

3 Climat actuel et prévisions des modèles climatiques

Ce chapitre contient le portrait de l'évolution climatique régionale des dernières décennies afin de mieux apprécier les changements à venir. L'information nécessaire a été recueillie auprès :

- des organismes et fonctionnaires locaux et des équipes de chercheurs qui ont mené des études locales et régionales ;
- des experts (scientifiques) nationaux ;
- des études scientifiques fiables, comme celles du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et celles de gouvernements membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques.

Chaque considération climatique a été divisée en deux parties, soit l'historique (ou la situation actuelle) et les prévisions des modèles.

Les modèles sont de plus en plus sophistiqués et spécifiques à des territoires de plus en plus restreints. Il n'en demeure pas moins que les incertitudes temporelles et quantitatives ne sont pas négligeables puisque les force et fréquence des intempéries dépendent du réchauffement de l'air et de l'eau qui évolue suivant les émissions de GES planétaires. Toutefois, vu les conséquences néfastes des événements extrêmes, il devient crucial pour une municipalité d'en étudier les tendances².

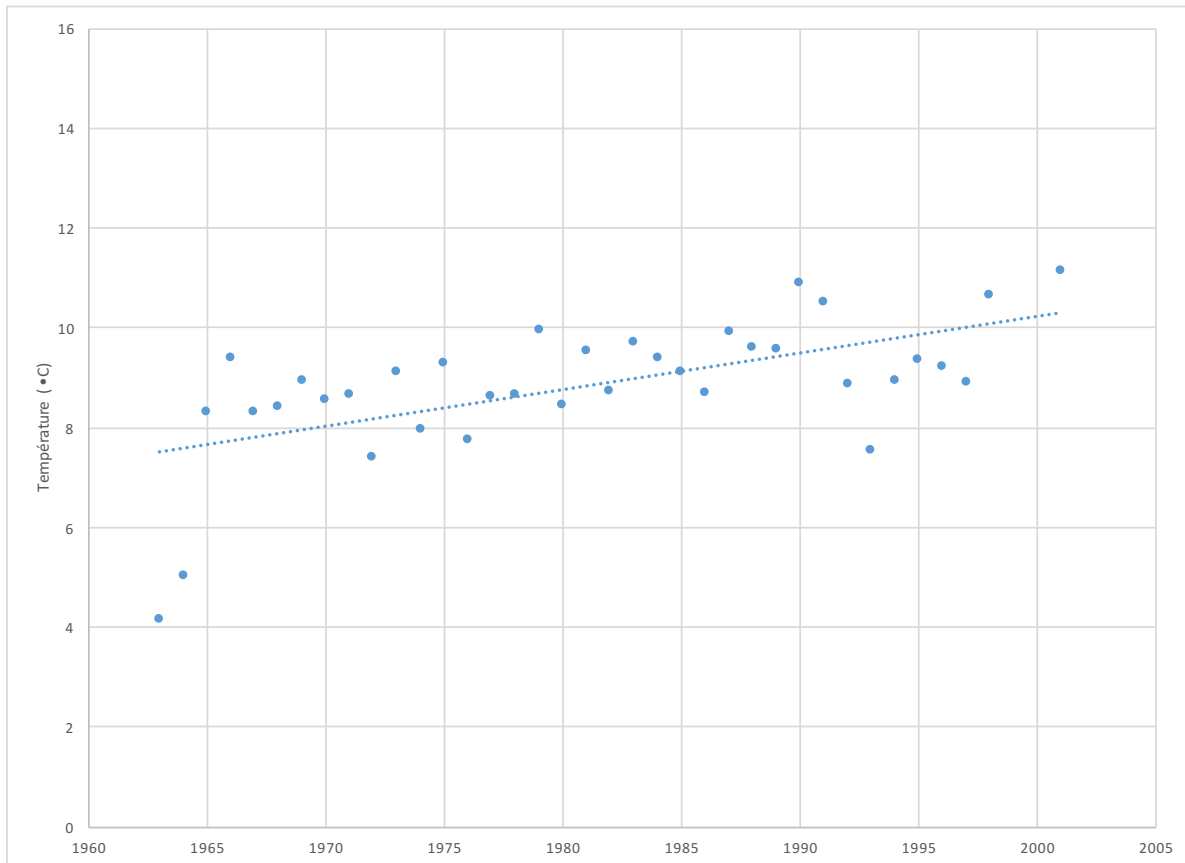
3.1 La température

3.1.1 Données historiques et actuelles

La station météorologique la plus proche de L'Islet, opérée par Environnement Canada, est localisée à Montmagny. La température y est relevée de 1963 à 2001. Les données des températures moyennes annuelles sont compilées et présentées dans la Figure 3-1. La tendance à la hausse est alignée avec les conclusions d'Ouranos qui confirment une augmentation de 0,1 à 1°C sur la période 1950-2011.

² Le lecteur peut constater les tendances générales grâce à l'Indice actuariel climatique (Institut canadien des actuaires, 2017).

Figure 3-1 Évolution des températures moyennes annuelles entre 1963 et 2001.



(adapté de Canada. Environnement et ressources naturelles. Données historiques)

Selon les paramètres du ministère de la Sécurité publique du Québec, en 2013, aucune cartographie des îlots de chaleur n'avait été réalisée sur le territoire de L'Islet. Toutefois, les certains paramètres obtenus par observation directe et prise de vue aérienne avec *Google Earth*, comme le couvert arboricole peu dense autour des bâtiments, la présence de larges stationnements asphaltés, ou les grandes surfaces de toit gris de certains bâtiments industriels, suggèrent la présence d'îlots de chaleur.

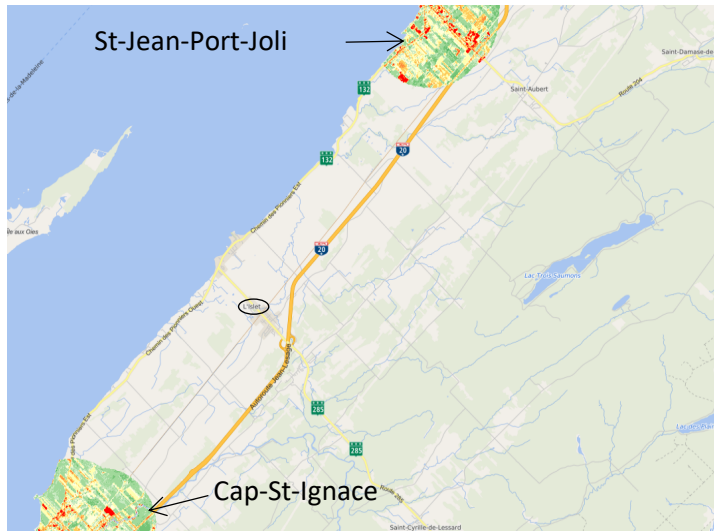


Figure 3-2 Identification des îlots de chaleur pour L'Islet et ses environs

(adapté de <https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/aperçu-qc/?context=inspq>)

3.1.2 Prévisions

NRCan a découpé le Québec en sous-régions qui place L'Islet dans la sous-région sud à la frontière avec la sous-région centrale (Canada. Ressources naturelles Canada, 2016).

Les chiffres issus de quelques modèles climatiques³ indiquent que la région de L'Islet devrait être affectée par des hausses de températures moyennes plus substantielles en hiver qu'en été (voir les chiffres du Tableau 3-1). Cela se fera sentir avec la formation plus tardive et la disparition plus hâtive du couvert de glace sur ses cours d'eau. Il sera aussi plus mince et son étendue réduite. Toutefois, les modèles suggèrent que les périodes de froid intense demeureront.

Tableau 3-1 Projections de l'évolution de la température de la région « sous-région sud » par rapport aux moyennes de la période 1961-1990

Aléa	Saison	Projection 2020	Projection 2050
Température (° C)	Été	+1 à +2	+2,5 à +4
	Hiver	+1 à + 2,5	+ 2 à +5

(adapté de Canada. NRCan-2016. Le Québec en évolution, tableau 2)

3.2 Les précipitations

3.2.1 Données historiques et actuelles

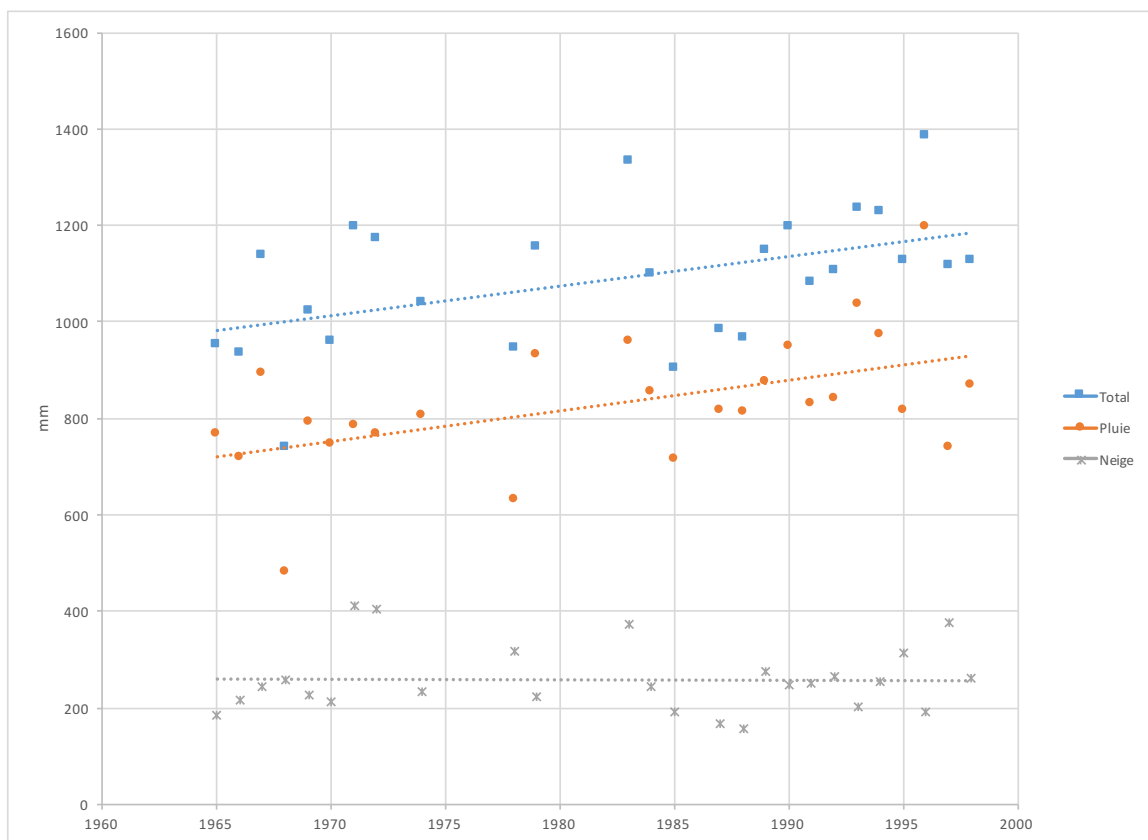
Une revue historique menée par Ouranos (2014) donne l'état des faits de 1950 à 2011 :

³ Les différents modèles intègrent différents scénarios d'émissions de GES.

« Les précipitations de pluie printanière et automnale sont à la hausse, alors que la tendance est à la baisse pour les précipitations de neige, et ce, de manière statistiquement significative pour plusieurs stations dans le sud du Québec »

Les quantités de pluie ont été enregistrées par le gouvernement du Canada (Environnement et ressources naturelles) à la station météorologique de Montmagny jusqu'en 2001 (il n'y a aucune donnée de pluviométrie en provenance de la station Pointe-de-L'Islet). La Figure 3-3 présente les précipitations annuelles pour les années pour lesquelles les données sont complètes. Les relevés de Montmagny présentés dans la Figure 3-3 indiquent en particulier une tendance à la hausse du total des précipitations annuelles. En ce qui concerne les chutes de neige, elles semblent constantes.

Figure 3-3 Évolution des précipitations annuelles entre 1965 et 1998



(adapté de Canada. Environnement et ressources naturelles. Données historiques)

3.2.2 Prévisions

Les modèles climatiques prévoient l'augmentation de l'intensité et de la variabilité de fréquence des aléas causés par l'augmentation des températures moyennes. Cela résulte notamment du fait

que l'air plus chaud a une plus grande capacité de saturation en vapeur d'eau. Cela est à priori à l'origine de l'augmentation des épisodes de fortes pluies⁴.

Les modèles climatiques indiquent qu'en période estivale il y aura une diminution de la fréquence des pluies, mais davantage de pluies intenses (Ouranos, Guinard *et al.* 2014), et que la saison des orages sera plus longue. En hiver, le réchauffement de l'air pourrait réduire le nombre de tempêtes de neige. Du coup, les précipitations pourraient tomber en pluie ou en pluie verglaçante. Toutefois, la variabilité interannuelle est aussi à prévoir, par exemple une année où il y aura jusqu'à six tempêtes de neige suivie par une année où il n'y en aura qu'une seule. Finalement, plus la municipalité est nordique, plus les changements devraient se manifester.

À l'horizon 2050, la tendance des précipitations hivernales qui tomberont sur L'Islet n'est pas bien définie puisque le territoire est à la frontière des sous-régions centrale et sud du Québec (Canada. Environnement et ressources naturelles). Cela dit, si on considère L'Islet dans la région sud, la tendance des précipitations hivernales sous forme de pluie sera à la hausse ; et selon les autorités québécoises, la moyenne de trente millimètres passera à cinquante-cinq millimètres. Alors que cette augmentation est relativement faible, elle ne devrait pas être significative pour L'Islet, vue sa géolocalisation nordique dans cette sous-région.

La tendance du volume annuel de précipitations solide et liquide est estimée à la hausse, quoique les écarts importants dénotent d'une variabilité substantielle possible d'année en année (se référer au Tableau 3-2). En contrepartie, l'augmentation de la capacité de saturation de l'air en vapeur d'eau aura comme conséquence la baisse de la fréquence des précipitations.

Tableau 3-2 Projections de précipitations pour la sous-région sud

Aléa	Saison	Projection 2020	Projection 2050
Précipitation (%)	Été	-5 à +10	-7 à +13
	Hiver	-5 à +19	0 à +32

(période de référence : 1961-1990; adapté de Canada. NRCan (2016). Le Québec en évolution, tableau 2)

Pour L'Islet, qui est à la frontière des sous-régions sud et centrale, les débits moyens des cours d'eau pourraient ne pas varier significativement puisqu'ils sont estimés (Ouranos, 2014) soit :

- (1) à la baisse (5 % dans la portion sud du Québec) en conséquence de la hausse de l'évapotranspiration (période estivale plus longue et températures moyennes plus élevées) et de la diminution de la fenêtre temporelle de couverture de glace, favorable à la sublimation ;
- (2) à la hausse (5 % dans la portion nord du Québec).

Suivant les modélisations de l'évolution des températures moyennes, il n'est également pas clair si les pluies suffiront à compenser la perte d'humidité (INSPQ).

⁴ À ce propos, les nouveaux modèles sont maintenant assez sophistiqués et précis pour conclure que ces événements seront d'autant plus restreints dans l'espace (Jaramillo & Nazemi, 2017).

3.3 Les zones inondables

3.3.1 Données historiques et actuelles

Plusieurs facteurs peuvent mener à une inondation, voici les principaux :

- de fortes pluies ;
- la crue printanière ;
- des embâcles formés par un amas de glace ou par des débris naturels, comme des branches ou un arbre déraciné, générés par la foudre ou les forts vents.

Sur la terre ferme, les rives des cours d'eau sinueux qui parcourent L'Islet sont majoritairement bordées par quelques rangées de grands arbres et bosquets créant une zone tampon de quelque cinq à dix mètres entre le cours d'eau et les terres agricoles. L'environnement immédiat de ces grands arbres les expose donc aux forts vents et à la foudre.

La MRC de L'Islet a déterminé les zones inondables sur son territoire en 2017. Une représentation graphique est à l'annexe 4, en voici un bref descriptif :

1. La rivière Tortue Sud-Ouest est connue pour sortir de son lit à l'ouest de l'embouchure de la rivière du Petit Moulin et à l'est de cette dernière sur environ 700 mètres ;
2. La rivière du Petit Moulin est aussi connue pour sortir de son lit en amont de son passage sous l'échangeur autoroutier jusqu'à son déversement dans la rivière Tortue Sud-Ouest. Cette distance inclut la croisée du chemin Morin ;
3. Au sud de l'autoroute 20, les rives de la rivière Sauvage sont aussi en zone inondable sur environ 375 mètres en amont de sa jonction avec la rivière du Petit Moulin. Cette dernière est également susceptible de sortir de son lit jusqu'au chemin Lamartine Ouest, croisant ainsi le chemin Nilus-Leclerc et traversant des terres agricoles et un quartier un peu plus habité.

Le niveau de la rivière Bras Saint-Nicolas dans laquelle la municipalité de L'Islet puise l'eau brute pour alimenter ses réservoirs d'eau potable est contrôlé par le barrage Isidore localisé dans la municipalité de Cap-Saint-Ignace.

Le Saint-Laurent est aussi susceptible de sortir de son lit. Cette éventualité mettrait en péril l'intégrité de la zone patrimoniale en plus de provoquer un ralentissement notable des activités économiques. Vu ces risques, la MRC a justement étudié en 2016 les niveaux de crue de récurrence vingt ans et cent ans (Annexe 5). On notera que le niveau probable atteint aux vingt ans est associé à une crue supérieure d'environ cinquante centimètres à une crue deux ans (niveau de référence), alors que les niveaux estimés des crues de récurrence vingt ans et cent ans sont à près de trente centimètres l'un de l'autre. De ce fait, il est judicieux de remarquer que l'étendue du territoire exposé à une crue vingt ans pourrait être similaire à celui d'une crue cent ans vu le relief naturel plat le long de la rive jusqu'à une largeur de 1,5 km.

3.3.2 Prévisions

Étant donné la géolocalisation de L'Islet, on s'attend à ce que les précipitations se manifestent plus fréquemment en pluie qu'en neige pendant la saison hivernale. En conséquence, la municipalité devrait s'attendre à ce que la crue printanière principale soit de volume plus faible et arrive plus tôt au printemps.

Aussi, la hausse de la fréquence des redoux pourrait favoriser la formation d'embâcles de glace sur les cours d'eau particulièrement sinueux.

3.4 Les pluies verglaçantes

3.4.1 Données historiques et actuelles

Il n'y a pas d'historique d'épisode de pluie verglaçante spécifique à L'Islet ou à la MRC Chaudière-Appalaches. Deux facteurs suggèrent néanmoins qu'il y aurait une hausse d'épisodes, car la hausse des températures moyennes aurait une part de responsabilité sur la fréquence de cet événement, et depuis cinquante-cinq ans, les conditions propices à cet aléa migrent des États-Unis vers l'est du Canada (Cheng *et al.* 2011).

3.4.2 Prévisions

Des scientifiques d'Environnement Canada ont extrapolé l'utilisation de leur modèle de prévision d'épisodes de pluie verglaçante, à l'origine élaboré pour la région de l'Outaouais, pour l'est du Canada. Les conclusions sont qu'il y aura une hausse de leurs durées et de leurs fréquences pendant les mois historiquement les plus froids (décembre à février). Cette tendance devrait être plus marquée vers le milieu du siècle.

Le modèle n'étant pas spécifique à la région de L'Islet, il ne paraît pas justifié d'appliquer les résultats quantifiés à L'Islet. Toutefois, GCC estime que la géolocalisation de L'Islet la met à risque d'en être victime en raison de la combinaison de la température froide et stable au niveau du sol générée par l'eau gelée du Saint-Laurent et de la montée des masses d'air chaud du sud.

3.5 Le fleuve Saint-Laurent

3.5.1 Données historiques et actuelles

Les données historiques relèvent que le niveau de l'eau des Grands Lacs diminue. Ce constat suggère aux chercheurs d'Ouranos d'attribuer cette tendance à la hausse des températures moyennes qui favorise l'évaporation de l'eau ; les nuages sont mus par les courants aériens et ne se déchargent pas nécessairement au-dessus de leur source de formation. Étant donné que les eaux de drainage des bassins versants du Québec aboutissent presque toutes dans le Saint-Laurent, le débit de ce dernier est historiquement constant. Le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) abonde en ce sens (Québec. MDDELCC).

De plus, la vallée du Saint-Laurent connaît une légère remontée isostatique, de l'ordre de deux millimètres chaque année⁵. Ainsi l'ensemble de ces phénomènes semble avoir compensé jusqu'à présent l'élévation du niveau de la mer, puisque les études historiques sur le sujet (Bernatchez et al.) ne montrent pas de variation significative du niveau de l'eau dans la région de L'Islet.

En ce qui concerne le front salin, les observations actuelles d'Ouranos n'indiquent pas de migration vers l'ouest.

⁵ <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s5/5.5.quaternaire.html>

3.5.2 À quoi s'attendre pour le futur

Il y a peu de publications sur les projections d'évolution de l'eau dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Toutefois, une étude de Pêches et Océans Canada (Zhai et al.) réalisée en 2013 donne des projections au niveau de la ville de Québec. Il en ressort que le niveau du Saint-Laurent pourrait monter de 6 cm (+/-13 cm) d'ici 2050 et de 26 cm (+/- 40 cm) d'ici 2100 par rapport à 1990. Si le long terme indique une tendance à la hausse, il n'est cependant pas possible d'établir précisément l'ampleur de cette hausse à la hauteur de Chaudière-Appalaches.

3.6 Les tempêtes

3.6.1 Données historiques et actuelles

L'air humide chargé en énergie peut donner lieu à de la pluie verglaçante, à des orages, à des tempêtes de neige, à de forts vents (qui risquent de donner lieu à des marées de tempêtes) et à des vagues potentiellement destructrices. D'une part, les graphiques des et (tiré de Cantin et Bourque, 2015) illustrent l'évolution de la fréquence des forts vents sur un vaste territoire. L'augmentation de leur fréquence concorde avec l'augmentation des autres aléas climatiques.

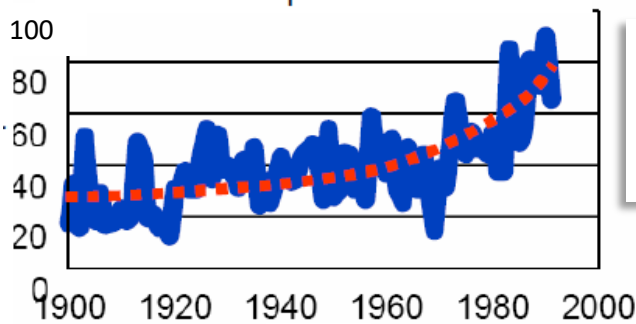


Figure 3-4 Nombre de tempêtes hivernales dans l'hémisphère nord

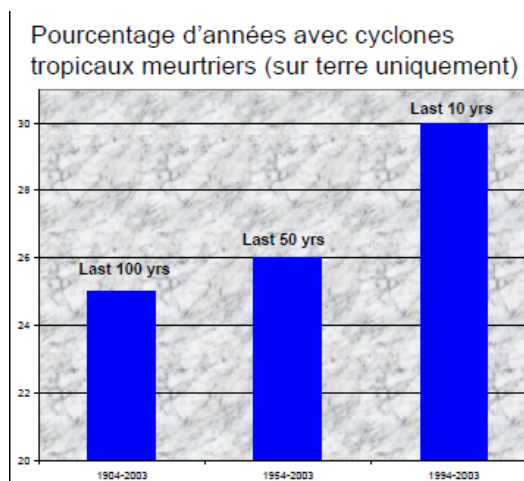
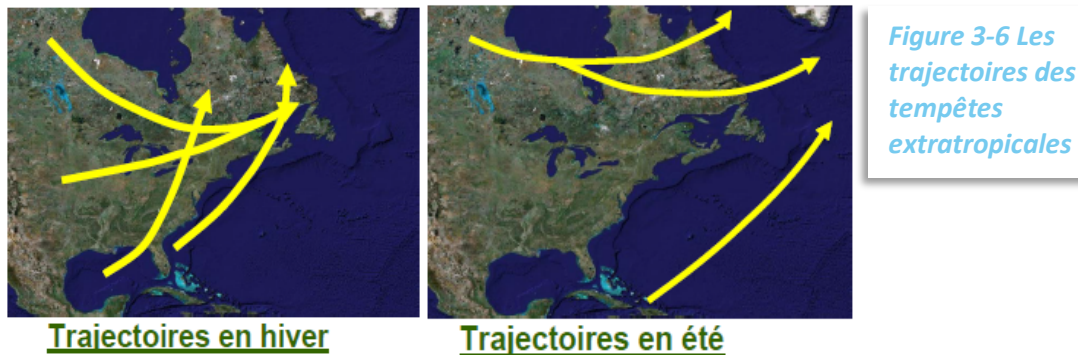


Figure 3-5 Évolution de la proportion des cyclones meurtriers au Canada

D'autre part, les illustrations de la Figure 3-6⁶ permettent de visualiser que les tempêtes extratropicales qui soufflent le long du Saint-Laurent ont lieu surtout pendant la saison hivernale.



Aussi, les sous-régions sud et centrale du Québec ne sont pas à l'abri des tempêtes post-tropicales, comme l'a démontré la remontée d'Irma vers le nord jusqu'à L'Islet, en 2011.

3.6.2 À quoi s'attendre pour le futur

À ce jour, il n'y a pas d'étude spécifique sur les systèmes post-tropicaux qui affecteront le Québec. Toutefois, puisque l'augmentation de l'énergie des systèmes océaniques et aériens est proportionnelle aux hausses de leurs températures moyennes et que l'air chaud peut accumuler plus de vapeur d'eau (donc plus d'eau à décharger), l'augmentation des forces des tempêtes est attendue. Par conséquent, les modèles suggèrent que les tempêtes qui s'abattront sur les sous-régions centrale et sud du Québec (la géolocalisation de L'Islet correspond à la frontière entre ces deux régions) deviendront moins fréquentes, mais plus intenses.

Les modèles climatiques projettent une expansion vers les pôles des zones subtropicales. Ainsi, cela se répercute sur le déplacement vers le nord de la latitude à laquelle survient en moyenne la transition extratropicale. Cela s'ajoute aux prévisions d'augmentation de la fréquence des tempêtes post-tropicales qui auront assez de force pour cheminer jusqu'au Centre-sud du Québec, en raison de l'augmentation de l'intensité initiale des tornades et ouragans dans la zone du Golfe du Mexique.

Les vastes zones agricoles dénudées permettent aux forts vents de se développer et les cimes des grands arbres sont une cible pour la foudre. Ces deux aléas sont susceptibles de faire tomber branches et arbres dans les cours d'eau créant des embâcles qui ont le potentiel d'être des précurseurs d'inondation.

Les modèles nouvellement élaborés par des chercheurs canadiens arrivent à des prévisions où les épisodes de grêle seront moins fréquents. Toutefois, lorsqu'un épisode surviendra, les grêlons seront de plus grosse taille (Brimelow *et al.* 2017). Par conséquent, les dommages pourraient être d'autant plus dévastateurs pour une région agricole et pour les bâtiments historiques ayant des vitraux d'une valeur patrimoniale.

⁶ Cantin et Bourque, 2015

Comme L'Islet est localisée aux limites des sous-régions centrale et sud, les modèles estiment que la tendance d'occurrence, pour la période 2041-2070, des épisodes de grêle sera à la hausse, surtout au printemps (Brimelow *et al.* 2017). Pour la période estivale, il est probable que L'Islet se verra plus souvent épargné, car les auteurs proposent que ce type de système se déplace vers le nord, c'est-à-dire au nord du parallèle 50^o N (L'Islet est au 47^e) à cette période.

3.7 Le vent

3.7.1 Données historiques et actuelles

Une région subit les affres de vents violents « lorsque les vents soufflent à plus 60 km/h pendant au moins une heure ou lorsque surviennent des rafales de plus de 90 km/h »⁷. Ils sont associés aux événements météorologiques extrêmes comme les trombes d'eau, microrafales, tornades et tempêtes (post-tropicale et extratropicale).

Les vents dominants de la rive sud du Saint-Laurent entre Kamouraska et l'aéroport de Mont-Joli sont de l'ouest, du sud-ouest et du sud. En période estivale, ils ont tendance à être moins forts et l'axe sud-ouest est presque deux fois plus fréquent qu'en hiver (Canada. Nav Canada).

3.7.2 À quoi s'attendre pour le futur

Les modèles climatiques de plusieurs équipes en Amérique du Nord (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, Environnement Canada, Ouranos) s'accordent sur des projections d'augmentation de vents plus forts surtout en été. Cela est en accord avec l'augmentation d'intensité des tempêtes.

Dans une étude portant sur les prévisions des vents à la station Mont-Joli entre 2080 et 2100 (Cheng *et al.* 2014), les auteurs ont découpé le Québec en régions affectées par une même masse d'air. Suivant ce découpage, L'Islet serait dans la même zone que Mont-Joli. Il en ressort que :

- En été, la force des vents supérieurs à 70 kilomètres par heure (km/h) est estimée augmenter de 30 à 50 pour cent (%) ;
- En automne : la force des vents supérieurs à 70 km/h est estimée augmenter de 10 à 30 % ;
- En hiver et au printemps : la force des vents supérieurs à 70 km/h est estimée varier de plus ou moins 10 %.

⁷ <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/se-preparer-aux-sinistres/sinistres/vents-violents.html>

4 Analyse des vulnérabilités

4.1 Préoccupations des citoyens

Telle que présentée antérieurement et illustrée par la figure 1-1, la hausse des températures moyennes est la force motrice générant les aléas extrêmes. Les extrémités de ce schéma suggèrent que les aléas climatiques peuvent avoir des impacts sur une variété de catégories pertinentes à la bonne gestion municipale et au bien-être citoyen.

Afin de recueillir de l'information sur les événements climatiques passés et de connaître les préoccupations des citoyens de L'Islet, GCC a tenu une consultation publique avec eux. Le Tableau 4-1 présente les préoccupations soulignées de manière importante par les participants dudit rassemblement.

Tableau 4-1 Inquiétudes partagées par les résidents participants à la consultation publique

Milieu biophysique	Milieu humain
Eau : <ul style="list-style-type: none"> quantité d'eau potable disponible suffisante inondation 	Santé publique : vecteurs de maladies (tiques)
Biodiversité : <ul style="list-style-type: none"> insectes ravageurs perte d'espèces 	---
Sol : érosion de la berge (fleuve St-Laurent)	---

Les éléments recueillis lors de la consultation publique ont permis de finaliser l'identification des enjeux apportés par le changement climatique et spécifiques à la municipalité de L'Islet, qui sont décrits dans les paragraphes suivants.

4.2 L'environnement bâti

4.2.1 La géolocalisation

L'Islet est située sur la trajectoire des tempêtes post-tropicales d'automne qui remontent la côte Est des États-Unis. Puisque l'augmentation des températures moyennes charge davantage l'air en vapeur d'eau et en énergie, les infrastructures seront plus sujettes aux intempéries, comme les microrafales et les fortes pluies qui les caractérisent, en raison de l'augmentation de leur intensité d'origine.

En période estivale, l'augmentation de la force des vents se concrétisera par l'augmentation de la hauteur et de l'énergie des vagues déferlantes sur la rive. Il va sans dire que l'énergie des vagues sera responsable de chocs plus violents sur le muret de protection. En somme, on peut s'attendre à des risques d'inondations dans la zone patrimoniale en raison du passage de l'eau au-dessus du muret de protection, de la faible élévation au-dessus du fleuve de cette zone municipale et de sa faible pente de terrain. Il est aussi judicieux de remarquer que l'aménagement de la rive laisse peu de place aux végétaux dont les réseaux racinaires sont connus pour stabiliser le sol et pour leur capacité de rétention d'eau.

Figure 4-1 Exposition des infrastructures de la zone patrimoniale

(a) Zone à proximité du fleuve, faible élévation et faible dénivelé



(adaptée de http://cartes.mrcislet.com/Web_Grand_Public/)

(b) Vue de la rive à partir du chemin des Pionniers



(crédit photo : Groupe Conseil Carbone, septembre 2017)

(c) Vue sur le muret de protection érigé entre la rampe de mise à l'eau et l'école



(crédit photo : Groupe Conseil Carbone, septembre 2017)

Alors que la force des vents devrait demeurer stable en hiver et au printemps, il n'en demeure pas moins que les infrastructures de la zone patrimoniale seront plus fortement assujetties aux vents, puisque le couvert de glace protecteur tardera à se former, sera plus fragile (car plus mince), moins étendu et disparaîtra hâtivement. Les bâtiments riverains seront donc plus susceptibles d'être endommagés en raison d'inondations dues aux vagues et aux embâcles.

4.2.2 Les fondations des bâtiments et la voie publique

La stabilité du sol est mise à l'épreuve en raison de la succession d'épisodes de fortes pluies et de sécheresse en période estivale et de l'augmentation du nombre de redoux en période hivernale. Tout cela met en péril l'intégrité des structures les rendant plus susceptibles aux fissures (Université Laval. Doré *et al.* 2014).

4.2.3 Le muret de protection

L'augmentation des températures moyennes et du nombre de redoux est un facteur qui diminue la durée du couvert de glace et restreint son étendue autant que son épaisseur. Cela menace de donner lieu à plus d'embâcles qui le frapperont, de surcroît avec une plus grande violence en raison de l'augmentation des vents. Les dommages potentiels devraient donner lieu à l'augmentation des coûts d'entretien.

4.2.4 Les zones inondables

Comme suggéré par les modèles de précipitations de NRCan, la crue printanière devrait avoir lieu de plus en plus tôt en raison des températures plus douces, alors que l'augmentation du nombre de redoux pourrait donner lieu à des inondations en période hivernale en raison des conditions propices à la formation d'embâcles.

4.2.5 La plaine inondable

Une partie du centre économique de la municipalité est localisée sur la plaine inondable. Les bâtiments d'importance historique et touristique y sont aussi érigés. L'écart entre les crues du Saint-Laurent de vingt et cent ans est de l'ordre de trente centimètres (annexe 5). L'importance

de cet écart entre les niveaux est en fonction de la topographie du terrain. À cet égard, cette portion de territoire est justement peu pentue et très peu accidentée, sur une bande de 1,5 km de large entre le fleuve et les terres.

4.2.6 Rivières sillonnant le territoire municipal

Les dommages conséquents aux inondations sont surtout d'ordre environnemental en raison de ce qui est entreposé à l'écocentre et au garage municipal (annexe 4). Des pertes financières au niveau agricole sont aussi envisageables, car d'une part si les terres sont gorgées d'eau la période de semences risque de devoir être retardée, et d'autre part une inondation en période de croissance des cultures a le potentiel de causer la pourriture des racines.

4.2.7 Aire patrimoniale

L'aire patrimoniale est traversée par la route 132 qui est à près de dix mètres au-dessus du niveau du fleuve. Un muret de béton a été érigé sur la rive en 1983 entre la rampe de mise à l'eau et l'école. Le terrain est de pente faible. Le Tableau 4-2 et le Tableau 4-3 listent quelques constructions dans cette zone et l'Annexe 3 illustre où elles sont positionnées.

Tableau 4-2 Section nord de la route 132

	Bâtiment	Distance approximative entre la rive du fleuve et le bâtiment (m)
Patrimonial, historique	Église Notre-Dame-de-Bonsecours	270
	Presbytère	280
	Musée maritime du Québec	290
	Chapelle des Marins	340
Intérêt commercial et public	École Saint-François-Xavier	270
	Camping municipal Rocher Panet	40 à 280
	Supermarché/Marché Bonsecours Enrg	45
	Gîte de l'Anse aux Oies	50
	Bar-Terrasse au bord de l'eau	40

Tableau 4-3 Section sud de la route 132

	Bâtiment	Distance approximative entre la rive du fleuve et le bâtiment (m)
Patrimonial, historique	Salle des habitants de L'Islet-sur-Mer	300
	Maison Dion	350
	Manoir Casgrain	355
	Maison François Guyon	290
	Maison Jean-Baptiste Bernier	100
Intérêt commercial et public	Hôtel L'Islet	330
	Auberge de la Marguerite	375
	Gîte Je T L'Ancre	80

4.2.8 Ailleurs sur le territoire municipal

L'Annexe 4 illustre les autres zones inondables. Les zones potentielles, identifiées en 2010 par la MRC de L'Islet, incluent un site en aval où sont entreposées des matières dangereuses, comme à l'écocentre, à la station-service et au garage municipal. Le terrain est couvert de bitume sur une longueur d'environ 460 mètres dont le relief y est relativement plat. Le débit de la rivière dans cette section est partiellement tributaire de la pente de dénivellation d'une dizaine de mètres en amont (voir Figure 4-2). En cas d'embâcle en aval, d'une forte pluie ou d'un redoux soudain, l'eau risque de s'y accumuler et de ruisseler sur le terrain des entrepôts.



Figure 4-2 Relief d'une zone inondable à risque de contamination

(adaptée de http://cartes.mrcislet.com/Web_Grand_Public/)

Non seulement les modèles climatiques pointent vers l'augmentation d'épisodes de fortes pluies et de forts vents, tous deux des facteurs qui accélèrent le processus d'érosion, mais aussi la nature du sol sur lequel est bâti L'Islet est de surcroît propice au glissement de terrain (Québec, MAMOT, 2017). Cette combinaison de paramètres pourrait donner lieu à des sources potentielles de contamination de la nappe phréatique si on pense aux réservoirs de produits chimiques dans le sol⁸ et hors sol.

Les fortes pluies pourraient donner lieu à l'augmentation de la fréquence des inondations (résidences, bâtiments de ferme et des champs en culture) en raison de l'imperméabilité du sol qui favorise l'accumulation d'eau à sa surface.

4.2.9 Le système d'eau potable

La station de pompage de l'eau potable est localisée en bordure de la rivière à une hauteur arbitraire faute de données historiques des crues. Sa pérennité pourrait être mise en jeu par deux phénomènes, soit l'érosion de la rive à sa hauteur ou soit un glissement de terrain. Alors que le premier est un processus qui peut être surveillé, le deuxième est soudain. Aussi, la station pourrait être sujette à un arrêt de fonction en raison d'une forte crue qui l'inonderait. Cette crue pourrait être causée par un ajustement du niveau de l'eau de la rivière non approprié au niveau du barrage Isidore. Le système d'épuration pourrait être mis à l'épreuve avec l'accumulation de débris en raison de l'étiage plus long et plus sévère et des chutes de résidus végétaux (feuilles et branches) causées par les forts vents prévus. L'augmentation du nombre de redoux pourrait quant à lui affaiblir les joints de conduites du réseau d'aqueduc qui reposent sur un sol dont la stabilité est fragilisée par les redoux et sa teneur variable en eau. En somme, ces exemples suggèrent que la gestion des équipements des infrastructures et des boues de décantation prendra de l'ampleur.

4.2.10 Les lignes électriques⁹

Les lignes d'Hydro-Québec étant aériennes à L'Islet, l'approvisionnement en électricité des citoyens et des industries pourrait devenir plus souvent interrompu en raison de pannes causées par des chutes de branches et d'arbres sur les fils. Les pannes de courant sont aussi susceptibles d'être causées plus souvent par des épisodes de pluies verglaçantes et par l'impact de gros grêlons (Brimelow *et al.*, 2017).

4.2.11 Les terres agricoles

Le régime hydrique estival deviendra un stress pour grand nombre de cultures, car il est attendu que les précipitations évoluent vers des pluies intenses et espacées. D'une part, si une inondation arrive pendant la saison de croissance des cultures, les rendements sont alors mis en jeu. Si cette menace n'a pas raison des cultures, elle pourrait engendrer un stress suffisant qui abaisse leurs systèmes de défense face aux ravageurs, dont la présence sera de plus en plus soutenue. D'autre part, l'érosion du sol arable, causée par les forts vents et les fortes pluies, pourrait mettre en jeu les rendements agricoles à long terme. L'énergie qui pourra s'accumuler dans de l'air plus

⁸ Se référer à l'annexe 6 pour localiser les sites d'enfouissement de matières résiduelles désaffectées.

⁹ La relation entre le changement climatique et la variabilité d'épisodes de verglas n'est pas modélisé pour l'est du Québec au moment de la rédaction de ce rapport. Les prévisions sont issues d'extrapolation de modèles élaborés pour les régions d'Ottawa et de l'Outaouais.

chaud serait quant à lui propice à générer des orages et des épisodes de grêle, dont les grêlons seraient plus gros que par le passé. Ces conditions ajouteraient donc un stress physique aux cultures.

L'augmentation du CO₂ dans l'air est favorable à certains végétaux qui fixent le CO₂ en C3¹⁰ comme le blé, le soja, l'orge, la betterave, la pomme de terre, la luzerne, l'avoine, la tomate, l'épinard et le pommier. À l'inverse, l'augmentation de CO₂ atmosphérique est défavorable à d'autres qui fixent le CO₂ en C4. À titre d'exemple, il y a le maïs et le millet.

À l'inverse, les épisodes de sécheresse et la hausse des températures moyennes sont défavorables aux végétaux qui fixent le CO₂ en C3 et favorables aux végétaux qui le fixent en C4. En somme, le rendement agricole est difficile à évaluer si seulement la teneur de l'air en CO₂ est considérée.

Finalement, les températures plus douces auront ici aussi leur revers de médaille : il y aura une plus grande diversité de ravageurs en raison d'une zone hostile devenue tolérable. Aussi, l'allongement de la saison favorable au développement permettra aux ravageurs de se reproduire sur une plus longue période, passant à une et même deux générations de plus chaque saison.

4.3 Les ressources hydriques

4.3.1 La quantité d'eau

En période d'étiage, le débit de la rivière Bras Saint-Nicolas est un peu plus de trois fois supérieur à la demande des résidents et il est suffisant pour maintenir au maximum de leur capacité les deux réservoirs dont dispose la municipalité.

La quantité d'eau potable dispensée par les systèmes d'approvisionnement privés pourrait être sensible aux périodes de sécheresse en raison du remplissage lent de la nappe phréatique dû à la nature du sol argileux sur une grande partie du territoire, d'autant plus que pendant une telle période, la consommation d'eau des secteurs agricoles et résidentiels augmente. À titre d'exemple de conséquences, cela pourrait mettre en jeu le bien-être des animaux d'élevage et les rendements agricoles en plus de nécessiter une gestion plus serrée pour les besoins sanitaires.

4.3.2 La qualité de l'eau

Le sol argileux de L'Islet combiné aux pluies intenses attendues sera moteur de ruissellement. Dans cette perspective, les eaux feront office de véhicule aux fertilisants, pesticides et contaminants des dépotoirs désaffectés, du lieu d'enfouissement fermé (Annexe 6) et du site dont le sol est connu contaminé. Il est situé au 159 chemin des Pionniers Est (intersection avec le chemin du Quai). Ces eaux aboutiront soit dans la nappe phréatique, soit dans les tributaires du fleuve.

De plus, le ruissellement causé par de fortes pluies favorisera le décrochement de matériaux meubles en creusant des ravins et en érodant les rives qui ne possèdent pas de bandes riveraines adéquates. S'ajoute à cela le transport de débris venant de l'activité forestière de la région. En conséquence, la charge sédimentaire et les matières en suspension pourraient augmenter, ce qui

¹⁰ C3 et C4 sont des types de fixation du carbone par le végétal.

affecterait davantage la qualité des eaux (Giguère et Gosselin, 2006). Quant aux épisodes de chaleur intense, ils seront un incitatif de taille pour veiller à l'augmentation de la chloration de l'eau destinée à la consommation humaine en raison de la prolifération facilitée des microorganismes. Ces conditions sont propices à la formation de trihalométhanes, dont la teneur est règlementée (Règlement sur la qualité de l'eau potable). À cela s'ajoute le fait que la prise d'eau devient moins profonde en période d'étiage ; cela peut mener à la capture de plus de débris de surface. Aussi, la charge en sédiments est appelée à augmenter puisque d'une part les périodes de sécheresse plus longues et sévères augmentent la friabilité du sol argileux et que d'autre part les vents devraient créer plus de débris organiques.

Les épisodes de sécheresse diminuent le facteur de dilution des éléments nutritifs (fertilisants) et de composés toxiques (pesticides) qui ont ruisselé dans l'eau brute. Puisque de fortes pluies sont prévues avec l'avènement du CC, il est attendu que des épandages plus fréquents de ces intrants soient nécessaires, non seulement en raison de leur lessivage, mais également en raison de l'érosion des terres arables. Aussi, la hausse des températures moyennes est propice à l'augmentation des ravageurs des cultures (Agri-Réseau, Gagnon *et al.* 2012), ce qui attire d'autant plus les agriculteurs vers l'utilisation croissante de pesticides chimiques qui ne sont pas éliminés par le système d'épuration classique utilisé par L'Islet.

4.4 La société et les populations vulnérables

En raison de leur diversité, les aléas climatiques affectent distinctement les sous-populations d'une société. GCC a inventorié dans le Tableau 4-4 les sous-populations particulièrement vulnérables et a évalué les conséquences des intempéries sur leur bien-être.

Tableau 4-4 Répercussions des aléas climatiques sur le bien-être des sous-populations

Manifestation d'aléas climatiques	Caractéristique de la population	Conséquence	Justification
Incendie, glissement de terrain ou éboulement	Personnes à mobilité réduite Personnes malentendantes	Augmentation du stress au quotidien	Possibilités d'être moins alerte aux bruits Rapidité de déplacement non optimale
Événements perturbateurs de routine ou d'habitudes	Personnes semi-autonomes	Stratégies anticipatoires inadéquates Surcharge de travail aux proches aidants	Sens de l'initiative pourrait être limitée (demande d'aide) Faible capacité d'organisation pour la préparation aux situations d'urgence Temps de réaction plus long Faible capacité d'adaptation
Événement responsable d'une panne de système de télécommunication (microrafale, tempête post-tropicale, orage)	Personnes seules	Augmentation du délai de réponse d'un aidant	Embûches pour attirer l'attention d'une personne de l'environnement extérieur

(suite à la page suivante)

(suite du Tableau 4-4)

Manifestation d'aléas climatiques	Caractéristique de la population	Conséquence	Justification
Vague de chaleur, humidité élevée, forts vents (diminution de la qualité de l'air)	Personnes âgées, jeunes enfants et ceux de santé fragile	Augmentation des consultations médicales	Adaptation du système cardiorespiratoire inadéquate
Hausse des températures moyennes Augmentation du nombre de redoux	Travailleurs agricoles	Stress Monitoring plus fréquent Augmentation du coût des intrants Pertes économiques	Augmentation de la diversité de ravageurs Allongement de la saison active des ravageurs
Aléas climatiques exacerbés, tels les épisodes de chaleur intense. Exposition aux animaux vecteurs de maladies et aux allergènes	Travailleurs d'extérieur, comme les cols bleus	Blessure et maladies Baisse de rendement	Stress et fatigue Baisse d'entrain au travail
Augmentation des températures moyennes en raison de l'allongement de la saison de croissance ¹¹ et de la période pollinique Augmentation du CO ₂ dans l'air induit l'augmentation de la production de pollen ¹² et de son potentiel allergène Événement susceptible de provoquer des pannes du système de distribution d'énergie d'Hydro-Québec sera responsable de l'augmentation de la fréquence d'utilisation des systèmes de production d'énergie d'appoint (augmentation des particules fines dans l'air -et génération de GES)	Adeptes d'activités extérieures régulières (enfants et jeunes adultes) Personnes ayant une prédisposition génétique Personnes asthmatiques	Diminution de l'efficacité au travail Augmentation des consultations médicales	Rhinite allergique à la hausse Diminution de la qualité du sommeil Diminution de la capacité attentionnelle
Chaleurs et humidité permettent : l'établissement de nouveaux insectes (potentiel accru de transmission des maladies), le prolongement de la saison active le prolongement de la saison de transmission des pathogènes	Propriétaires d'animaux ¹³ et amateurs de la nature	(cf. tableau 4-6)	

¹¹ À titre d'exemple, elle a augmenté de 33 % entre 1994 et 2002 pour la région de Montréal.

¹² Les résultats d'une étude menée de 1997 à 2002 concluent à un doublement du ratio de pollen.

¹³ Les animaux de compagnies peuvent servir de moyen de transport aux insectes.

Tableau 4-5 Microorganismes causant une maladie dont la fréquence de détection sera à la hausse dans les régions québécoises auparavant hostiles

Vecteur ¹⁴	Microorganisme
Moustiques (piqûre d’oiseau infecté)	Virus du Nil occidental
Moustiques (piqûre d’oiseau ou rongeur infecté)	Bactérie <i>Borrelia burgdorferia</i> causant la maladie de Lyme
Certains rongeurs, dont la souris (fines gouttelettes ou particules de poussière en aérosol de selles ou d’urine)	Virus causant le syndrome pulmonaire à hantavirus
Chiens, rats et ratons laveurs (urine d’animal infecté)	Bactérie causant la leptospirose
Moustiques (sp. <i>Ae. aegypti</i> et <i>Ae. Albopictus</i>) ¹⁵	Virus Zika

Les animaux d’élevage sont également susceptibles d’être infectés plus souvent par des microorganismes pathogènes. On peut penser à l’influenza aviaire et à la fièvre Q. Les conséquences sont d’ordre économique :

- (1) augmentation du temps consacré à la maintenance ;
- (2) croissance du cheptel non optimale et perte d’animaux : bêtes devenues infertiles, avortements, naissances de rejetons mort-nés, mortalité d’animaux matures.

4.5 L’environnement naturel

4.5.1 Les espèces envahissantes

Lorsqu’un sol argileux (comme celui du territoire de L’Islet) reçoit des précipitations, l’eau demeure longtemps à la surface comparativement à un sol sablonneux et elle s’infiltré. Le phragmite est déjà présent le long de certains cours d’eau qui sillonnent le territoire de L’Islet. Cette plante se propage dans un sol mouillé, humide et inondé. Toutefois, sa tolérance à la sécheresse lui procure un net avantage pour augmenter la superficie de son territoire.

L’herbe à poux est reconnue être un allergène majeur qui a des conséquences sur la productivité au travail des personnes affectées. Cette plante est favorisée par la hausse des températures moyennes et l’augmentation du CO₂. Comme le phragmite, elle tolère bien les terrains arides. Son contrôle est sous la responsabilité de la municipalité.

La berce du Caucase est une plante invasive qui, en plus de nuire à la propagation des plantes indigènes, est une nuisance à la santé lorsqu’il y a contact dermique avec sa sève. Les graines sont portées par le vent et se déposent sur les cours d’eau qui les propagent. Puisque les modèles climatiques prévoient l’augmentation de la fréquence des épisodes de fortes pluies, les inondations et les fortes crues feront office d’intermédiaires de « capture » de graines qui ne seraient autrement pas mises à la dérive. Les autorités municipales et les propriétaires de terres

¹⁴ La hausse moyenne des températures de l’air et de l’eau permet aux larves de moustiques d’arriver plus rapidement à maturité et donc de produire encore plus de moustiques.

¹⁵ Le climat du Québec est actuellement inadéquat pour assurer la viabilité des moustiques vecteurs du virus Zika. En conséquence, au Québec, le virus ne se transmet présentement qu’entre humains, qui eux, peuvent en être porteur. En raison du réchauffement des températures moyennes, il n’est pas exclu que les moustiques potentiellement vecteur de ce virus puissent migrer jusqu’ici. À ce propos, ni les autorités québécoises et canadiennes ni les scientifiques n’ont encore avancé d’indice temporel.

agricoles verront le territoire de cette plante s'étendre en aval et occuper une bande riveraine plus large.

Lors de la consultation publique, la venue du dindon sauvage a soulevé des inquiétudes. Effectivement, la viabilité de cet animal sera favorisée par les hivers moins rigoureux. Les dommages que cet animal est susceptible de causer auraient lieu en période hivernale dans les aires d'entreposage extérieur de foin ou autres graminées. Il n'y a actuellement aucun indice qui laisse croire que cet animal a un impact sur la faune et la flore indigène.

4.5.2 Le Saint-Laurent

Les résultats d'une étude menée par les scientifiques d'Ouranos suggèrent qu'une hausse du niveau moyen du fleuve n'est pas envisagée au niveau de Chaudière-Appalaches. Également à la lumière des résultats récents (actuellement sous-presse) obtenus par les scientifiques d'Ouranos, l'avancement du front salin vers l'ouest ne semble pas être une menace dans un futur rapproché.

4.5.3 Les rives du Saint-Laurent

L'augmentation des températures moyennes devrait modifier la ligne des hautes eaux et augmenter le nombre de redoux. Cela mène à la réduction de l'effet protecteur du couvert de glace en raison de la diminution de sa durée, de son épaisseur et de son étendue. Comme mentionné à la section précédente, les modèles prévoient aussi l'augmentation des épisodes de forts vents en hiver. Conjointement, ces aléas augmentent la vitesse d'érosion de la rive et la force de frappe des vagues sur le muret de protection.

4.5.4 Les tributaires du Saint-Laurent

Si la fonte rapide de la couverture de neige en concomitance avec un printemps pluvieux se concrétise, il y aura une hausse des débits de pointe des cours d'eau parcourant L'Islet. Cela aura comme conséquence l'augmentation de leur largeur (Roy & Boyer, 2011), et donc de réduire le territoire terrestre (terres cultivables). Par ailleurs, si une zone d'entreposage de bois, de matériel dangereux ou de véhicules lourds (garage d'autobus scolaire, véhicules de voirie) est inondée, les cours d'eau risquent d'être contaminés (Loi sur la qualité de l'environnement, R-2). Finalement, un apport massif plus fréquent d'eau dans le réseau d'égout de la municipalité est sujet à augmenter le nombre de surverses (Université du Québec à Montréal. Chartrand, 2004) avec des conséquences de contamination¹⁶.

4.5.5 Le sol

La hausse des températures moyennes affecte le régime hydrique en raison de l'élévation de la capacité de l'atmosphère à se charger en vapeur d'eau. En période estivale, cela se concrétisera par des pluies intenses espacées par une période de sécheresse. En période hivernale, ce sera par l'augmentation de la fréquence des redoux. En somme, le volume du sol variera de plus en plus et plus fréquemment, ce qui mènera à de l'instabilité qui augmentera à son tour les menaces

¹⁶ Le document des autorités publiques (MDDEFP et MAMROT, Québec, 2014) fait office de référence à ce propos.

d'éboulements et de glissements de terrain. Quant à la problématique de l'érosion, elle a été abordée à la section « La qualité de l'eau ».

4.5.6 L'environnement forestier et boisé

Étant donné l'évolution du régime hydrique et la hausse des températures moyennes, les végétaux devront résister à un sol généralement plus sec. Même s'ils peuvent s'en accommoder grâce à leurs réserves et leurs facultés d'adaptation, ces conditions environnementales affaiblissent leurs mécanismes de défense contre les ravageurs.

Le couvert forestier de L'Islet inclut les essences : chênes, ormes, pins, épinettes, peupliers, érables et frênes. Leurs grandes tailles les rendent particulièrement vulnérables aux forts vents et aux frappes de foudre qui auront tendance à augmenter. Leur intégrité devrait donc être plus souvent menacée, ce qui pourrait provoquer plus de panes de courant et d'embâcles, précurseurs donc d'inondations.

À tout cela s'ajoute le stress biologique des ravageurs, principalement des insectes et des microorganismes. Le Tableau 4-6 liste quelques-uns d'entre eux favorisés par le CC.

Tableau 4-6 Les ravageurs forestiers influencés par les changements climatiques

Essence	Ravageurs	Conditions climatiques favorables aux ravageurs	Conséquences
Érable de Norvège	Tache goudronneuse (champignon) <i>Rhytisma acerinum</i>	Printemps frais et pluvieux	Diminution de l'esthétisme
Érable à sucre	Arpenteuse de Bruce Arpenteuse d'automne Arpenteuse du tilleul Livrée des forêts Chenille à bosse orangée Hétérocampe de l'érable Anisote de l'érable Perceur de l'érable Pourriture des racines	Printemps hâtif ¹⁷ Stress hydrique	Coulée de sève hâtive Susceptible aux maladies
Pin blanc	Charançon du pin blanc	Printemps hâtif Premier gel tardif (saison d'alimentation prolongée)	Diminution de la croissance Diminution de la vitesse d'arrivée à maturité
Pruche	Tordeuse du bourgeon d'épinette	Augmentation moyenne des températures (dispersion d'insectes en territoire auparavant hostile et meilleure survie pendant la saison hivernale moins rigoureuse)	Ravages de plus en plus précoces

À noter qu'aucune information n'indique que l'agrile du frêne est influencé par les changements climatiques.

¹⁷ Un printemps hâtif permet la sortie d'hibernation de l'insecte plus tôt

5 L'appréciation des risques

Les quantifications des risques en lien avec les aléas climatiques qui affecteront L'Islet et ses citoyens sont compilées dans les tableaux de ce chapitre. L'évaluation est fondée sur la connaissance de la dynamique du climat. Comme décrit à la section suivante, la démarche suit un processus rigoureux et transparent.

5.1 La méthodologie

L'approche de GCC se base sur les critères du document de Mitchell & Reeder (2017) sous l'égide de la WWF Canada pour quantifier les risques du CC spécifiques à la municipalité de L'Islet. GCC a considéré les éléments vulnérables décrits aux sections précédentes.

5.1.1 Estimation de la probabilité d'occurrence

Dans un premier temps, GCC a évalué la probabilité d'occurrence (P) que l'aléa affecte un élément. Cette probabilité repose en premier lieu sur l'historique du climat local lorsque celui-ci est disponible. Ensuite viennent les modèles scientifiques de prévisions, la consultation de personnes-ressources locales et le jugement des analystes. L'évaluation est faite sur une échelle de 1 à 5 :

- 1 : invraisemblable, l'aléa pourrait se manifester une fois à chaque génération ;
- 2 : surprenant, on s'attend à ce que l'aléa se manifeste aux dix à vingt-cinq ans ;
- 3 : vraisemblable, on s'attend à ce que l'aléa se manifeste tous les dix ans ;
- 4 : forte tendance, on s'attend à ce que l'aléa se manifeste presque annuellement ;
- 5 : certitude, l'aléa menace de se manifester plusieurs fois par année.

5.1.2 Estimation de la gravité

Dans un deuxième temps, GCC a évalué la gravité (G) de la conséquence de l'aléa sur l'élément perturbé. Les cotes sont attribuées en fonction d'une échelle allant de 1 à 5 :

- 1 : élément résilient : impact négligeable, local et de courte durée ;
- 2 : élément légèrement modifié sans que sa qualité soit altérée de façon permanente ou importante, impact d'étendue locale ;
- 3 : qualité de l'élément diminuée ; toutefois son existence ou son intégrité n'est pas remise en cause ; possibilité d'avoir recours à une solution immédiate et alternative sans préjudice à l'élément impacté ;
- 4 : pertes importantes sans être catastrophiques : existence d'une stratégie qui permet de remédier à la situation ;
- 5 : destruction ou modification marquée de l'élément.

Le Tableau 5-1 liste des caractéristiques qui ont permis aux analystes de rehausser l’objectivité de chacune des évaluations en regard du jugement de valeur de l’élément (Québec. MDDEP, Direction des évaluations environnementales, 2005).

Tableau 5-1 Critères d’évaluation de la gravité

Paramètre évalué	Source justificative
Localisation spatiale (étendue de l’impact)	Historique et modèles scientifiques
Valeur socio-économique de l’élément assujetti à la perturbation	Existence d’une reconnaissance légale, politique, scientifique ou publique
Valeur écosystémique	Rôle écologique et valeur de la biodiversité (unicité, richesse et consensus en matière de protection)

Si un élément perturbé est caractérisé par une des reconnaissances suivantes : légale (par exemple Règlement sur la qualité de l’eau potable), politique (moteurs économiques inclus, tels un employeur majeur ou l’agriculture), scientifique (biodiversité) ou publique (santé), l’élément obtient une cote de 4 ou de 5.

Toujours par souci d’objectivité, l’attribution du pointage s’est faite dans un premier temps de façon indépendante par les membres de l’équipe en adaptation municipale au CC de GCC. Dans un deuxième temps, les différences ont donné lieu à des discussions où les arguments scientifiques et tout autre document justificatif, comme les observations sur le terrain et discussions avec les experts, ont mené au consensus.

5.1.3 Estimation du niveau de risque

Finalement, le risque (R) est obtenu en multipliant la probabilité (P) par la gravité (G).

La justesse de l’évaluation de la probabilité peut être limitée par la pauvreté des bases de données, comme l’hydrographie souterraine, les zones inondables sans cotes de récurrence, les cartographies vieillissantes (comme celles des zones inondables), certains modèles de prévisions (comme celui des pluies verglaçantes) et de façon générale, la superficie du territoire couvert par le modèle.

5.1.4 Classification des risques

GCC a organisé les vulnérabilités en trois catégories correspondantes aux piliers du développement durable soit les aspects sociaux, économiques et environnementaux. En ce qui concerne la municipalité de L’Islet, l’aspect social englobe les risques susceptibles d’altérer la santé physique et psychologique des habitants ainsi que ceux susceptibles d’entraver leur sécurité. L’aspect économique considère les grands employeurs et le secteur agricole, les infrastructures, les revenus apportés par l’industrie touristique ainsi que toute activité qui est susceptible d’impacter négativement les finances de la municipalité. Enfin, l’aspect environnemental inclut le maintien de la biodiversité et les attributs des cours d’eau.

5.2 Les résultats

Les risques sont classés par leur niveau de gravité et sont présentés pour chaque aspect du développement durable, soit les risques sociaux (Tableau 5-2), les risques économiques (Tableau 5-3) et les risques environnementaux (Tableau 5-4). Les évaluations détaillées de chacun des risques sont données dans l'Annexe 7.

Tableau 5-2 Présentation des risques sur les aspects sociaux

Risque	Niveau de gravité
Augmentation du nombre de jours susceptibles de provoquer des inconforts, des blessures physiques, la mort et d'augmenter la morbidité des travailleurs à l'extérieur	65
Qualité de l'eau sous les normes gouvernementales	41
Glissements de terrain/éboulements	33
Déplacement sécuritaire limité des individus	31
Augmentation du nombre d'accidents et de maladies en raison de l'utilisation de pesticides et fertilisants	28
Coupures de courant	27
Coupure des télécommunications	27
Augmentation des pathogènes humains, zoo pathogènes et leurs vecteurs	21
Augmentation de la fréquence des incendies (feux de broussailles et feux de forêt)	16
Blessures corporelles liées à la chute de branches et d'arbres	14
Création de SMOG	12
Quantité d'eau potable municipale insuffisante pour répondre à la demande	8

Tableau 5-3 Présentation des risques sur les aspects économiques

Risque	Niveau de gravité
Diminution du rendement des cultures	103
Augmentation de l'entretien des infrastructures publiques, émondage et inspection (bâtiments et rives)	72
Dommage aux structures bâtiments de valeur patrimoniale	69
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations	52
Perte de valeur de l'environnement bâti	38
Érosion de la rive du fleuve	35
Inondation en raison de la formation d'embâcles	27
Glissements de terrain/éboulement	24
Déraillement de train et impacts sur les commerces en bordure du chemin de fer	20
Réserve d'eau des puits artésiens insuffisante pour répondre à la demande	10
Augmentation de fissures dans les solages	8
Quantité de carburant disponible inadéquat pour répondre à la demande	6

Tableau 5-4 Présentation des risques sur l'environnement naturel

Risque	Niveau de gravité
Diminution de la biodiversité végétale/dommage	92
Contamination des cours d'eau	81
Accélération de l'érosion des rives	54
Perte de territoire du sanctuaire d'oiseaux migrateurs	46
Rétrécissement de la superficie de la zone humide	36

6 Conclusion

La municipalité de L'Islet est un pôle économique de la région grâce aux employeurs sur son territoire, comme Umano médical, ceux dans les industries du bois, dont Amisco et Linéaire éco-construction, ceux du secteur agroalimentaire, ainsi que par ses attraits touristiques, dont le Musée maritime du Québec et le refuge d'oiseaux migrateurs.

La proximité de la municipalité de L'Islet avec le fleuve Saint-Laurent a suscité une certaine inquiétude de la population concernant les risques de hausse du niveau du Saint-Laurent. Les dernières études scientifiques ne s'alignent toutefois pas sur cette avenue à la hauteur de L'Islet à court terme. En revanche, les études sont éloquentes sur les faits que le CC risque de se manifester sur une gamme de paramètres sociaux, économiques et environnementaux. Ainsi l'analyse des vulnérabilités a permis de lister l'ensemble des risques auxquels L'Islet est exposée et d'estimer l'importance de leurs impacts. La revue de la littérature et les attributs de L'Islet révèlent que les risques pour L'Islet peuvent effectivement affecter autant l'économie (diminution du rendement des cultures) que la santé humaine (chaleur accablante affectant les travailleurs à l'extérieur) ou l'environnement (augmentation de la fréquence de la contamination des cours d'eau, diminution de la biodiversité).

À la lumière de ce rapport, la municipalité de L'Islet dispose d'un portrait des risques liés au CC susceptible de nuire à la délivrance de ses services et au bien-être des citoyens ainsi qu'à la prospérité de l'économie sur son territoire.

Finalement, savoir s'adapter est d'autant plus primordial que le CC est maintenant une réalité inévitable. Par conséquent, ce rapport est le préambule à la mise en place d'un plan d'adaptation qui proposera des stratégies pour adresser les principales préoccupations liées au CC, tout en respectant les contraintes budgétaires de la municipalité.

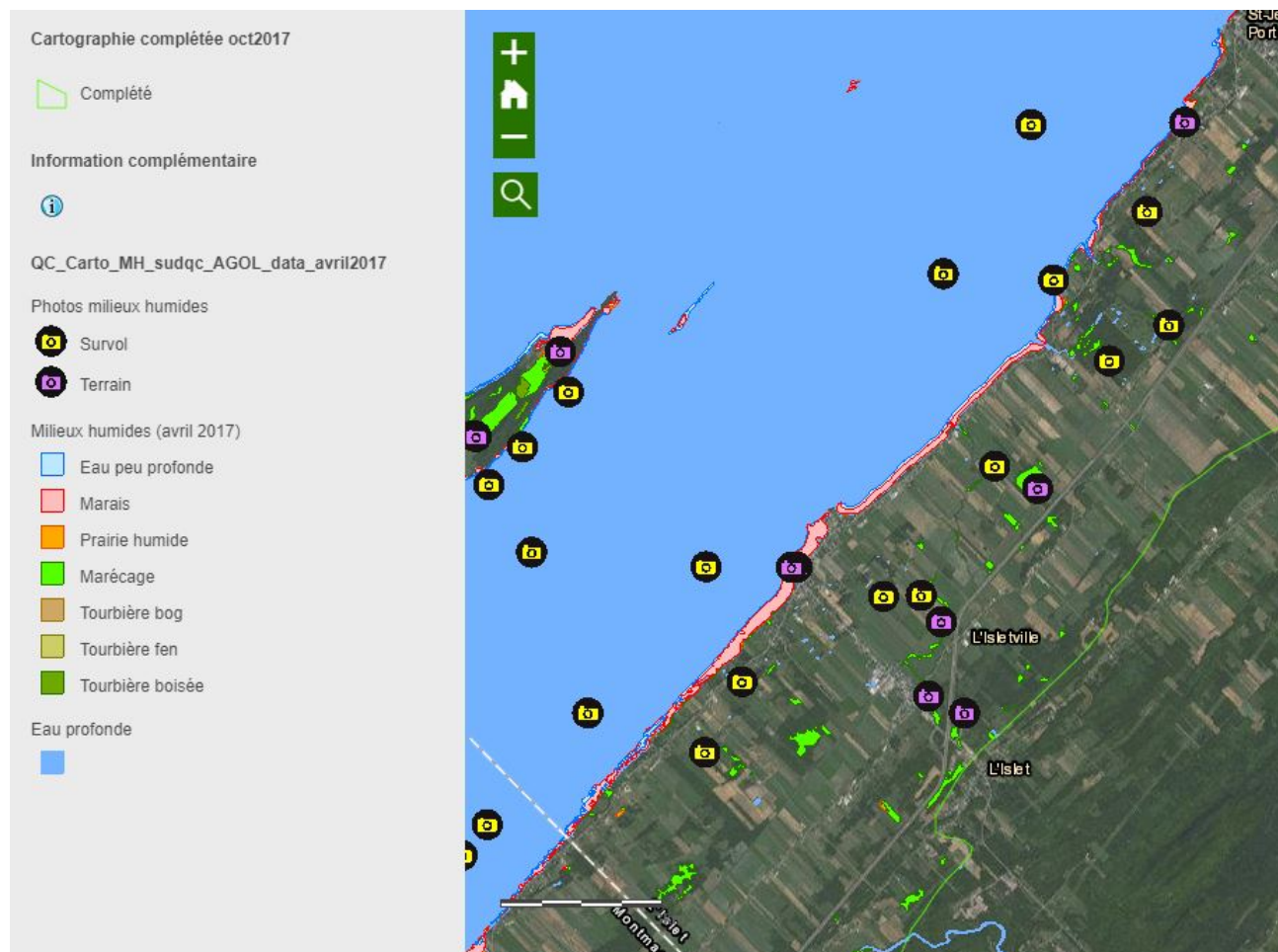
7 Références

- Agri-Réseau. Gagnon, A.-È., Roy, M. & Roy, A. (2012). Impact directs et indirects des changements climatiques sur les ennemis des cultures
https://www.agrireseau.net/lab/documents/Revue%20de%20litt%C3%A9rature%20CC_phyto.pdf
- Bernatchez, P., Jolicoeur, S., Quintin, C., Savard, J.-P., Corriveau, M., O'Carroll, S., Bérubé, D., Garneau, M., Chmura, G.L., Nguyen-Quang, T., Lieou, C.K., Torio, D., Van Ardenne, L., Sammari, H., St-Pierre, M. 2016. Impacts des changements climatiques et des contraintes physiques sur le réajustement des écosystèmes côtiers (coastal squeeze) du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent (GESL) et évaluation des mesures d'atténuation de ces impacts. Rapport de recherche remis à Ouranos et Ressources naturelles Canada, mars 2016, 189 p. + annexe
- Brimelow, J.C., Burrows, W.R. & Hanasiak, J.M. (2017). The changing hail threat over North America in response to anthropogenic climate change. *Nature Climate Change* vol. 7, p. 516-522.
- Canada. Environnement et ressources naturelles. Données historiques. *In* Météo, climat et catastrophes naturelles, Conditions météorologiques et climatiques passées.
http://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html (page consultée le 21 mars 2019)
- Canada. Environnement et ressources naturelles. Oiseaux protégés en vertu de la Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs.
<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/protection-legale-oiseaux-migrateurs/loi-convention.html> (page consultée le 21 mars 2019)
- Canada. Environnement et Changement climatique Canada - région du Québec. Refuge d'oiseaux migrateurs de L'Islet. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/refuges-oiseaux-migrateurs/ensemble/ilslet.html> (page consultée le 21 mars 2019)
- Canada. Nav Canada LAKP-Atlantique. La climatologie des aéroports. Chap. 5.
<http://www.navcanada.ca/FR/media/Publications/Local%20Area%20Weather%20Manuals/LAWM-Atlantic-5-FR.pdf>
- Canada. NRCan(2016). Le Québec en évolution.
<http://www.rncan.gc.ca/environnement/ressources/publications/impacts-adaptation/rapports/evaluations/2008/10282#fig5> (page consultée le 21 mars 2019)
- Canada. Statistique Canada. Profil du recensement, Recensement de 2016.
<http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=2417078&Geo2=CD&Code2=2417&Data=Count&SearchText=L%27Islet&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&TABID=1> (page consultée le 21 mars 2019)
- Cantin, A., Bourque, A. (2015). Ouragans et tempêtes tropicales impacts sur le Québec Tendances futures et mesures d'adaptation. 15^e Colloque en sécurité civile et sécurité incendie, Québec, février 2015.
https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/colloques/2015/presentations/cantin-bourque2015.pdf (page consulté le 21 mars 2019)
- Cheng, C.S., Li, G. & Auld, H. (2011). Impacts of Climate Change on Freezing Rain Using Downscaled Future Climate Scenarios: Updated for Eastern Canada. *Atmosphere-Ocean*, vol. 49 n° 1, p. 8-21.

- Cheng, C.S., Lopes, E., Fu, C. et Huang, Z. (2014). Possible Impacts of Climate Change on Wind Gusts under Downscaled Future Climate Conditions: Updated for Canada. *Journal of Climate*, vol. 27, p. 255-1270.
- GIEC, 2014: Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 34 pages.
- Institut canadien des actuaires. <http://actuariesclimateindex.org/explorez/graphiques-regionaux/> (page consultée le 21 mars 2019)
- Jaramillo, P. & Nazemi, A. (2017). Assessing Urban Water Security under Changing Climate: Challenges and Ways Forward. *Sustainable Cities and Society* (ahead of press).
- Mitchell, S.J. & Reeder, K. (2017). Community Climate Change and Vulnerability Assessment. 107 p.
- MRC de L'Islet, onglet Documentation, section Schéma d'aménagement et développement révisé de l'emplacement de la MRC de L'Islet. Chapitre 6 – Le portrait de l'urbanisation : Carte 6-1 Périmètre d'urbanisation de L'Islet. Chapitre 9- Le portrait environnemental : Cartes 9-2 L'Islet-rivière Tortue, ruisseau Sauvage et rivière petit Moulin; 9-20 L'Islet-rivière Tortue; 9-21 Contraintes anthropiques. Chapitre 10 : Les territoires et les sites représentant un intérêt historique, culturel, esthétique et écologique, Carte 10-2 Aire patrimoniale de L'Islet-village de L'Islet-sur-mer. Chapitre 15-Document complémentaire carte 2. <https://mrcelislet.com/documentation/schema-damenagement-et-de-developpement-revisé-de-remplacement/>
- Ouranos. (2015). Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Partie 1 : Évolution climatique au Québec. Édition 2015. Montréal, Québec : Ouranos, 114 p. <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/SynthesePartie1.pdf>
- Ouranos. Guinard, K., Mailhot, A. et Caya, D. (2014). Projected Changes in Characteristics of Precipitation Spatial Structures over North America. *International Journal of Climatology*, vol. 35, n° 4, p. 596-612.
- Québec. Institut national de santé publique. Pollens. Plus de pollens, plus d'allergies. *In Mon climat, ma santé, Ma Santé, Qualité de l'air*. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/pollens.aspx> (page consultée le 21 mars 2019).
- Québec. Institut national de santé publique. Virus Zika. *In Surveillance, présentation et contrôle des maladies infectieuses, zoonoses*. <https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/zika> (page consultée le 21 mars 2019)
- Québec. MAMOT (2017). Glissements de terrain dans les dépôts meubles. https://www.mamot.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/orientations_gouvernementales/glissements_terrains_types_causes.pdf
- Québec. MDDELCC. Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-qte-eau-Quelle-situation_Rivieres-Fleuve.htm (page consultée le 21 mars 2019)
- Québec. MDDELCC. Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-qte-eau-Quelle-situation_Rivieres-Fleuve.htm#references (page consultée le 21 mars 2019)
- Québec. MDDEP, Direction des évaluations environnementales (2005). Guide de réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement. 38 p.

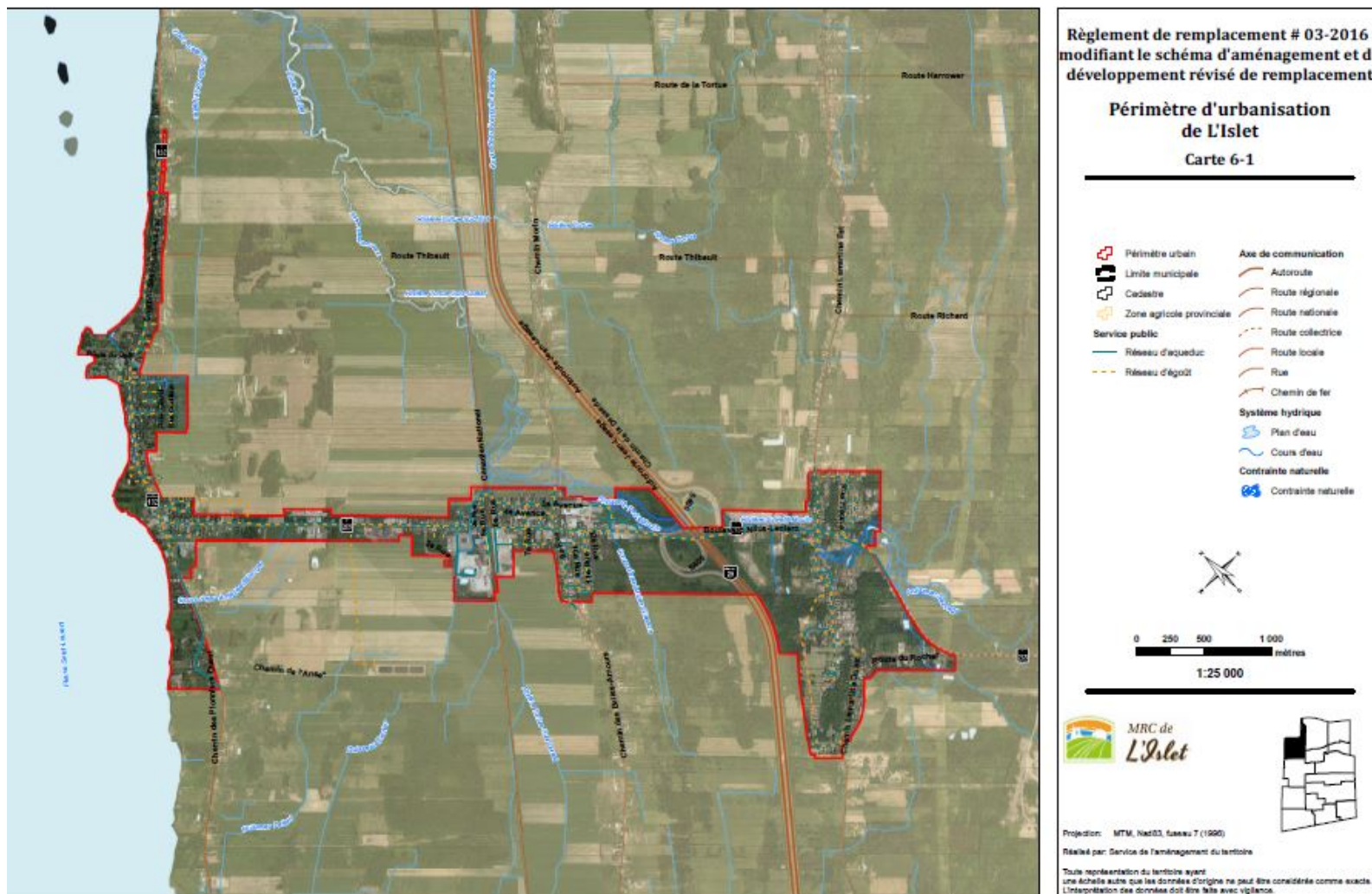
- Roy, A. & Boyer, C. (2011). Impacts des changements environnementaux sur les tributaires du St-Laurent. Colloque en agroclimatologie. Université Laval.
- Doré, G., Bilodeau, J.-P., Masseck Thiam, P. & Perron Drolet, F. (2014). Impact des changements climatiques sur les chaussées des réseaux routiers québécois. https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportDore2014_FR.pdf
- Université du Québec à Montréal.
- Chartrand, C. (2004). Les effets des changements climatiques sur le Saint-Laurent. <http://www.escer.uqam.ca/trousse/affiche-educative.pdf>
- Zhai L., B. Greenan, J. Hunter, T.S. James, and G. Han. 2013. Estimating Sea-level Allowances for Atlantic Canada under Conditions of Uncertain Sea-level Rise. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean. Sci. 283: v + 40 pp. http://epe.lac-bac.gc.ca/100/201/301/weekly_checklist/2013/internet/w13-44-U-E.html/collections/collection_2013/mpo-dfo/Fs97-18-283-eng.pdf

Annexe 1 Cartographie des milieux humides sur le territoire de la municipalité de L'Islet



(adaptée de <http://ducksunlimited.maps.arcgis.com/apps/MapTools/index.html?appid=77c2d088f93d44a1b2ef3edaf030ec30>)

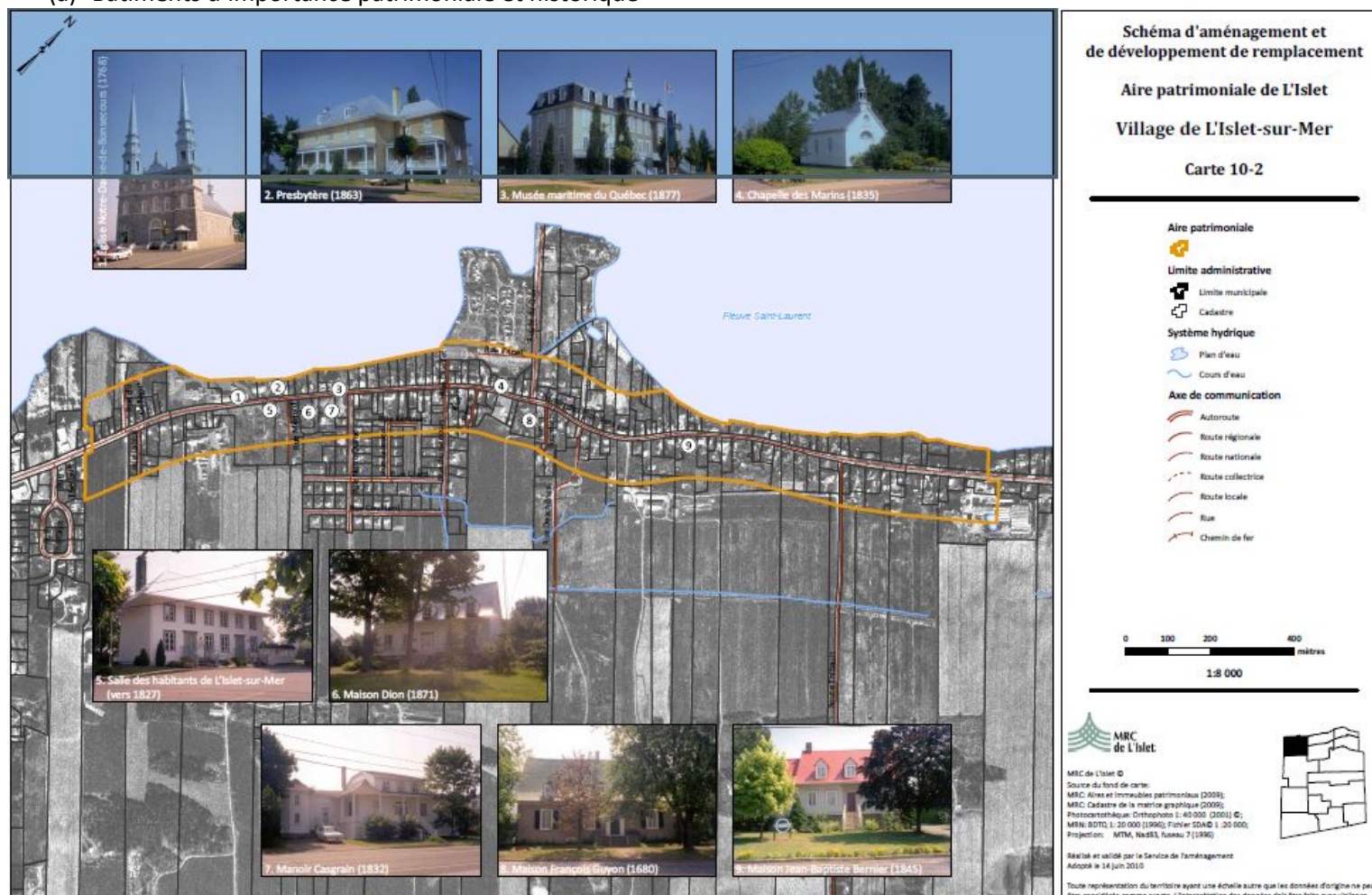
Annexe 2 Illustration de l'occupation du territoire



(tirée du site internet MRC de L'Islet)

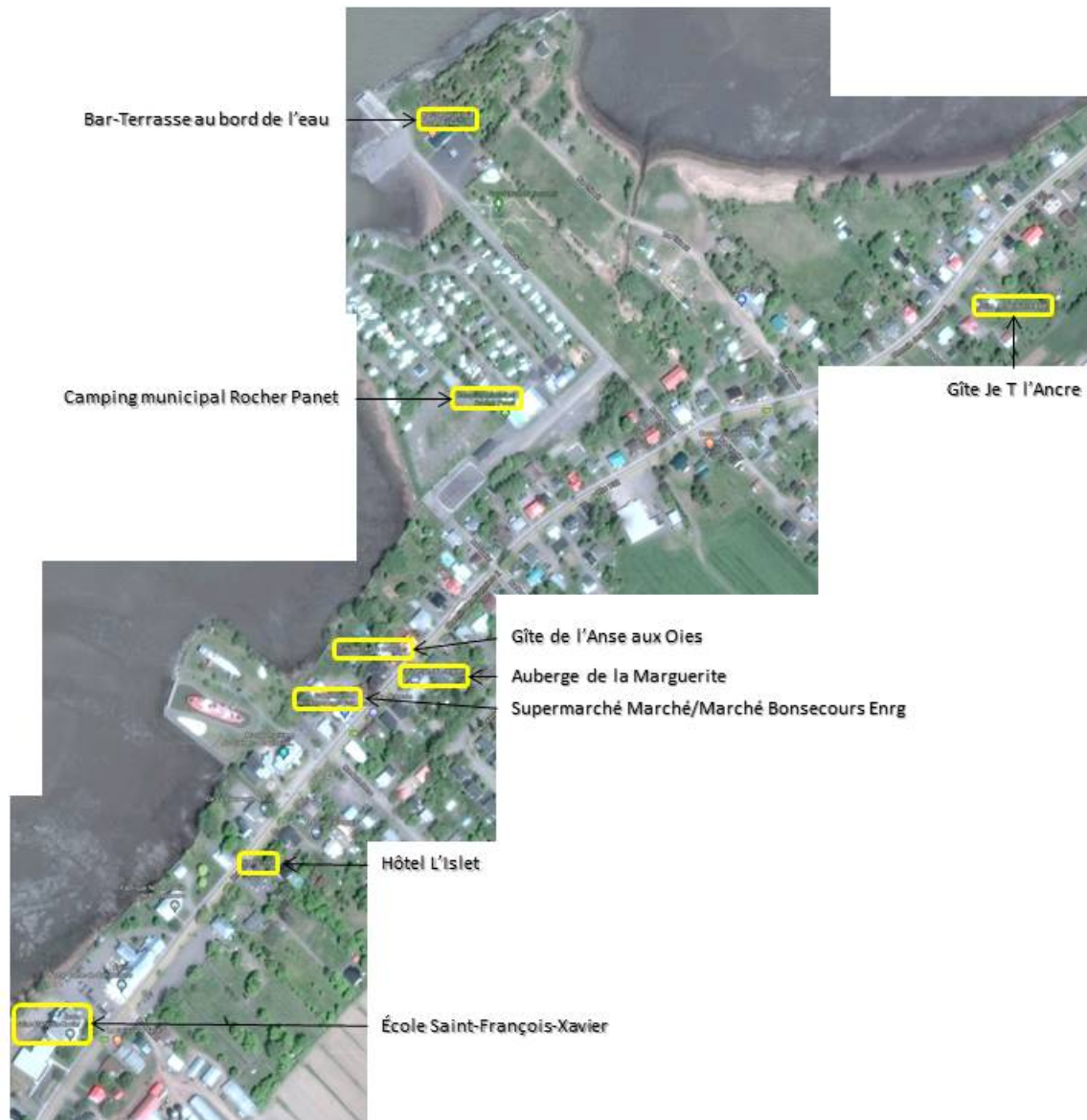
Annexe 3 Localisation des bâtiments dans la zone patrimoniale

(a) Bâtiments d'importance patrimoniale et historique



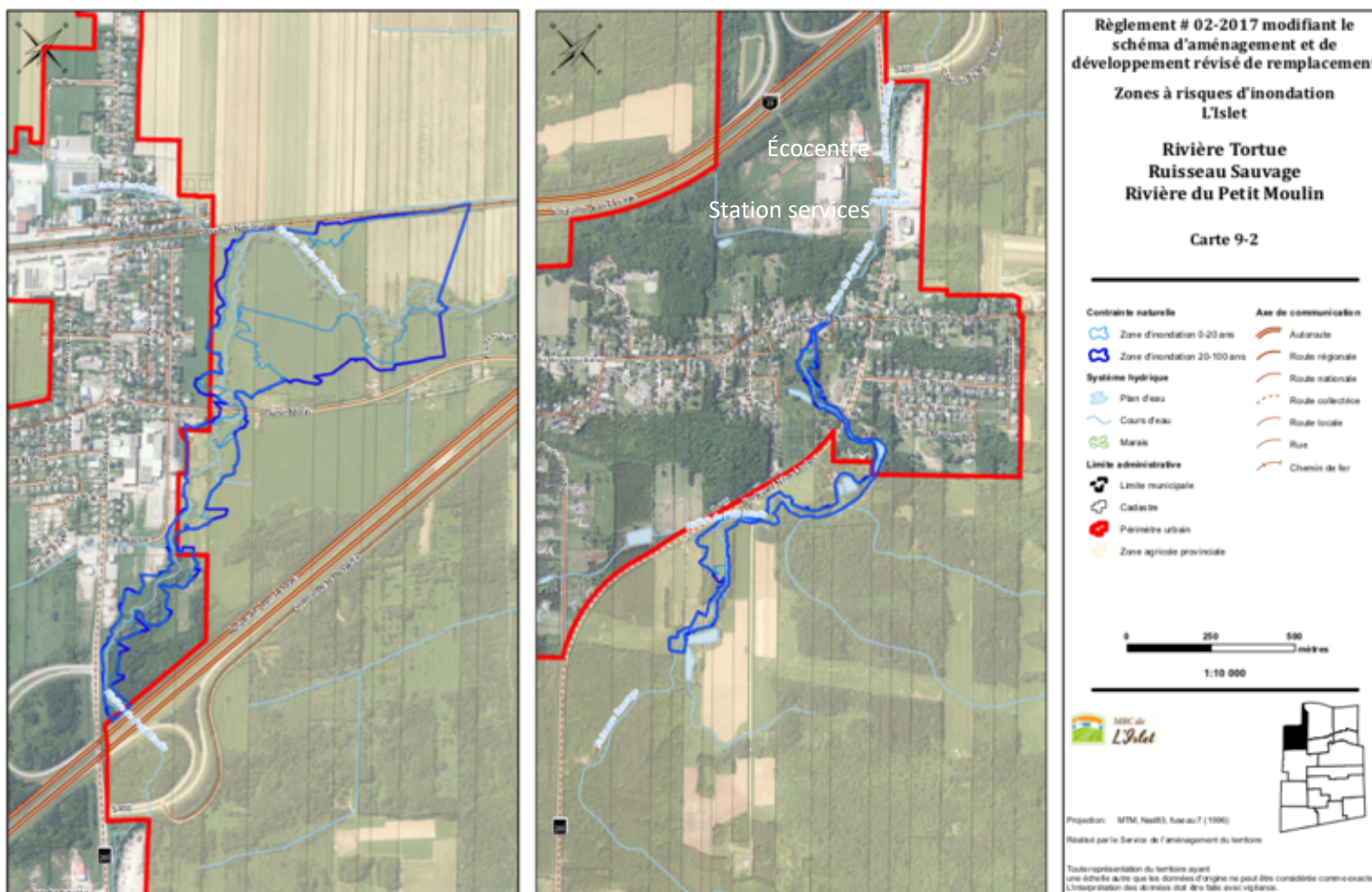
Tirée du site internet MRC de L'Islet

(b) Bâtiments d'importance sociale et économique



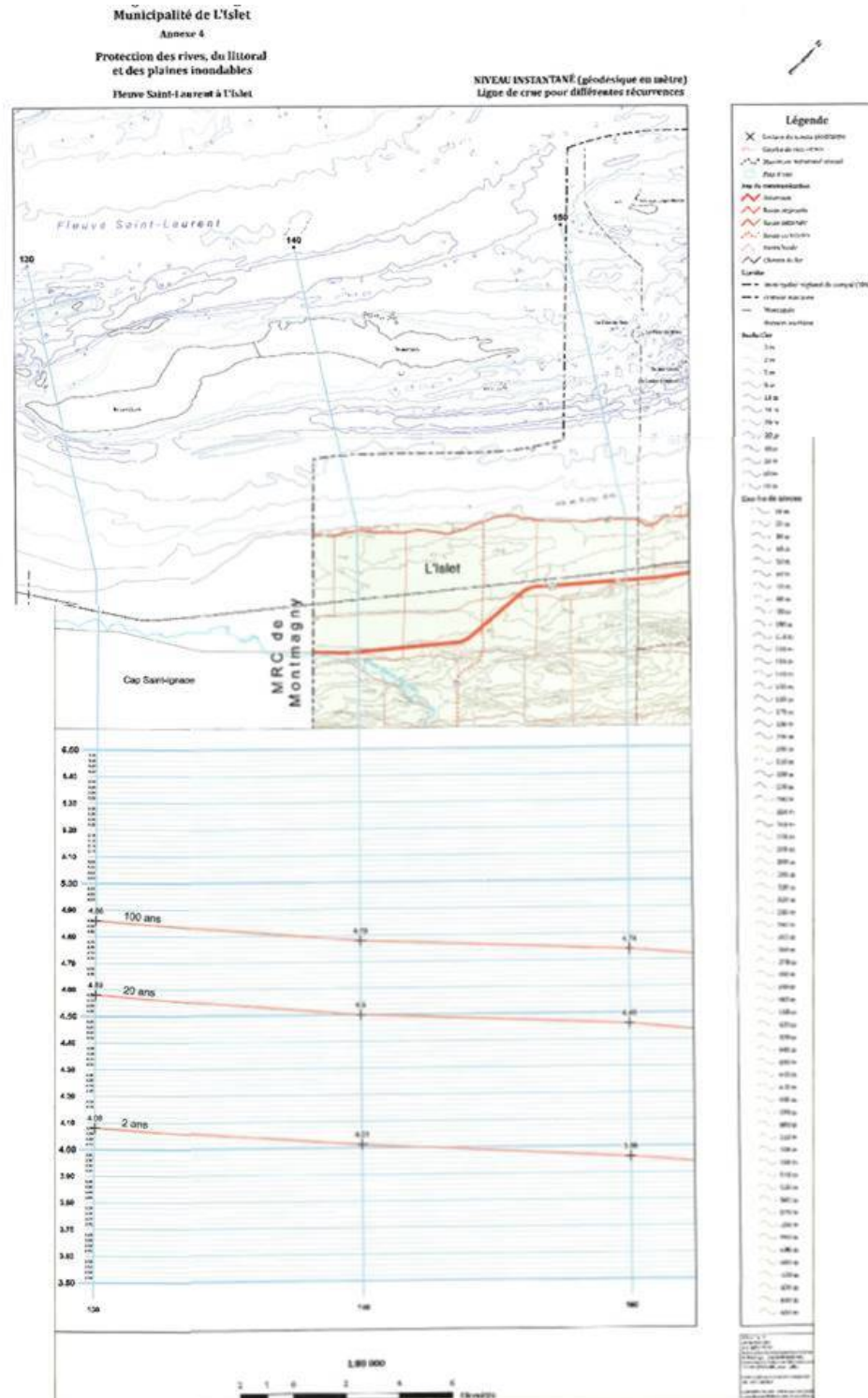
(adaptée de *Googlemap*, L'Islet-sur-mer)

Annexe 4 Cartographie des zones inondables identifiées par la MRC de L'Islet (2017)



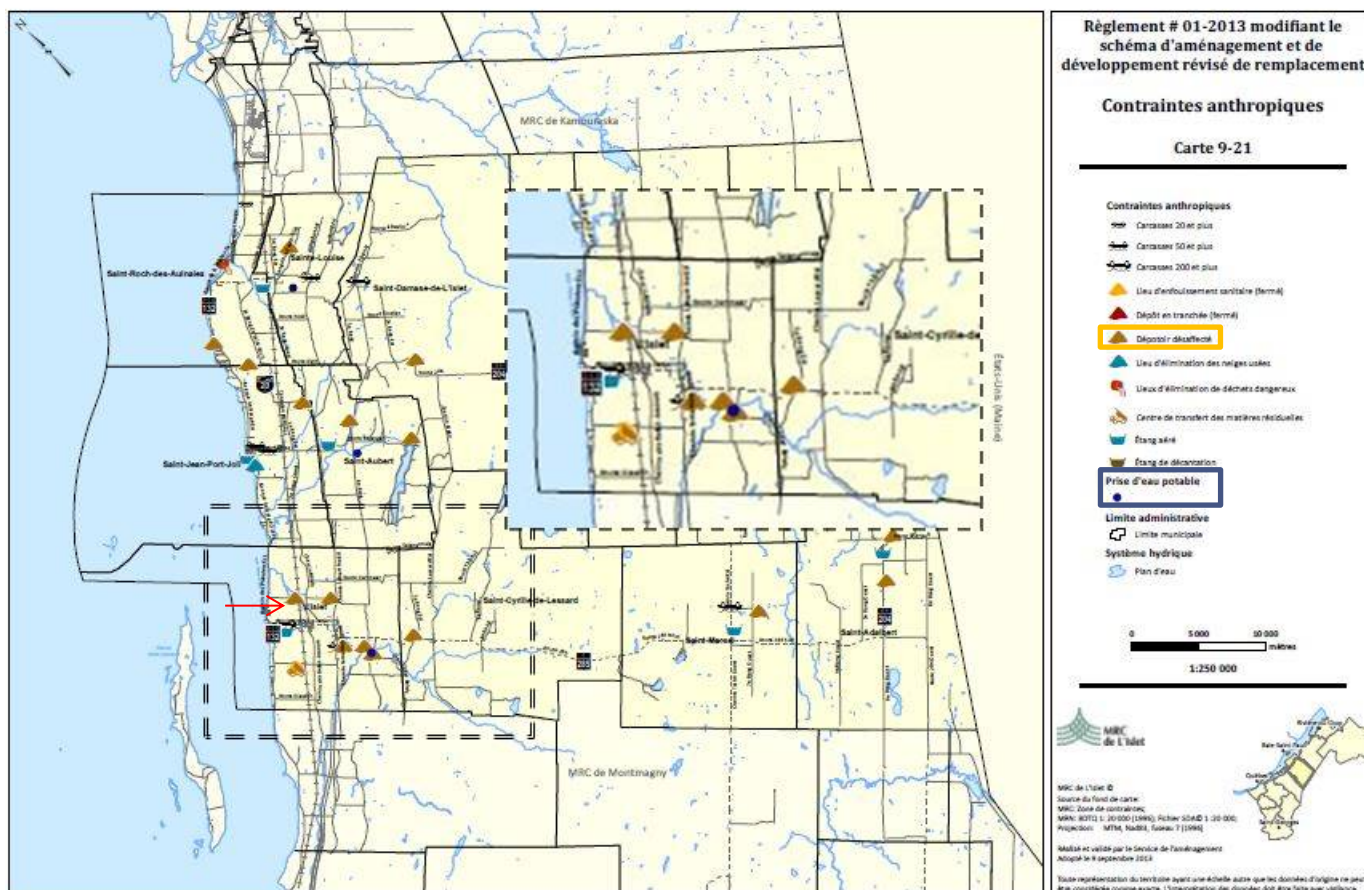
(tirée du site internet MRC de L'Islet)

Annexe 5 Estimation de la récurrence du niveau des crues du Saint-Laurent



Le niveau de la crue de récurrence deux ans étant considéré normal, il est utilisé comme référentiel. (tirée du site internet MRC de L'Islet)

Annexe 6 Localisation des sites d'enfouissement de matières résiduelles désaffectés



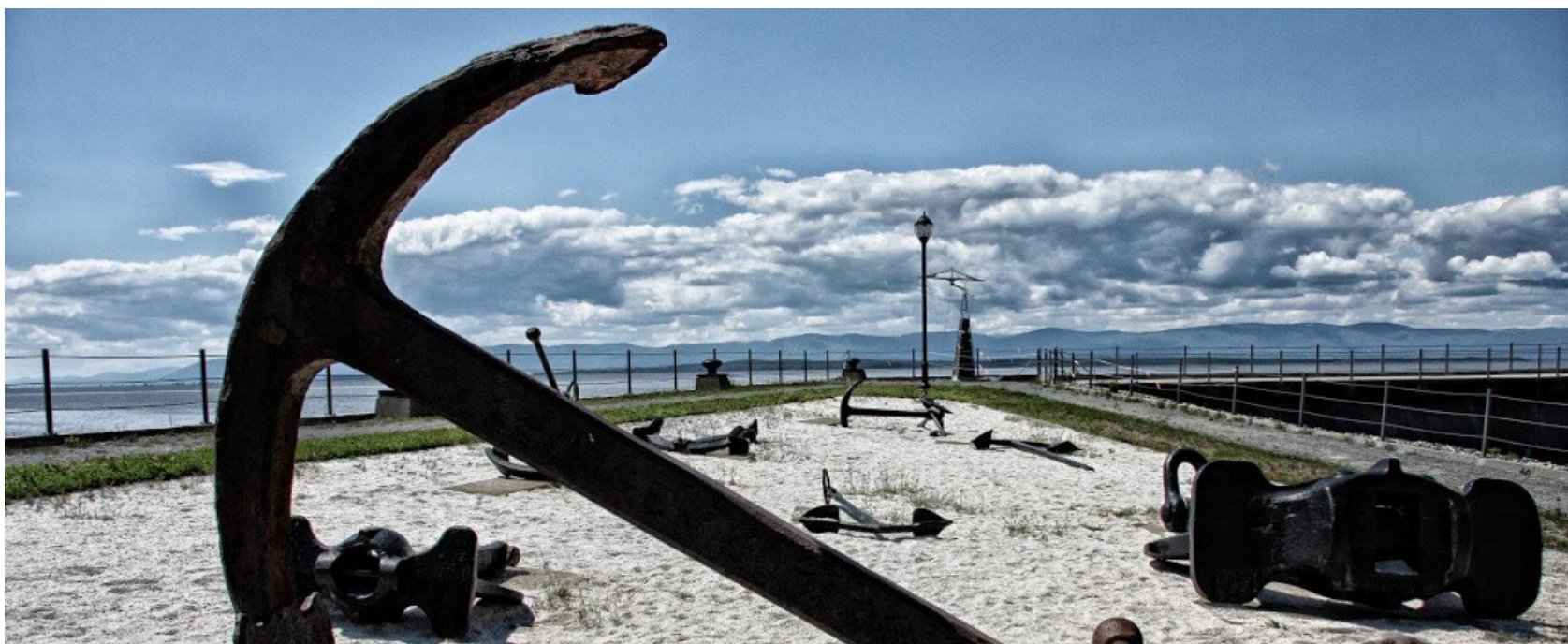
(adaptée du site internet MRC de L'Islet)

Annexe 7 Classement des risques en fonction de leur cote

Élément exposé	Impacts potentiels	Température												Intégrité du sol						Événements extrêmes						Niveau de risque				
		P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G					
Santé, stress et sécurité	Augmentation du nombre de jours susceptibles de provoquer des inconforts, des blessures physiques, la mort et d'augmenter la morbidité des travailleurs à l'extérieur	3	4	3	1			3	4					3	3			2	4			2	4	1	4			3	3	65
	Qualité de l'eau sous les normes gouvernementales	3	2	4	2	1	2			4	2			3	4			1	1			4	1							41
	Glissements de terrain/éboulements								3	3					3	3	1	3			2	3	2	3						33
	Déplacement sécuritaire limité des individus													3	2			2	2			2	2	1	2	2	3	3	3	31
	Augmentation du nombre d'accidents et de maladies en raison de l'utilisation de pesticides et fertilisants			3	4									4	4															28
	Coups de courant																					2	3	3	3	1	3	3	3	27
	Coupe des télécommunications																					4	3	2	3			3	3	27
	Augmentation des pathogènes humains, zoonotiques et leurs vecteurs	3	3					4	3																					21
	Augmentation de la fréquence des incendies (feux de broussailles et feux de forêt)	2	2									3	2											3	2					16
	Blessures corporelles liées à la chute de branches et d'arbres																					3	2	2	2			2	2	14
	Création de SMOG	1	3	1	3			1	3															1	3					12
Quantité d'eau potable municipale insuffisante pour répondre à la demande	1	4									1	4																	8	

Élément exposé	Impacts potentiels	Température																								Intégrité du sol						Événements extrêmes						Niveau de risque
		Épisode de chaleur intense plus long		Hausse des températures moyennes		Hausse de la teneur en CO2		Augmentation de l'humidité de l'air intense		Augmentation du nombre d'épisode de pluie sèche		Augmentation du nombre des périodes de ravageurs des cultures		Augmentation de la quantité et de la variété des		Augmentation de la fréquence des redoux		Augmentation de l'érosion des rives et du sol terrain/éboulements		Augmentation des glissements de terrain/éboulements		Augmentation de la prévalence entre pluie et période de sécheresse		Augmentation de la fréquence des tempêtes tropicales et microalgues		Augmentation des impacts de foudre		Augmentation de la fréquence des épisodes de gèles à Gros frères		Augmentation des épisodes de pluie vergreignant								
		P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G					
Bâtiments et économie	Diminution du rendement des cultures	2	2	2	2	2	4	2	3	3	4	3	3	3	3		2	2			3	4	2	3			4	4	2	2	103							
	Augmentation de l'entretien des infrastructures publiques, émondage et inspection (bâtiments et rives)	2	1	2	1					2	2					3	2	3	2	3	2	2	1	4	4	3	2	2	3	4	4	72						
	Dommage aux structures bâtiments de valeur patrimoniale							3	4	3	3						3	4	2	5	2	2	4	4			2	3			69							
	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations									4	4					3	4	1	4	2	4			3	4						52							
	Perte de valeur de l'environnement bâti							2	2	3	2						4	3	2	4			2	4							38							
	Érosion de la rive du fleuve			3	3					3	1	3	1			3	3						2	4							35							
	Inondation en raison de la formation d'embâcles															4	3	3	2				2	3	1	3					27							
	Glissements de terrain/éboulement									2	2	1	2									2	3	3	4						24							
	Déraillement de train et impacts sur les commerces en bordure du chemin de fer	1	5																1	5			2	5							20							
	Réserve d'eau des puits artésiens insuffisante pour répondre à la demande	2	2									3	2																		10							
	Augmentation de fissures dans les solages														2	2						2	2								8							
Quantité de carburant disponible inadéquat pour répondre à la demande																												3	2	6								

		<i>Épisode de chaleur intense plus long</i> <i>Hausse des températures moyennes</i> <i>Hausse de la teneur en CO2</i> <i>Augmentation du nombre d'épisode de pluie intense</i> <i>Augmentation du nombre de périodes de sécheresse</i> <i>Augmentation de l'utilisation de pesticides et fertilisants</i> <i>Augmentation de la fréquence des reboux</i> <i>Augmentation de l'érosion des rives et du sol</i> <i>Augmentation des glissements de terrain</i> <i>Augmentation de la prévalence entre pluie intense et période de sécheresse</i> <i>Augmentation de la fréquence des tempêtes post tropicales et microcrafales</i> <i>Augmentation des impacts de foudre</i> <i>Augmentation de la fréquence des épisodes de grêles à gros grêlons</i> <i>Augmentation des épisodes de pluie verglaçante</i>																												
Élément exposé	Impacts potentiels	Température												Intégrité du sol						Évènements extrêmes						Risque de l'impact				
		P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G					
Environnement naturel	Diminution de la biodiversité végétale/dommage	3	4	2	4	2	4			3	4	4	4	2	1	2	3							2	3	2	3	2	2	92
	Contamination des cours d'eau	3	4	1	3			3	3			4	5	3	4	2	4	2	4					3	3					81
	Accélération de l'érosion des rives			3	4			2	4					3	3					3	3	4	4							54
	Perte de territoire du sanctuaire d'oiseaux migrateurs	3	4					3	2							2	4			2	4	3	4							46
	Rétrécissement de la superficie de la zone humide	2	4							4	4					3	4													36



(tirée de
interprétation/)

<https://chaudiereappalaches.com/fr/voyage-quebec/la-cote-du-sud/l-islet/musee-maritime-du-quebec/musee-et-centre-d->