

**Une connaissance écologique intégrée
pour soutenir la prise de décision :
application au golfe du Saint-Laurent en
support à la question des urgences
environnementales**



Rapport technique

Avril 2015

Direction générale de l'écologie et de la conservation

***Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques***

Québec 

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction :

Anne Le Rouzès
Adeline Bazoge

Direction de l'expertise en biodiversité, Direction générale de l'écologie et de la conservation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation du projet :

Anne Le Rouzès – Cartographie écologique et analyses
Tingxian Li – Cartographie écologique
Adeline Bazoge – Coordination

Direction de l'expertise en biodiversité, Direction générale de l'écologie et de la conservation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Collaboration :

Frédéric Poisson
Marie-Josée Côté

Direction de l'expertise en biodiversité, Direction générale de l'écologie et de la conservation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Rodolph Balej
Yves Lachance – Cartographie
Benoît Landry – Soutien géomatique

Direction générale de l'écologie et de la conservation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Nicolas Gruyer

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Nicolas Lemaire

Institut des sciences de la mer de Rimouski de l'Université du Québec à Rimouski

Remerciements aux experts des différentes directions du ministère ainsi qu'aux partenaires externes pour leur collaboration.

Le Rouzès, Anne, et Adeline Bazoge (2015). *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 57 p.

MISE EN GARDE

Les données utilisées dans ce document ne couvrent pas l'ensemble des aspects à considérer dans le domaine de l'exploitation marine des hydrocarbures. L'intégration d'informations a été limitée par les couches de données à la disposition de l'équipe lors de l'étude. Les analyses produites pourront être bonifiées par de nouvelles données pour améliorer le niveau de confiance relatif aux résultats.

Également, les données ne sont pas toutes récentes, mais elles offrent un niveau de confiance jugé pertinent pour leur utilisation.

Ce document a été créé par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Il intègre notamment des données fournies par Environnement Canada. L'intégration de ces données ne doit pas être interprétée comme une approbation du document par Environnement Canada.

RÉSUMÉ

Le projet *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique* a été conduit dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances en milieu marin. Il a pour objectif d'améliorer la connaissance écologique du golfe du Saint-Laurent, plus particulièrement des zones côtières, par une approche collaborative et intégrée.

Il est associé au projet *Impacts écotoxicologiques potentiels sur les écosystèmes des techniques de gestion des déversements pétroliers pouvant être utilisées dans le golfe du Saint-Laurent* (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec [CEAQ], Service des avis et des expertises de la Direction du suivi de l'état de l'environnement et Bureau de coordination des urgences [BCU]), conduit dans le même programme. Il est associé à un projet de doctorat mené à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) concernant les aspects de modélisation des risques environnementaux. Les résultats du présent projet serviront d'intrants à ce modèle.

Le découpage écologique du golfe du Saint-Laurent et de ses rives a été effectué (segments littoraux et districts écologiques). Ces unités écologiques ont été décrites à l'aide de données biologiques et anthropiques pour répondre, d'abord, aux besoins du CEAQ et du BCU. Plus largement, les données compilées pourront servir à différentes unités du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

De nombreuses analyses ont été réalisées et des indices synthétiques ont été produits. Des représentations cartographiques permettent de visualiser quelques-uns des nombreux résultats. Ces outils sont diffusés auprès des partenaires du projet dans un premier temps. Une diffusion plus large au sein du personnel du ministère est envisagée.

Le projet a permis plusieurs constats :

- Le MDDELCC dispose de peu de données à l'échelle du golfe. Les études ont principalement été menées par le gouvernement fédéral. Le partage des données est un enjeu important;
- La valorisation des résultats des projets d'acquisition de connaissances réalisés par le Québec reste difficile, car il n'existe pas d'inventaire des données disponibles;
- L'intégration de données supplémentaires permettra de considérer un maximum de variables pertinentes dans l'évaluation des risques environnementaux associés à l'exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent. À cet effet, la collecte de données doit se poursuivre.

Le projet a fait appel à plusieurs unités du MDDELCC, dans une approche collaborative et intégrée. La mise en commun des expertises devrait être poursuivie, pour une amélioration continue des connaissances et des analyses destinées à soutenir la prise de décision.

Table des matières

Liste des tableaux.....	VII
Liste des figures	VII
1 PRÉSENTATION DU PROJET	1
1.1 Objectif.....	1
1.2 Démarche méthodologique.....	2
1.2.1 Cartographie écologique.....	2
1.2.2.1 Découpage et description physique	2
1.2.2.2 Descriptions complémentaires.....	3
1.2.2 Analyses	4
1.2.3 Diffusion	4
2 MISE EN ŒUVRE – RÉALISATION	5
2.1 Cartographie écologique.....	5
2.1.1 Découpage et description	5
2.1.1.1 Découpage et description des segments littoraux.....	5
2.1.1.2 Découpage et description des districts écologiques	7
2.2 Descriptions complémentaires.....	10
2.2.1 Inventaire des données	10
2.2.2 Recension des données clés, collecte et compilation	10
2.2.2.1 Description des segments en types de milieux compatibles ESI	10
2.2.2.2 Compilation de données biologiques et humaines	15
2.3 Analyses complémentaires.....	23
2.4 Diffusion	30
3 RECOMMANDATIONS ET SUITE DU PROJET	31
4 CONCLUSION.....	32
5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CONSULTÉES	33
ANNEXE 1	35
ANNEXE 2	46
ANNEXE 3	47
ANNEXE 4	48
ANNEXE 5	50
ANNEXE 6	57

LISTE DES TABLEAUX

<i>TABLEAU 1 : LISTE DES HABITATS OBTENUS APRÈS UNE RECLASSIFICATION DU CHAMP SOUS-ÉLÉMENT DE LA BASE DE DONNÉES D'ENVIRONNEMENT CANADA</i>	13
<i>TABLEAU 2 : EXTRAIT DU TABLEAU DES POURCENTAGES D'OCCUPATION DES 22 HABEX DANS LES SEGMENTS LITTORAUX</i>	14
<i>TABLEAU 3 : COTE ESI ASSOCIÉE À CHAQUE HABEX</i>	25

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Comparaison de l'ancien et du nouveau tracé des segments littoraux	5
Figure 2 : Exemple d'ajout de rives à la couche d'extraction de la BDTQ	6
Figure 3 : Valeurs du champ Segment de la description de 1998 des segments littoraux	7
Figure 4 : Découpage du golfe du Saint-Laurent en districts écologiques.....	8
Figure 5 : Les formes générales des districts écologiques du golfe du Saint-Laurent	9
Figure 6 : Les dépôts généraux des districts écologiques du golfe du Saint-Laurent	9
Figure 7: Indice de sensibilité environnementale (ESI) – Source : Nicolas Lemaire	11
Figure 8 : Extrait de la base de données Shoreline Classification and Pre-Spill Database montrant les habitats présents à Sept-Îles.....	12
Figure 9 : Légende montrant le détail granulométrique associé aux habitats à Sept-Îles	12
Figure 10 : Méthodologie de Cairns pour assigner la valeur exposée à un tronçon de littoral	14
Figure 11 : Habitats de marais au sein des segments littoraux	15
Figure 12 : Nombre d'espèces d'oiseaux potentiellement présentes dans les segments littoraux (associations des espèces et HABEX par les experts).....	16
Figure 13 : Zones tampons associées aux segments littoraux du golfe du Saint-Laurent	17
Figure 14 : Zones tampons terrestres et aquatiques sur la Côte-Nord.....	17
Figure 15 : Zones tampons des Îles-de-la-Madeleine	18

VIII *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*

Figure 16 : Densité de voies de communication terrestres (km/km ²) des zones tampons, par segment littoral.....	20
Figure 17 : Nombre total de bâtiments des zones tampons, par segment littoral.....	21
Figure 18 : Linéaire total des îles (en kilomètres) des zones tampons, par segment littoral.....	22
Figure 19 : Pourcentage d'occupation des zones tampons par des aires protégées, par segment littoral	23
Figure 20 : Formule de l'indice de Shannon.....	24
Figure 21 : Diversité d'habitats (indice de Shannon) à partir des pourcentages d'occupation des HABEX dans les segments littoraux.....	24
Figure 22 : Indice de sensibilité environnementale de la zone intertidale supérieure.....	26
Figure 23 : Indice de sensibilité écologique	28
Figure 24 : Indice d'utilisation et d'occupation du territoire	29
Figure 25 : Affichage des données synthèses des segments dans Google Earth.....	30

1 PRÉSENTATION DU PROJET

Le fleuve Saint-Laurent est un élément marquant de l'identité québécoise, de son histoire et de son patrimoine, culturel et naturel. Cette voie de communication a également une grande importance économique. Les ressources naturelles du fleuve sont un moteur de l'économie québécoise actuelle et future, que ce soit pour le tourisme, la pêche ou le transport, ou encore la mise en valeur du potentiel d'hydrocarbures. En outre, les enjeux associés au fleuve Saint-Laurent sont nombreux et la conciliation des usages, délicate.

Dans l'optique d'assurer un développement durable du fleuve, il faut considérer conjointement les enjeux sociaux, environnementaux et économiques dans l'analyse des projets de développement et de conservation. Pour répondre adéquatement à ses mandats de conservation de la biodiversité et de protection de l'environnement, le gouvernement du Québec doit disposer de connaissances écologiques sur l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent ainsi que sur les écosystèmes côtiers qui leur sont associés.

Dans un contexte d'exploitation potentielle des hydrocarbures dans le golfe, ces connaissances sont indispensables pour soutenir la prise de décision : elles servent autant dans la préparation de directives d'études d'impact que dans le cadre des analyses environnementales entourant la délivrance d'autorisations ministérielles et dans la mise en place de procédures d'urgence en cas de déversement.

S'inspirant de l'approche de planification écologique, le présent projet vise à acquérir, à accroître et à diffuser des connaissances écologiques synthétiques et structurées pour appuyer différentes directions du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), ainsi que leurs partenaires, dans l'accomplissement de leurs mandats respectifs.

Les connaissances du milieu physique et biologique permettront de circonscrire les grands types de milieux marins et côtiers. Dans un premier temps, cette information contribuera à la modélisation et à l'élaboration de protocoles de gestion des urgences environnementales associées aux déversements potentiels d'hydrocarbures dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent, développés dans le cadre du projet *Impacts écotoxicologiques potentiels sur les écosystèmes des techniques de gestion des déversements pétroliers pouvant être utilisées dans le golfe du Saint-Laurent* (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec [CEAEQ], Service des avis et des expertises de la Direction du suivi de l'état de l'environnement et Bureau de coordination des urgences [BCU]).

Basé sur une approche collaborative et intégrée, le présent projet valorise les expertises et données détenues par différents partenaires et facilite l'intégration des connaissances écologiques dans la prise de décision, en proposant un cadre d'analyse commun.

Ce projet d'un an a été réalisé dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances en milieu marin et financé à même les fonds de ce programme (année financière 2013-2014). Des ressources humaines supplémentaires ont été consenties par la Direction générale de l'écologie et de la conservation du MDDELCC en 2014-2015.

1.1 Objectif

Le projet a pour objectif d'améliorer la connaissance écologique du golfe du Saint-Laurent, plus particulièrement des zones côtières, par une approche collaborative et intégrée, pour :

- soutenir la prise de décision dans les mandats ministériels dans un contexte d'un possible développement de l'exploitation des hydrocarbures, et plus précisément dans l'élaboration de procédures de gestion des urgences environnementales liées à un déversement d'hydrocarbures;

2 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

- favoriser la mise en œuvre de pratiques durables dans l'estuaire et le golfe en produisant et en diffusant des connaissances écologiques et en proposant une base de connaissances et un cadre commun d'analyse aux différents partenaires.

1.2 Démarche méthodologique

Pour atteindre l'objectif ci-dessus exposé, il est nécessaire de disposer d'une connaissance et d'une cartographie des différents types de milieux et écosystèmes du golfe et de son littoral. Ces unités écologiques peuvent par la suite être décrites à l'aide de données de nature humaine et biologique, entre autres. Le tout peut finalement être utilisé pour réaliser une grande variété d'analyses et soutenir la prise de décision.

1.2.1 Cartographie écologique

La prémisse de la cartographie écologique mise en œuvre au MDDELCC est que le milieu physique conditionne le milieu biologique qu'il supporte. Les écosystèmes sont formés par ces deux composantes et les relations qu'elles entretiennent. Ainsi, la cartographie proposée repose essentiellement sur les composantes physiques du milieu, mais distingue dans les faits des écosystèmes.

En milieu terrestre, diverses études ont montré le lien entre le découpage écologique et l'utilisation du territoire (Ruiz *et al.*, 2008) ou encore la qualité de l'eau (Jambon *et al.*, 2008).

La cartographie écologique peut être réalisée à différents niveaux de perception (différentes échelles), lesquels constituent le cadre écologique de référence.

Pour répondre aux besoins du présent projet, il a été choisi de réaliser une cartographie écologique des rives du Saint-Laurent (en segments littoraux) ainsi qu'une cartographie du golfe (jusqu'au niveau des districts écologiques). Ces données serviront d'intrants dans le projet *Impacts écotoxicologiques potentiels sur les écosystèmes des techniques de gestion des déversements pétroliers pouvant être utilisées dans le golfe du Saint-Laurent*.

1.2.2.1 Découpage et description physique

En 1998, un découpage du littoral du fleuve, de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en segments littoraux a été effectué dans le cadre du projet *Atlas de la diversité écologique potentielle et de la biodiversité du Saint-Laurent au Québec*.

Dans le présent projet, il a été proposé de mettre à jour et de réviser ce découpage pour le golfe du Saint-Laurent en mettant à profit les nouvelles technologies de cartographie et d'analyse. Pour qu'il soit possible d'exploiter les différentes bases de données humaines et biologiques dans la description des unités écologiques, cette étape est indispensable.

De plus, pour la mise à jour de la segmentation, la ligne de rive issue de la base de données territoriales du Québec (BDTQ), au 1/20 000, a été utilisée.

Des ajouts aux segments de 1998 ont permis de considérer l'ensemble des rives qui seraient potentiellement affectées lors d'un déversement d'hydrocarbures.

Le découpage des segments a été validé à partir de photographies aériennes ainsi que de photographies de terrain prises lors de survols de la côte (MDDELCC). Les données contenues dans le logiciel Google Earth ont également été mises à profit.

En outre, le projet a permis de réaliser la cartographie écologique, pour l'ensemble du golfe du Saint-Laurent, jusqu'au quatrième niveau de découpage du cadre écologique de référence, soit celui des districts écologiques.

Les segments littoraux, comme les districts écologiques, font l'objet d'une description sommaire basée sur les caractéristiques physiques des unités. Les districts écologiques sont décrits selon cinq descripteurs : la structure, la forme, la morphologie, les dépôts et la géologie.

1.2.2.2 Descriptions complémentaires

Chacune des unités écologiques est par la suite documentée à l'aide de plusieurs jeux de données portant sur les infrastructures humaines, les connaissances biologiques et physiques ou certaines composantes économiques.

Les analyses ont été réalisées principalement dans la perspective de répondre aux besoins spécifiques du CEAEQ, les résultats associés aux segments littoraux servant d'intrants à la modélisation. Les analyses ont également été conduites dans une optique plus large, celle de répondre, au moins partiellement, aux besoins futurs des autres utilisateurs du MDDELCC. La consignation de l'information sur les districts écologiques pourra être poursuivie en fonction des besoins.

Dans un premier temps, les différents types de côtes présents dans chacun des segments ont été recensés, dans l'objectif final d'en évaluer la sensibilité aux hydrocarbures.

De nombreux pays décrivent la sensibilité physique des côtes à un potentiel déversement d'hydrocarbures en utilisant l'indice de sensibilité environnementale (Environmental Sensibility Index, ou ESI). Selon cette méthode, une cote de sensibilité est attribuée à chaque type de côte, évaluée selon la granulométrie des dépôts et l'exposition des portions de littoral. Ces indices sont dits « physiques » parce qu'ils se basent, pour définir la sensibilité des grands types d'habitats côtiers, sur la configuration de la côte, son mode d'exposition, la nature du substrat et sa granulométrie. La sensibilité est dans ce cas fonction de la capacité de piégeage des produits pétroliers et de l'autoépuration du milieu, lesquelles déterminent la durée de la contamination et des impacts associés. Il a donc été décidé d'utiliser les bases de données existantes pour évaluer la cote ESI des segments du golfe.

La description physique des segments littoraux en HABEX (habitats + exposition) a été réalisée à l'aide de données fournies par Environnement Canada (Shoreline Classification and Pre-Spill Database) utilisées pour décrire l'habitat. De couches de données tirées de l'article de Cairns *et al.* (2008) ont servi à évaluer l'exposition. Les données de Cairns présentent trois niveaux d'exposition : « abrité », « semi-exposé » et « exposé ». L'ESI ne distinguant que deux classes – « abrité » et « exposé », les classes « semi-exposé » et « exposé » de Cairns ont été regroupées.

Note 1 : L'information sur les dépôts dominants contenue dans la description des segments littoraux de 1998 était tirée de photo-interprétations de photographies aériennes au 1/40 000, et les segments littoraux avaient été cartographiés sur un fond topographique au 1/250 000. Le niveau de détail ne suffisait pas pour évaluer les ESI, les classes granulométriques utilisées étant trop grossières. Par ailleurs, le trait de côte décrit dans les segments littoraux correspond plus à l'arrière-plan des segments qu'à la zone intertidale supérieure, où viendraient s'accumuler les hydrocarbures en cas de déversement. Par conséquent, pour les besoins du projet, la base de données d'Environnement Canada, qui présente un découpage plus fin et une meilleure précision granulométrique, et qui qualifie spécifiquement la zone intertidale supérieure, a été utilisée.

Dans un second temps, les segments ont été associés à des données biologiques. Ultiment, l'objectif est de disposer d'une connaissance des organismes en présence qui pourraient être affectés en cas de déversement.

Un inventaire des données existantes a été produit (annexe 1). Non exhaustif, il illustre l'exercice de recherche de données qui a été réalisé dans l'objectif de disposer de données à l'échelle du golfe du Saint-Laurent. L'inventaire, bien que conduit pour répertorier les données biologiques disponibles, ne s'est pas limité à ce type d'information.

4 *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*

D'une manière générale, à l'exception des travaux conduits par le gouvernement fédéral, peu d'études sont conduites à l'échelle du golfe concernant les composantes biologiques. Dans le cadre du projet, il était impossible, méthodologiquement et au regard des ressources disponibles, d'intégrer les données issues d'études conduites sur de petites portions du territoire avec des méthodologies et des objectifs différents.

À la suite de plusieurs rencontres avec le CEAEQ (annexe 2), il a été choisi d'analyser les données biologiques rassemblées et d'amorcer des démarches pour recenser à l'aide d'experts (annexe 3), et selon la logique des groupes fonctionnels (<http://slgo.ca/app-cdeena/fr/accueil.shtml>), les espèces focales présentes dans chacun des HABEX. Il a été convenu que Nicolas Lemaire réaliserait une série de rencontres avec les experts de l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) et de l'Institut Maurice-Lamontagne (IML). Le travail d'association des espèces aux HABEX est terminé pour les oiseaux. Les démarches devront se poursuivre pour les autres groupes.

1.2.2 Analyses

Plusieurs analyses ont été réalisées à partir des données compilées, ce qui a rendu possible l'évaluation des potentiels et des fragilités des différents milieux.

Les données disponibles ont été associées aux segments littoraux. Les résultats des analyses conduites sur les zones tampons générées aux abords du littoral du côté terrestre et du côté aquatique ont été utilisés pour ce faire.

Plusieurs données ont été traitées de façon monothématique, c'est-à-dire que le résultat a été obtenu à l'aide d'une seule couche de données. Par exemple, le calcul du pourcentage d'aires protégées par segment a nécessité une seule couche d'informations répertoriant toutes les superficies ayant un niveau de protection d'aires protégées.

Certaines données ont par ailleurs été combinées pour produire des analyses plurithématiques. Le croisement de plusieurs couches de données permet d'obtenir une information nouvelle qui offre un niveau supérieur d'intégration des informations. Par exemple, un indice d'usage et d'occupation du territoire a été calculé. Cet indice – qui intègre les données de bâtiments, de baux, de sites d'utilisation de l'eau, d'aires désignées, de quais, de prises d'eau et de rampes de mise à l'eau – représente l'intensité des usages sur le segment. Le détail des analyses est présenté dans le chapitre suivant.

1.2.3 Diffusion

Dans le respect des droits et des ententes d'utilisation et de diffusion des données des cartes de synthèse et des documents de vulgarisation sont préparés et mis à la disposition des partenaires du projet et diffusés dans une forme synthétisée et vulgarisée, dans une optique de transparence, d'efficacité et de sensibilisation.

Les résultats des analyses ainsi que les données géographiques sont eux aussi rendus disponibles pour les partenaires du projet.

2 MISE EN ŒUVRE – RÉALISATION

2.1 Cartographie écologique

2.1.1 Découpage et description

2.1.1.1 Découpage et description des segments littoraux

Le travail de découpage écologique réalisé en 1998 a servi de base au présent projet. Ce découpage avait été effectué sur des fonds de carte au 1/250 000. Une mise à jour de ces données devait être réalisée. Pour faciliter leur utilisation, les données des 149 segments compris dans le territoire à l'étude ont été repositionnées à une échelle 1/20 000. Les données de la BDTQ ont été utilisées pour ce repositionnement. Elles offrent une précision notable et sont utilisées par un grand nombre d'utilisateurs (Figure 1).

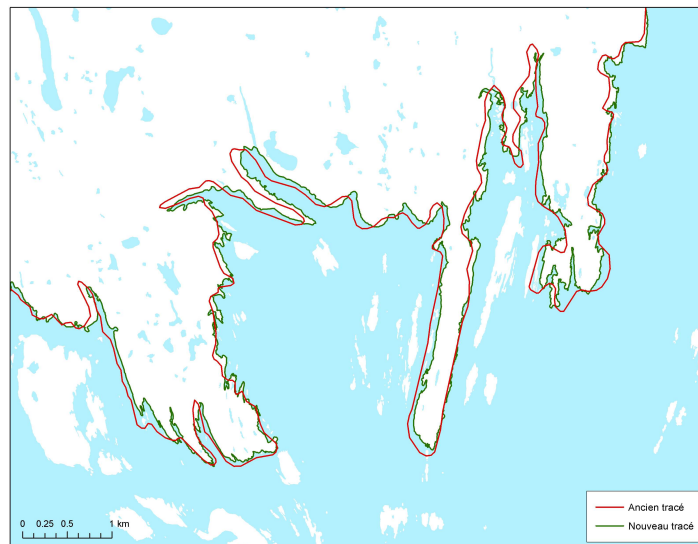


Figure 1 : Comparaison de l'ancien et du nouveau tracé des segments littoraux

Une extraction des lignes des couches Hydro_s et Hydro_l de la BDTQ ayant pour toponyme « fleuve du Saint-Laurent » ou « golfe du Saint-Laurent », ainsi que de toutes les îles présentes sur le Saint-Laurent, a été produite. À cela ont été ajoutées les rives pouvant être affectées par les marées (analyse visuelle), notamment celles de certaines embouchures de rivière ou de baies pénétrant profondément l'intérieur des terres (Figure 2).

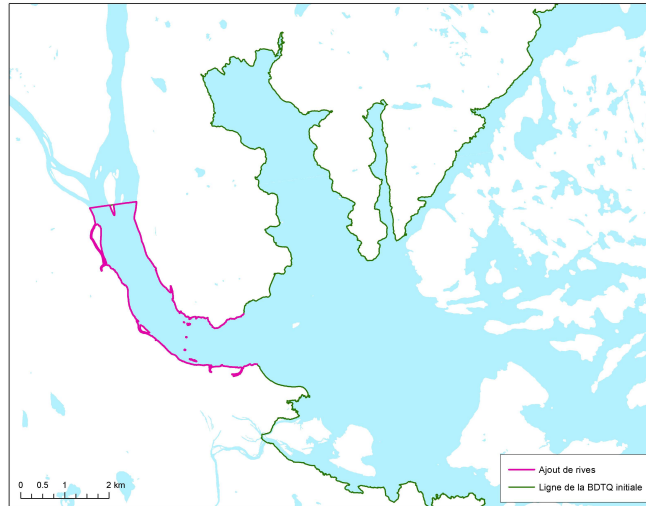


Figure 2 : Exemple d'ajout de rives à la couche d'extraction de la BDTQ

Après l'obtention des rives correspondant aux rivages exposés à un éventuel déversement, le positionnement des points de rupture des segments littoraux de 1998 a été validé. Ce travail d'interprétation s'est fait à l'aide de photographies aériennes prises lors de survols de la côte par des employés du MDDELCC à l'occasion de sorties sur le terrain, mais aussi des imageries de Google Earth. Dans la très grande majorité des cas, le déplacement des points de rupture visait seulement une plus grande précision du trait de côte. Ainsi, aucun changement majeur ne touche la segmentation du littoral.

Le repositionnement des points sur la ligne de la BDTQ permettra au besoin de produire un routage de l'ensemble des rives du Saint-Laurent.

Le littoral du golfe du Saint-Laurent est découpé en 149 segments de longueur variable. La longueur moyenne est de 33 km. Ils couvrent au total 4 930 km de rivage.

Le champ Segment (alias Morphologie générale du segment) consigne la description générale de la morphologie de chaque segment (Figure 3).

À la lumière des données maintenant connues, il a été constaté que la description détaillée des éléments composant les segments littoraux réalisée en 1998 présentait de nombreuses imprécisions. Au regard des choix méthodologiques faits dans ce projet ainsi que des ressources disponibles, il n'a pas été possible de réviser complètement la description détaillée des segments.

Une validation a été réalisée en fonction du niveau de détail qu'offraient les ressources disponibles. La morphologie et le matériel de la côte ont été vérifiés. Une validation géomatique des données de largeur d'estran a également été effectuée. La représentation des largeurs de 1998 traduit relativement bien la zone d'estran délimitée par la bathymétrie -10 m. Seules les zones où les segments pénètrent beaucoup à l'intérieur des terres ne correspondent pas à cette représentation d'estran. Il s'avère que les mesures qui avaient été prises lors de la description avaient été faites en ligne droite à partir du point le plus éloigné de l'embouchure. C'est pourquoi plus un segment s'enfonce loin dans les terres, plus sa valeur d'estran est grande, ce qui ne correspond pas tout à fait au concept d'estran.

La validation du contenu des tables de description s'est limitée à la morphologie générale, qui ne nécessite pas la contribution de ressources spécialisées en photo-interprétation. Aucune modification majeure n'a donc été apportée concernant la description détaillée des segments littoraux.

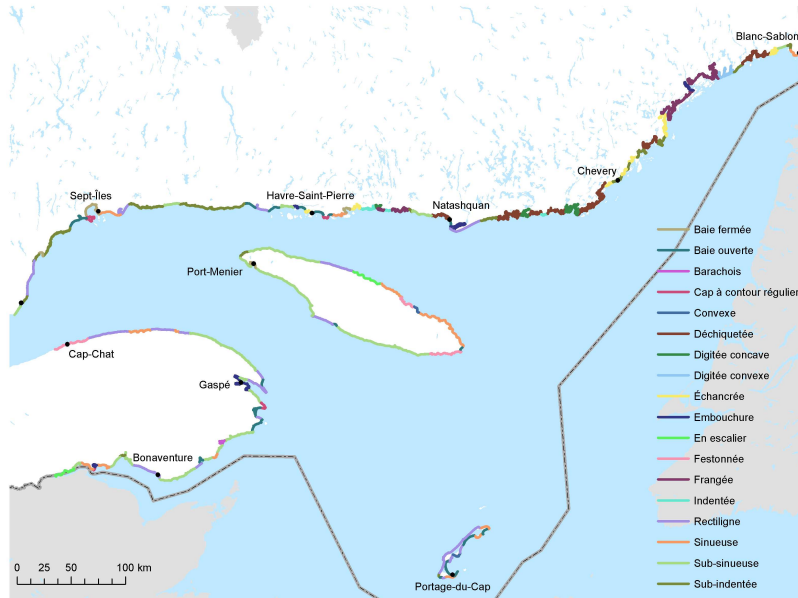


Figure 3 : Valeurs du champ Segment de la description de 1998 des segments littoraux

2.1.1.2 Découpage et description des districts écologiques

Le cadre écologique de référence (CER) est un système hiérarchique et emboîté de cartographie et de classification des unités écologiques du territoire, basé sur ses composantes physiques. Il se divise en huit niveaux de perception, variant selon l'échelle à laquelle le territoire est observé. La province naturelle, la région naturelle, l'ensemble physiographique et le district écologique sont les quatre premiers niveaux. Ces zones écologiques sont découpées en fonction de variables physiques prépondérantes à chacune des échelles.

Pour le milieu marin, les paramètres utilisés sont les reliefs sous-marins, les courants marins et les dépôts de surface.

Dans le golfe du Saint-Laurent, les districts écologiques ont été découpés selon deux variables principales : le relief sous-marin tiré du modèle numérique d'élévation généré au moyen de la carte de bathymétrie au 1/1 000 000 et les dépôts marins obtenus de la carte de sédiments au 1/1 000 000. La province naturelle de l'Estuaire et du Golfe du Saint-Laurent est découpée en 115 districts écologiques (Figure 4). La superficie moyenne de ces districts est d'environ 2 000 km².

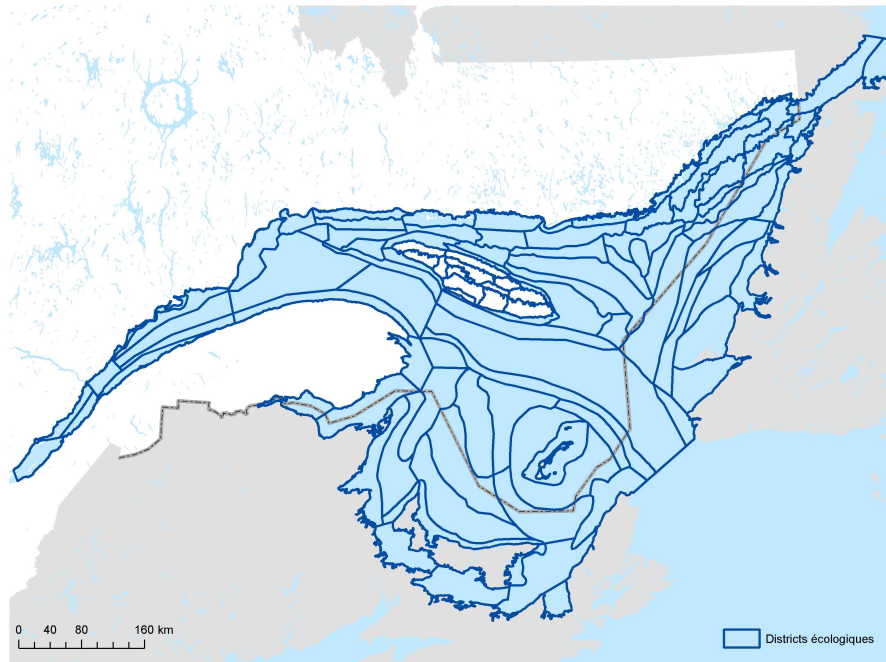


Figure 4 : Découpage du golfe du Saint-Laurent en districts écologiques

Les districts sont décrits à l'aide de cinq descripteurs, soit la structure, la forme, la morphologie, les dépôts et la géologie. Le champ Structure indique l'organisation générale à l'intérieur du district (ex. : « complexe », « alignée », « fracturée ») (annexe 5). Le champ Forme décrit, comme son nom l'indique, la forme du relief benthique. Cette variable se décline sous plusieurs variantes, telles que « butte », « vallon », « plaine » (annexe 5). Le champ Morphologie décrit l'aspect du relief (ex. : « allongé », « bosselé », « érodé ») (annexe 5). Le descripteur Dépôts indique les types de dépôts de surface qui recouvrent le socle rocheux. Il peut s'agir de sable, d'argile, de till (annexe 5). La variable Géologie correspond à l'assise rocheuse retrouvée (ex. : « paragneiss », « marbre », « conglomérat ») (annexe 5). Des compilations de données provenant de plusieurs sources ont été utilisées pour décrire la géologie.

Chaque élément descripteur est associé à son pourcentage d'occupation au sein du district. La description des formes a été obtenue après une observation des reliefs produits par le modèle numérique d'élévation dans le golfe (Figure 5). La description des dépôts et de la géologie a été réalisée à l'aide de cartes de dépôts et de géologie couvrant l'ensemble du golfe (Figure 6).

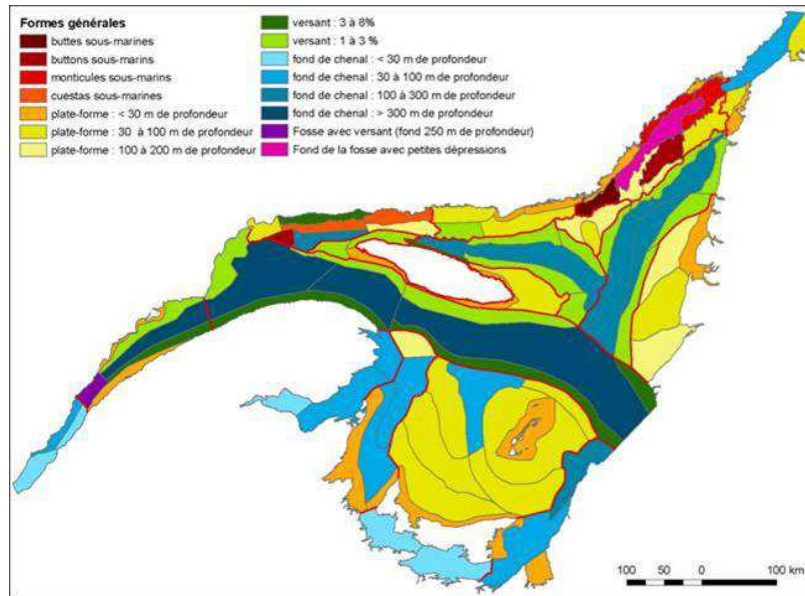


Figure 5 : Les formes générales des districts écologiques du golfe du Saint-Laurent

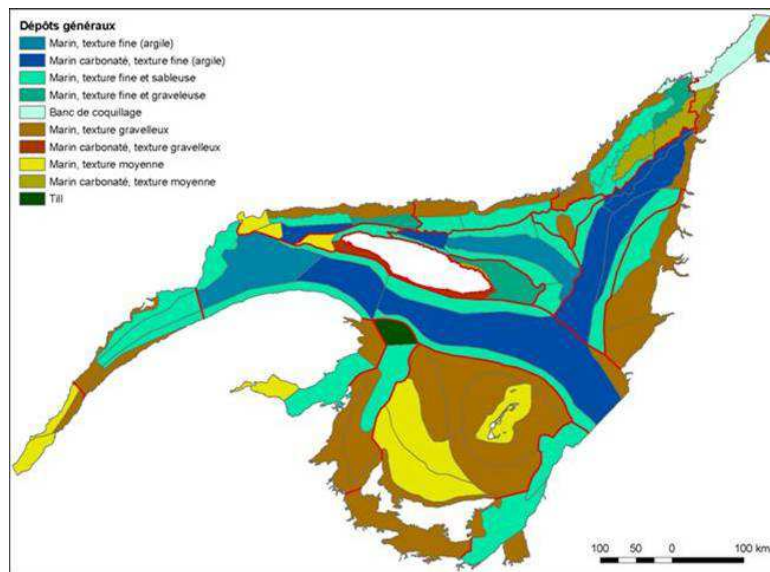


Figure 6 : Les dépôts généraux des districts écologiques du golfe du Saint-Laurent

2.2 Descriptions complémentaires

La stratégie de documentation des segments littoraux et des districts écologiques s'est déclinée comme suit :

- déterminer les besoins;
- trouver les données potentielles;
- faire l'acquisition des données pertinentes.

L'objectif commun du CEAEQ et du MDDELCC était de rassembler des données sur les découpages écologiques produits. Le CEAEQ désirait obtenir de l'information biologique afin de modéliser un risque relatif des méthodes d'intervention appliquées lors de déversements d'hydrocarbures pétroliers. Le ministère souhaitait acquérir des données sur les composantes biologiques, humaines et économiques pour répondre aux besoins des utilisateurs.

2.2.1 Inventaire des données

Une liste des données existantes a été produite. Un examen des bases de données ministérielles auxquelles l'accès était possible a servi à répertorier les données pertinentes disponibles. Les évaluations environnementales stratégiques 1 et 2 et le rapport d'analyse présenté à Transports Canada concernant les risques de déversement dans les eaux canadiennes au sud du 60^e parallèle ont été épluchés finement, cela pour connaître les données utilisées dans le cadre de projets traitant d'hydrocarbures. Une rencontre avec Environnement Canada a permis d'obtenir le catalogue de données utilisées dans son outil E2MS.

Le processus de recherche de données a mené à la création d'un inventaire de données potentielles relativement volumineux (annexe 1).

Toutefois, ces données existantes n'étaient pas toutes utilisables. Dans le cadre du projet, les données recherchées étaient celles dont la répartition spatiale couvrait l'ensemble du golfe du Saint-Laurent. C'était rarement le cas des données listées. En effet, le problème d'échelle était fréquent. Des secteurs restreints étaient finement décrits à une échelle beaucoup plus grande que celle des segments et des districts écologiques. Le niveau d'incertitude de certaines couches de données était relativement élevé, ce qui engendrait un faible niveau de confiance quant à l'utilisation de ces informations. Les attributs de certaines données étaient inutilisables du fait qu'ils étaient trop disparates et difficilement reclassables.

Note 2 : Les démarches d'acquisition de données sont complexes. La majorité des données sur le golfe sont détenues par le gouvernement fédéral. Les besoins quant aux données biologiques se sont précisés au cours du projet, ce qui a limité dans certains cas les démarches qui auraient pu être entreprises, avec le gouvernement fédéral notamment, pour avoir accès aux couches de données désirées. Parallèlement, les données détenues par le MDDELCC sont elles aussi difficilement accessibles à ses différentes unités puisqu'il n'en existe aucun répertoire complet.

Note 3 : Pour les besoins de l'étude, peu de données de l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL) étaient adéquates pour le projet.

2.2.2 Recension des données clés, collecte et compilation

Il a été nécessaire de prioriser les données à acquérir. Le choix s'est fait en fonction des données nécessaires pour mener à bien le projet du CEAEQ. La liste de données a été établie au fil du projet et l'accent a été mis sur les données disponibles pour la totalité du territoire d'étude.

2.2.2.1 Description des segments en types de milieux compatibles ESI

À la demande du CEAEQ, la description des segments littoraux devait être réalisée de manière à être en mesure d'établir des parallèles avec les habitats utilisés dans l'indice de sensibilité environnemental, c'est-à-dire être décrits en terme de granulométrie et une exposition (Figure 7).

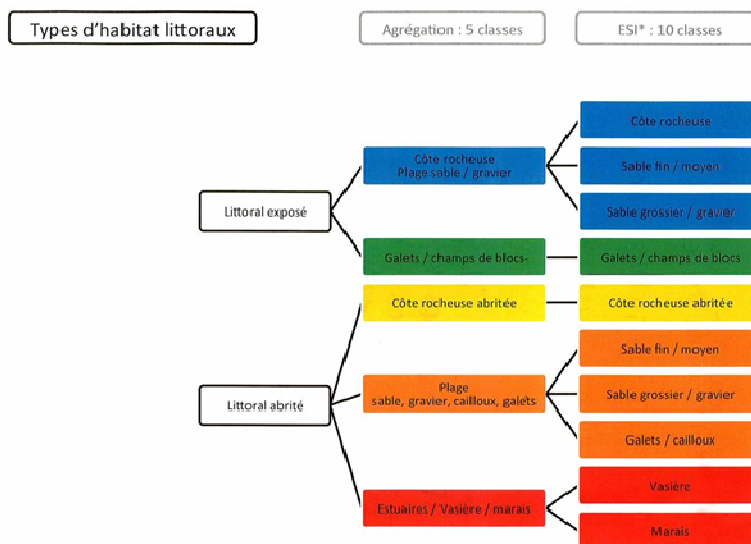


Figure 7: Indice de sensibilité environnementale (ESI) – Source : Nicolas Lemaire

Pour obtenir le niveau de détail granulométrique qui permettrait d'atteindre une bonne correspondance des habitats avec l'ESI, différentes sources de données détaillées ont été analysées, parmi lesquelles les travaux sur l'érosion du littoral, notamment commandés par le ministère de la Sécurité publique, et certains travaux réalisés à l'UQAR. Cependant, les données consultées ne couvraient pas tout le territoire ou encore montraient un niveau d'information inadéquat.

Au courant des recherches de données, la base de données Shoreline Classification and Pre-Spill Database d'Environnement Canada a été obtenue. Cette base de données, produite pour les besoins de gestion des urgences environnementales, propose, au 1/50 000, un découpage des rives en types d'habitats présentant un niveau de précision granulométrique intéressant pour notre étude. La description du littoral est celle de la zone intertidale supérieure. Il s'agit de la zone littorale où il y a le plus d'actions à accomplir lors d'un déversement d'hydrocarbures, étant donné le transport du polluant par les vagues et son accumulation dans cette zone. Le champ Sous-élément de cette base de données est le plus pertinent dans le cadre du projet puisqu'il contient des noms d'habitats semblables à ceux définis dans l'ESI (ex. : « falaise rocheuse », « plage de sédiments mixtes », « plage de blocs ») (Figure 8 et Figure 9).

Environnement Canada a accordé, pour ces données géographiques gouvernementales, une licence sans restriction de droits permettant de les utiliser dans le cadre du présent projet.



Figure 8 : Extrait de la base de données Shoreline Classification and Pre-Spill Database montrant les habitats présents à Sept-Îles



Figure 9 : Légende montrant le détail granulométrique associé aux habitats à Sept-Îles

Des regroupements ont été réalisés à partir des données du champ Sous-élément afin d'obtenir 11 habitats qui s'apparentent à ceux de l'ESI (Tableau 1). Ces données ont été utilisées pour faire la description physique de chaque segment.

TABLEAU 1 : LISTE DES HABITATS OBTENUS APRÈS UNE RECLASSIFICATION DU CHAMP SOUS-ÉLÉMENT DE LA BASE DE DONNÉES D'ENVIRONNEMENT CANADA

HABITATS
Côte de sédiments mixtes
Côte rocheuse
Côte sableuse
Falaise rocheuse
Marais
Plage de blocs
Plage de cailloux/galets
Plate-forme rocheuse
Structure anthropique imperméable
Structure anthropique perméable
Vasière

Certains tronçons de rivage n'étaient pas décrits dans la base de données. Selon Environnement Canada, le niveau de fiabilité des données est de l'ordre de 80 % (communications personnelles).

Les caractérisations du rivage qui semblaient erronées n'ont pas été modifiées dans la base de données d'Environnement Canada puisqu'il était impossible de retourner aux données sources et d'appliquer les mêmes méthodes que celles utilisées par Environnement Canada, pour des raisons de ressources techniques et de temps de réalisation du projet.

Une caractérisation des habitats présents dans les tronçons non décrits a cependant été produite à l'aide de photos aériennes prises lors de survols, d'imageries Google et d'une interprétation faite en fonction des habitats à proximité de ces segments. Une valeur de certitude a été associée à chaque interprétation de la côte (dans le champ Certitude de la couche de données ShorelineClass_QC_LCC_SP_GOLFE) puisque le niveau de confiance dans la catégorisation variait selon la résolution des imageries Google et la présence de photographies de particuliers et de survols. La valeur 30 signale la subsistance d'un doute entre deux catégories, une très mauvaise résolution ou une interpolation ou hypothèse appuyée sur les types d'habitats aux abords. La valeur 50 est le signe d'une mauvaise résolution et d'une estimation avec photo proche. Le nombre 70 renvoie à une bonne résolution et à la capacité de voir le dépôt sur les photos. La valeur 90 indique la présence de photos de particuliers et une résolution suffisamment bonne pour qu'il soit possible de confirmer le dépôt vu sur la photo.

Les types d'habitats littoraux de l'ESI sont basés sur la granulométrie du rivage ainsi que sur l'exposition de ce dernier. Une couche provenant de la base de données tirée de l'article de Cairns *et al.* a été employée pour obtenir une valeur d'exposition de la côte. À noter qu'ici, l'exposition extraite de la couche de données fait référence à la morphologie de la côte qui rend le rivage plus ou moins exposé et non à la propension de l'habitat à être affecté par les courants et les vagues (Figure 10). Les données de Cairns présentaient initialement trois classes d'exposition, qui ont été regroupées en deux classes : « abrité (AB) » ou « exposé (EX) », – cette dernière regroupant les classes « semi-exposé » et « exposé » de Cairns). Les expositions ont été associées à chaque habitat de la base de données d'Environnement Canada.

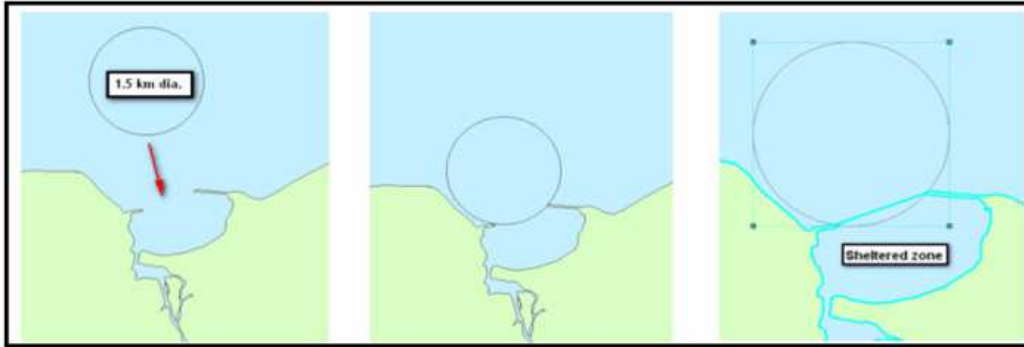


Fig. 5. Illustration of the method of assigning Sheltered zones. A circle 1.5 km in diameter is moved toward an inlet, until the circle touches the coastline at two points. A line is then drawn between these points. Waters inland of this line are considered Sheltered.

Figure 10 : Méthodologie de Cairns pour assigner la valeur exposée à un tronçon de littoral

En combinant la granulométrie des habitats et l'exposition, il était possible de s'approcher des types d'habitats de l'ESI. Cette combinaison, appelée HABEX (habitat + exposition), présente 22 catégories (11 habitats pouvant être associés chacun à 2 expositions). Le travail géomatique préalable au calcul de l'occupation des HABEX présents dans les segments littoraux ne pouvait être réalisé de manière automatique, puisqu'une telle méthode n'était pas garante de résultats fiables. Les étapes nécessaires au surdécoupage des habitats d'Environnement Canada en fonction des points de rupture des segments littoraux et à l'association d'une valeur d'exposition ont été réalisées manuellement.

Le pourcentage d'occupation de chaque HABEX a été calculé dans tous les segments littoraux (149) (Tableau 2).

TABLEAU 2 : EXTRAIT DU TABLEAU DES POURCENTAGES D'OCCUPATION DES 22 HABEX DANS LES SEGMENTS LITTORAUX

NUMF	HABEX (%)					
	Côte rocheuse_AB	Côte rocheuse_EX	Côte sableuse_AB	Côte sableuse_EX	Marais_AB	Marais_EX
138	13	5	7	5	0	0
139	9	0	38	26	0	0
140	3	8	40	23	0	0
141	0	0	0	67	0	0
142	0	0	0	94	0	0
143	0	0	9	61	0	0
144	0	0	45	0	0	0
145	0	0	0	57	0	0
146	2	0	6	27	0	0
147	0	0	55	45	0	0

Il est possible de produire des représentations cartographiques des HABEX au sein des segments pour cibler certains habitats au sein du territoire, par exemple les marais, qui sont des milieux sensibles (Figure 11).

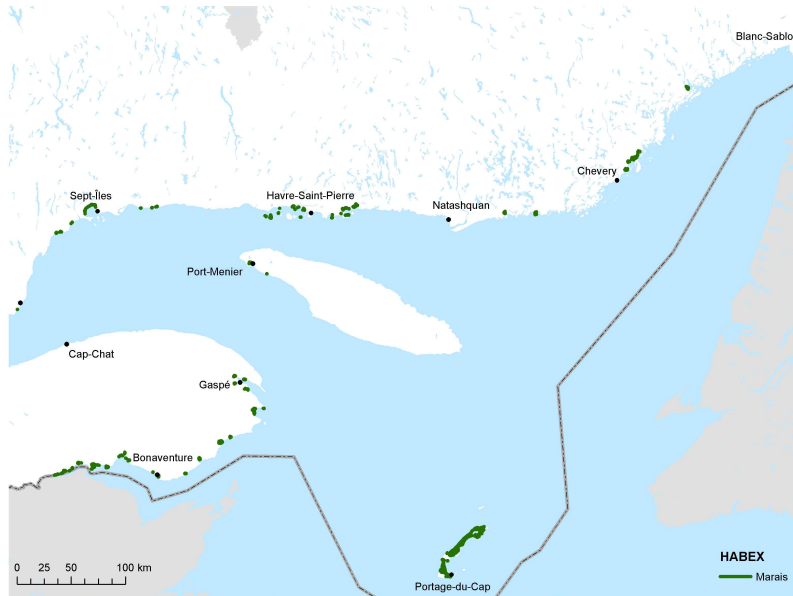


Figure 11 : Habitats de marais au sein des segments littoraux

2.2.2.2 Compilation de données biologiques et humaines

Le CEAEQ désirait compiler des données biologiques et humaines relatives aux segments littoraux. En ce qui a trait aux données biologiques, le CEAEQ a retenu dans son projet l'objectif d'intégrer les composantes biologiques aux habitats en fonction des grands groupes fonctionnels (trouvés sur le site de l'OGSL : <http://slgo.ca/app-cdeena/fr/accueil.shtml>).

Pour les besoins de modélisation, l'objectif à long terme est d'obtenir des données biologiques d'espèces pour les grandes fonctions écosystémiques (ex. : poissons fourragers, démersaux, pélagiques) et les zones d'utilisation du littoral selon les stades de vie et le cycle saisonnier (ex. : frayères de poissons, zones de ponte des crustacés, zones d'alimentation des oiseaux migrateurs).

Il est difficile d'obtenir des données biologiques homogènes couvrant l'ensemble d'un territoire aussi vaste que le golfe du Saint-Laurent. Les analyses ont été réalisées avec les données disponibles. Pour pallier le manque de données brutes, il a été décidé de faire appel à des experts. Leurs connaissances permettraient d'associer des espèces potentiellement présentes dans les différents HABEX répertoriés dans le golfe. Des experts de l'ISMER et de l'UQAR ont été ciblés (annexe 3). Ainsi, le volet coordination avec les chercheurs a été en partie réalisé par Nicolas Lemaire (ISMER). Des données très complètes sur les oiseaux ont été recueillies. Avec ces informations, il a été possible de sommer le nombre d'espèces d'oiseaux potentiellement présentes dans chaque segment littoral (Figure 12).

16 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

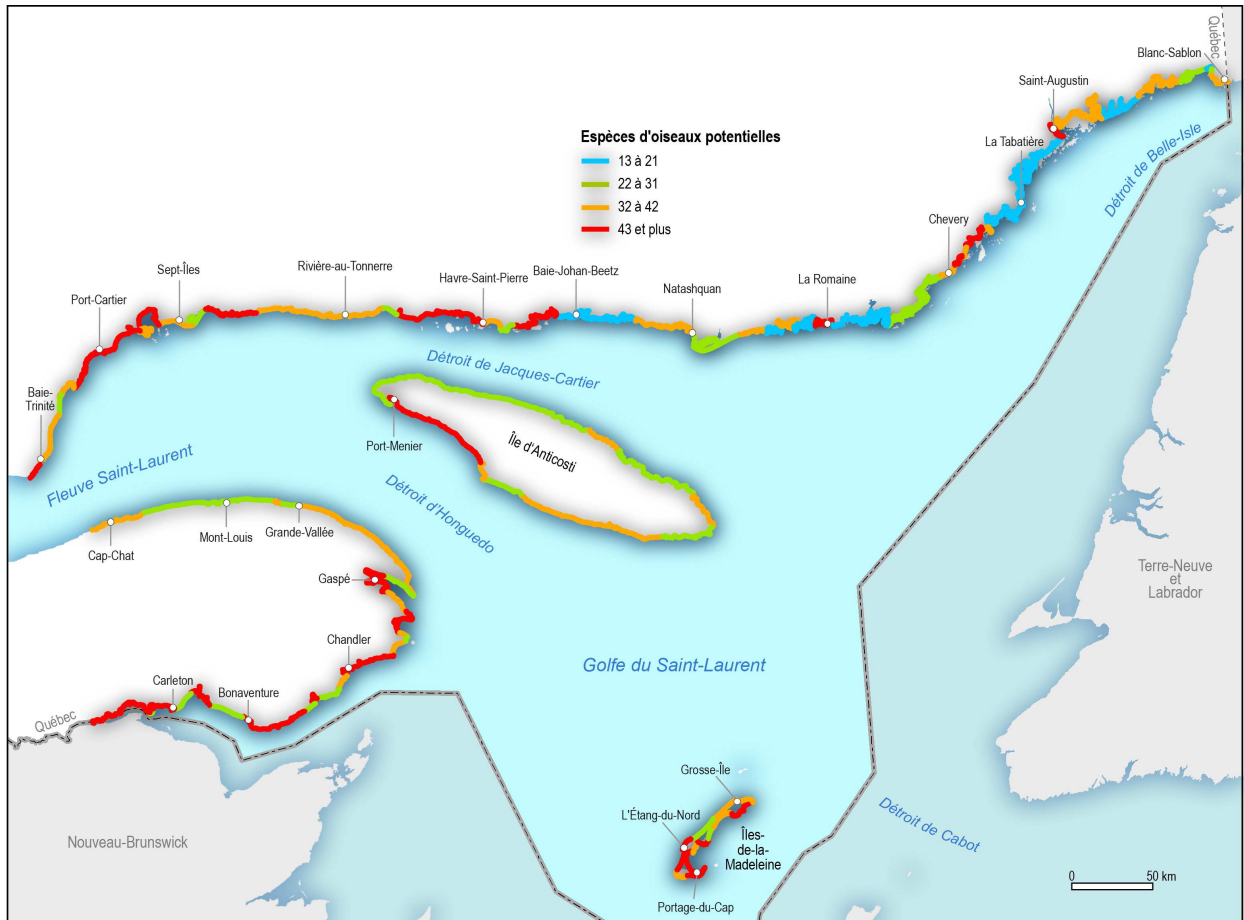


Figure 12 : Nombre d'espèces d'oiseaux potentiellement présentes dans les segments littoraux (associations des espèces et HABEX par les experts)

Plusieurs données humaines et économiques présentent un intérêt pour la description de l'utilisation du territoire et le repérage des secteurs les plus utilisés. Ces informations revêtent un caractère important dans le choix d'éventuelles méthodes de traitement en situation d'urgence.

La méthode utilisée pour renseigner les segments littoraux en données biologiques et humaines est basée sur les zones tampons. À partir de la ligne de rivage au 1/20 000, des zones tampons ont été produites pour le côté terrestre et pour le côté aquatique du littoral (Figure 13).

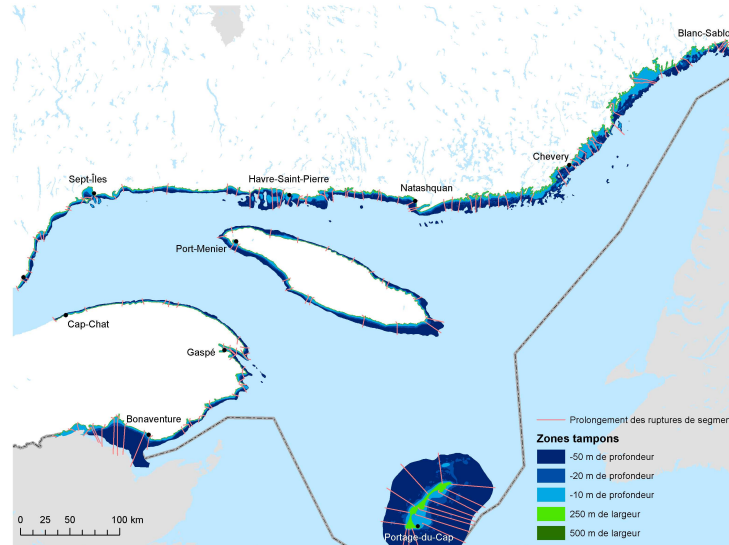


Figure 13 : Zones tampons associées aux segments littoraux du golfe du Saint-Laurent

Du côté terrestre, les zones tampons ont été produites avec des largeurs fixes : 250 m et 500 m. Ces distances ont été choisies puisqu'en cas de déversement d'hydrocarbures, ce sont les objets très proches du rivage qui seront affectés ou requis en terme d'intervention d'urgence. Du côté aquatique, les zones tampons sont basées sur la bathymétrie plutôt que sur des largeurs fixes afin de représenter et considérer la zone d'estran. Il a été convenu d'utiliser les bathymétries -10 m, -20 m et -50 m pour former les zones marines. La bathymétrie pour tout le golfe, est tirée de Loring et Nota (1973). Les cartes papier présentant les courbes bathymétriques tous les 20 m ont été numérisées et ont servi de base à la production de modèles numériques d'élévation.

Le champ Distance est celui qui permet de distinguer les différentes zones tampons (Figure 14).

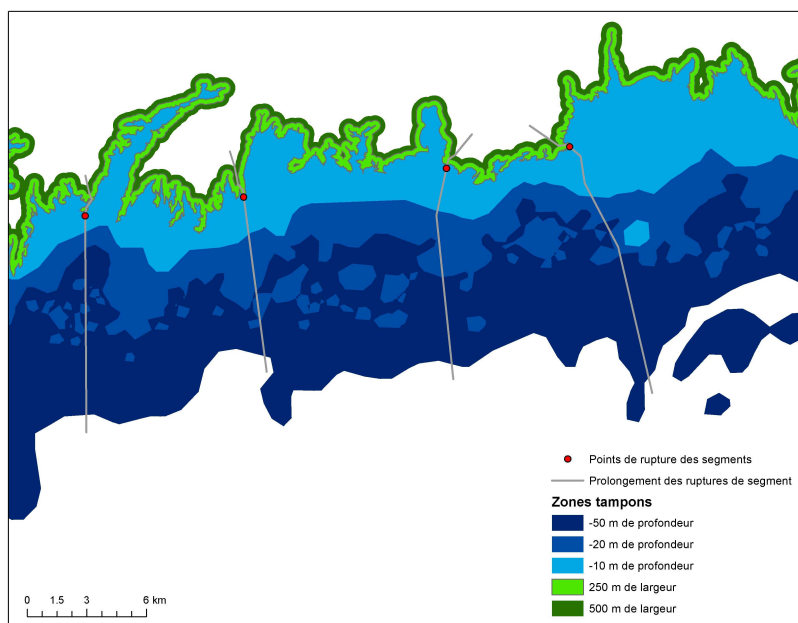


Figure 14 : Zones tampons terrestres et aquatiques sur la Côte-Nord

Certains segments ne sont pas associés aux cinq catégories de zones tampons. Par exemple, des segments présents dans des baies dont la profondeur est faible, comme la baie des Chaleurs, peuvent seulement être associés à la bathymétrie -10 m. Également, le cas des Îles-de-la-Madeleine est particulier. Pour faciliter les analyses, tout ce qui se situait du côté intérieur du segment littoral, même les lagunes, a été considéré dans un seul bloc. Un découpage équitable a été fait en fonction des points de rupture des segments et seule la valeur 250 m a été associée à la zone terrestre des Îles-de-la-Madeleine (Figure 15).

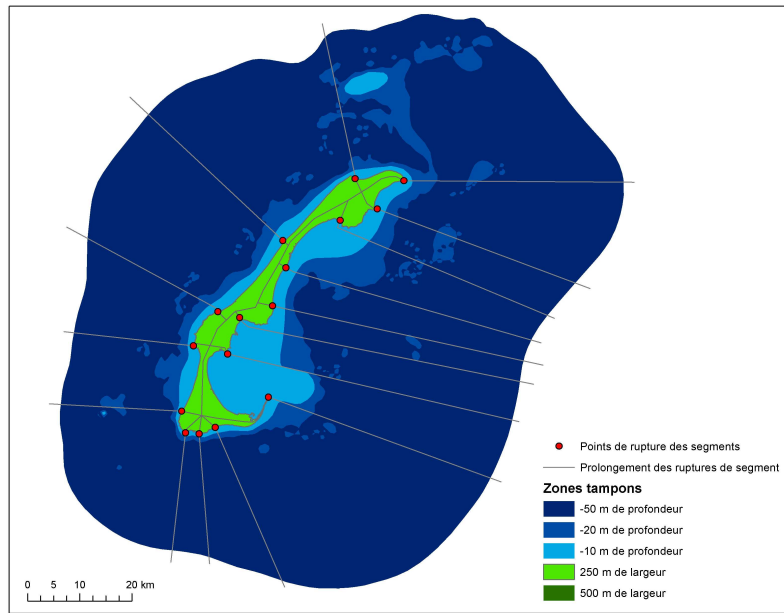


Figure 15 : Zones tampons des Îles-de-la-Madeleine

Chacune de ces zones tampons a été croisée à la cinquantaine de couches de données biologiques et anthropiques retenues (annexe 6). Cette manœuvre a eu pour résultat de compiler toutes les données présentes dans chacune des zones tampons de chaque segment littoral. La compilation des données a également été effectuée pour les districts écologiques. Cependant, la majorité des couches de données disponibles lors de l'étude contiennent peu ou pas d'informations pour le golfe. De plus, les analyses présentées ci-dessous se concentrent sur les segments littoraux. Il conviendra de rassembler des données appropriées sur les districts.

Toutes les données issues des analyses comprennent un champ NUMF (qui correspond à l'identifiant unique de chacun des segments) et un champ Distance (indiquant à quelle partie de la zone tampon le résultat d'analyse se rapporte). Les valeurs possibles pour ce champ sont : -10 m (ce qui représente la zone tampon située du trait de côte BDTQ jusqu'à la profondeur -10 m), -20 m (ce qui représente la zone tampon située entre la profondeur -10 m et la profondeur -20), -50 m (ce qui représente la zone tampon située entre la profondeur -10 m et la profondeur -20), 250 m (ce qui représente la zone tampon située en milieu terrestre, couvrant le territoire situé à moins de 250 m de la côte) et 500 m (ce qui représente la zone tampon située en milieu terrestre, couvrant le territoire situé à plus de 250 m et à moins de 500 m de la côte).

Il est important de préciser que le dénombrement des objets associés à chaque segment est fait en fonction des zones tampons, dont le découpage a été établi selon le prolongement logique des points de rupture du segment (Figure 13, Figure 14 et Figure 15). Cela implique qu'une donnée surfacique, comme la présence d'aires protégées, peut couvrir plusieurs zones tampons d'un segment. La technique géomatique utilisée associe donc une présence d'aires protégées à chaque zone tampon du segment qui recoupe le polygone d'aire protégée.

Le croisement des couches de données pertinentes a également été produit avec les districts écologiques (annexe 6).

Des analyses monothématiques basées sur les résultats des intersections des données avec les zones tampons des segments littoraux ont été réalisées pour les besoins du CEAEQ :

- Accès (densité de voies d'accès terrestre à moins de 500 m du rivage);
- Densité de population (nombre de bâtiments présents au sein du segment);
- Intervention – Îles (nombre d'îles, linéaire d'îles, densité d'occupation des îles);
- Protection (pourcentage d'occupation d'aires protégées inscrites au registre au sein du segment).

Pour la grande majorité de ces analyses, la valeur calculée l'était pour les cinq zones tampons, pour la zone aquatique (-10 m + -20 m + -50 m), pour la zone terrestre (250 m + 500 m) et pour la zone totale (aquatique + terrestre). Ainsi, il est possible d'avoir le détail très précis de la position des objets des données intersectées avec les zones tampons.

La représentation cartographique des résultats se fait à l'aide de la ligne des segments. Il faut bien comprendre que les résultats obtenus grâce à l'association des zones tampons aux segments sont rapportés sur le linéaire des segments. Les résultats exprimés en pourcentage d'occupation et en densité font donc référence à l'occupation dans la zone associée au segment.

L'analyse de l'accès aux segments littoraux a été produite en considérant la couche VCOMM de la BDTQ. La densité de voies d'accès terrestre en kilomètre par kilomètre carré de chaque zone tampon a été calculée (Figure 16). En effet, il peut arriver que des routes se trouvent dans les zones tampons marines. Il s'agit simplement de routes présentes sur les îles situées à l'avant-plan du segment. La bathymétrie employée est d'une précision au 100 m. Le tout a entraîné un biais, constaté dans quelques cas : une représentation inexacte de la délimitation des îles, ou encore la présence de tronçons de route dans les bathymétries -20 m et -50 m pour certains secteurs. Ces erreurs sont cependant marginales. L'obtention de données bathymétriques plus fines permettrait de corriger la situation.

20 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

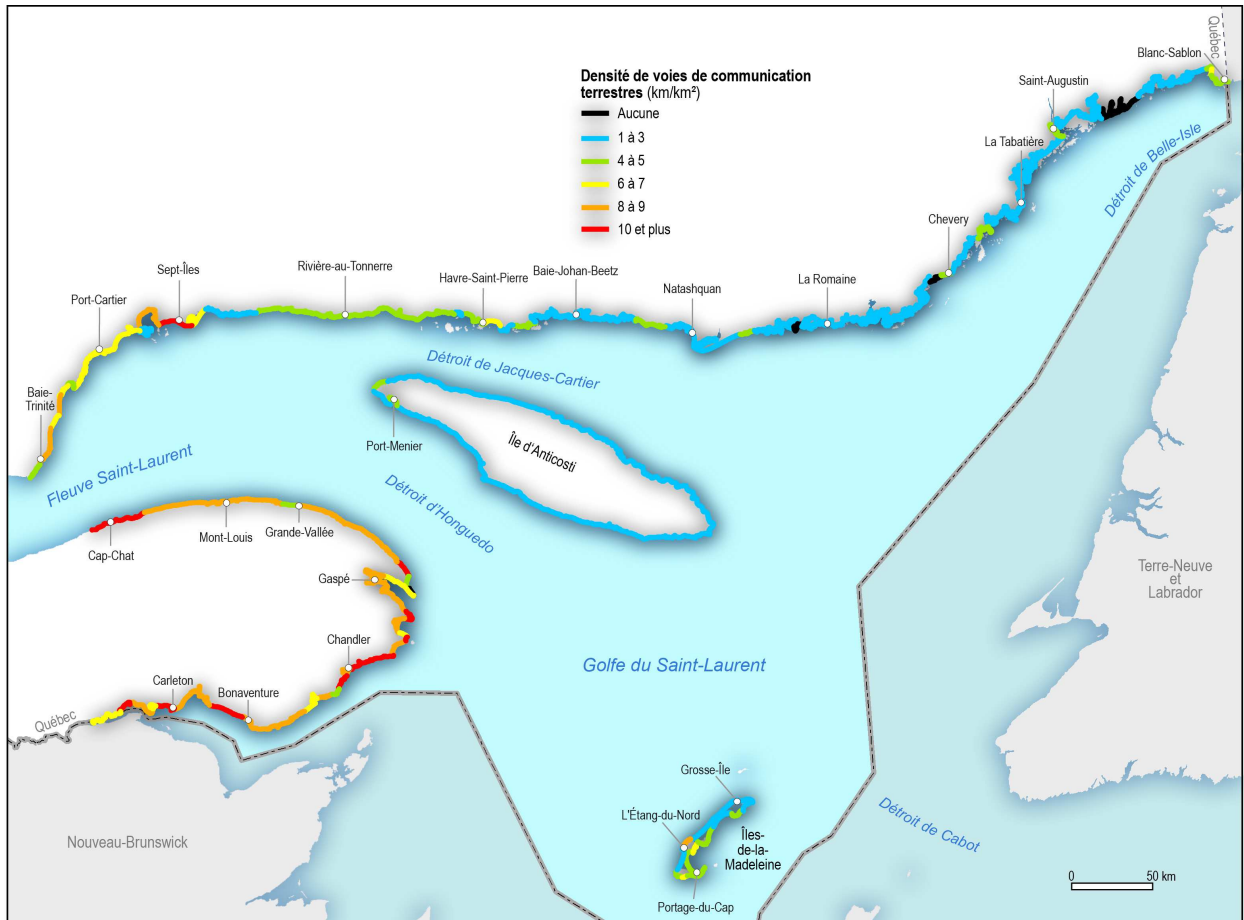


Figure 16 : Densité de voies de communication terrestres (km/km²) des zones tampons, par segment littoral

Le nombre de bâtiments est un bon indicateur du niveau d'occupation du territoire par la population. Les bâtiments de la BDTQ ont été dénombrés dans chaque zone tampon des segments littoraux (Figure 17). Comme pour les routes, les points de bâtiments situés dans la zone aquatique se trouvent évidemment sur des îles.

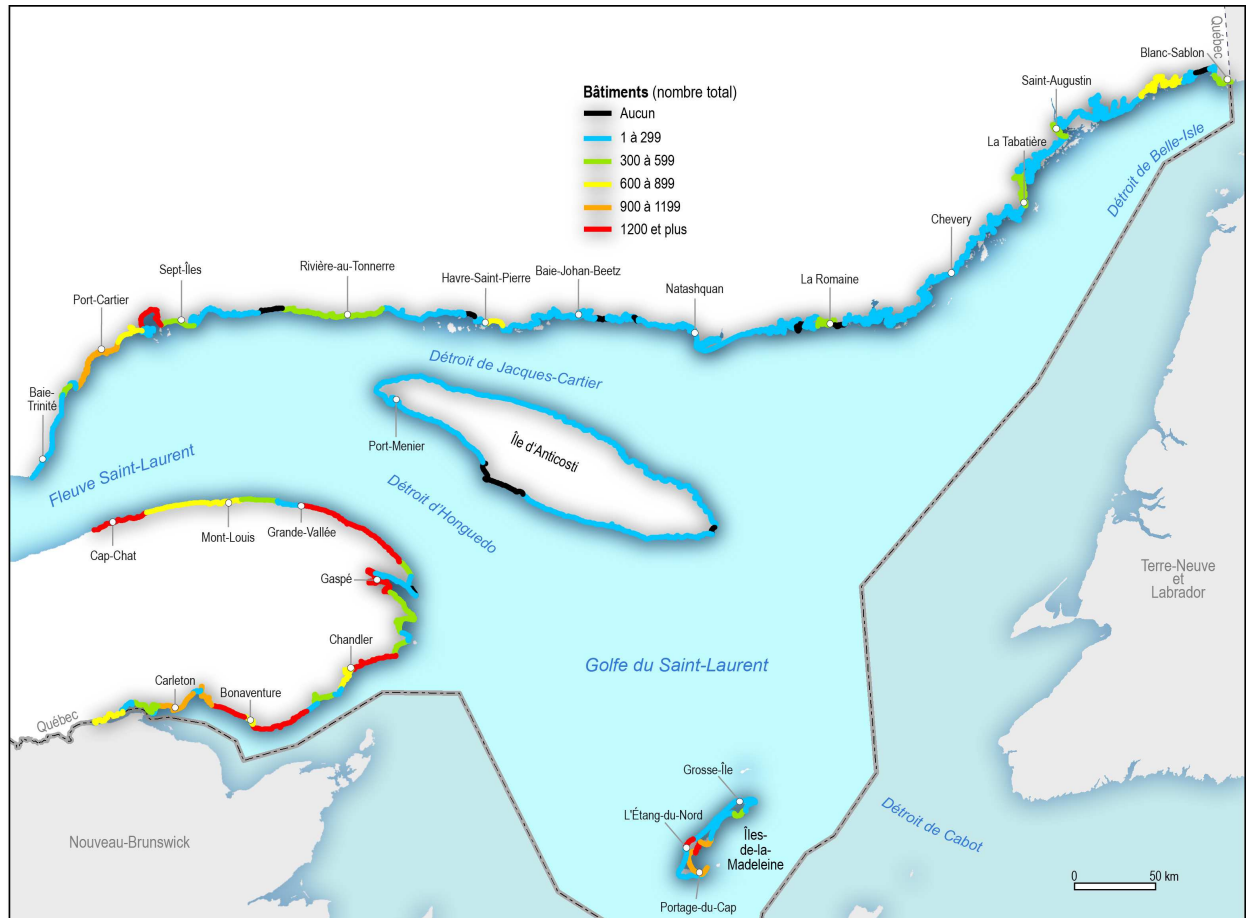


Figure 17 : Nombre total de bâtiments des zones tampons, par segment littoral

Les îles représentent un facteur important à considérer lors d'une intervention d'urgence suivant un déversement d'hydrocarbures. Elles rendent difficile l'accès à la côte et décuplent les surfaces à nettoyer. Pour chaque segment, le calcul du nombre total d'îles, du linéaire total en kilomètres (Figure 18) et de la densité qu'elles occupent a été effectué.

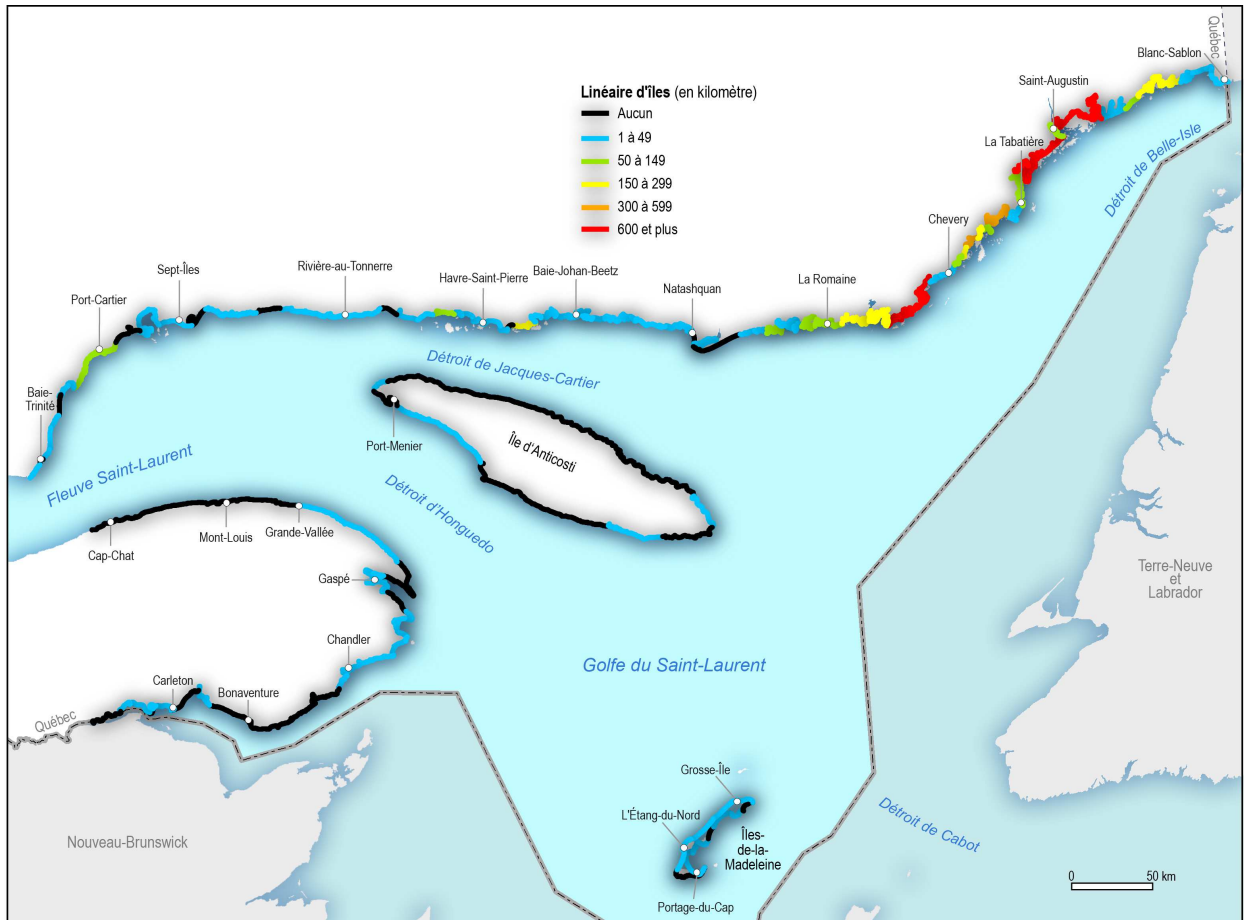


Figure 18 : Linéaire total des îles (en kilomètres) des zones tampons, par segment littoral

La protection du rivage a été évaluée à l'aide de la couche AP_PARTIE, qui considère les aires protégées inscrites au registre. Dans cette couche, il y a eu fusion des aires protégées de différents niveaux de protection afin que les superficies ne soient pas comptabilisées plusieurs fois. Le niveau de protection le plus élevé a été attribué aux superficies qui se superposaient. Le calcul du pourcentage d'occupation d'aires protégées présentes dans chaque zone tampon a été effectué (Figure 19).

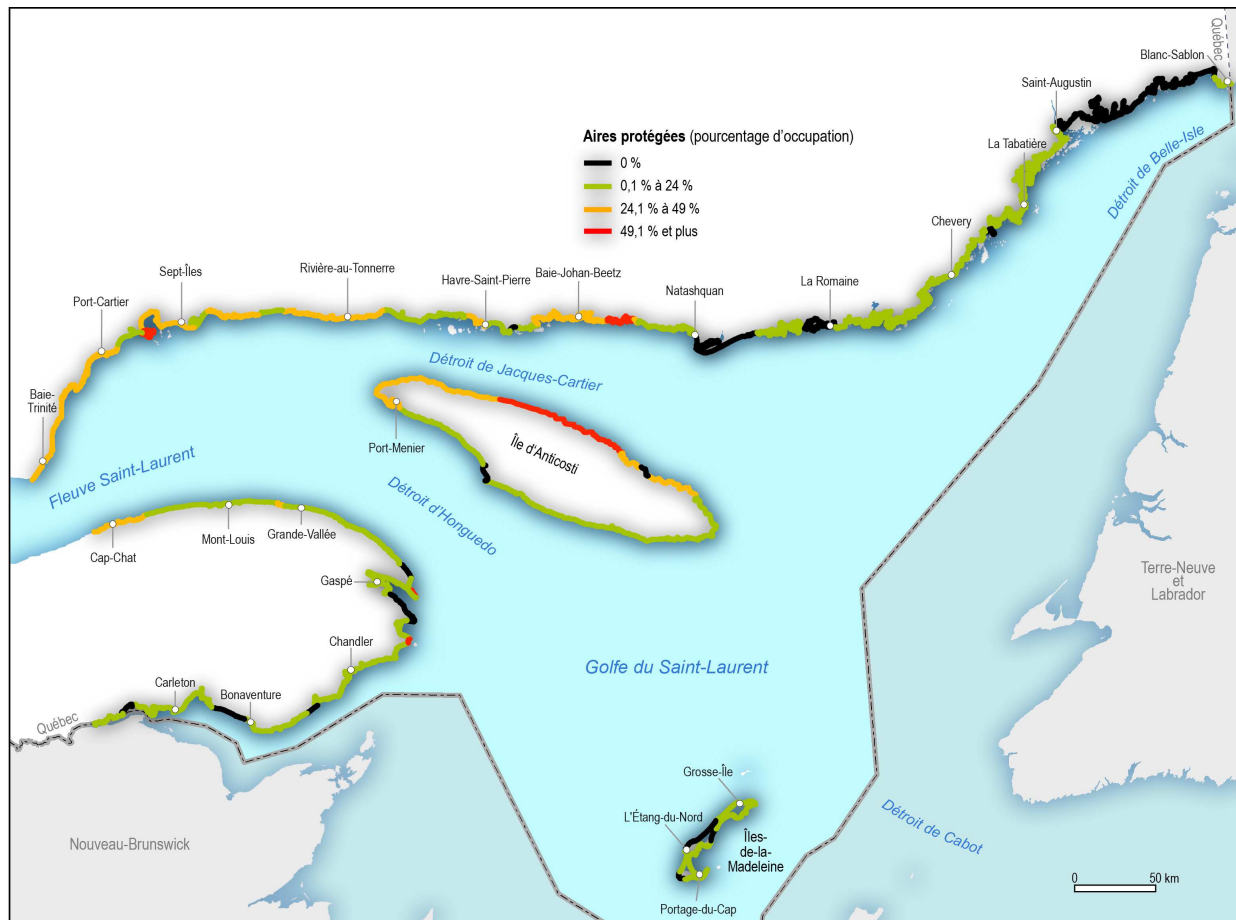


Figure 19 : Pourcentage d'occupation des zones tampons par des aires protégées, par segment littoral

Les données d'analyse sont utilisées pour produire des cartes thématiques, mais sont également combinées entre elles pour fournir différents indices.

Les recherches de données ont été orientées surtout vers les besoins du CEAEQ, mais les besoins futurs des utilisateurs du MDDELCC, qui pourront être multiples et de tout ordre, ont aussi été considérés lors de l'acquisition de couches d'informations. Des données axées sur les composantes anthropiques et économiques ont été obtenues en prévision d'un possible intérêt pour l'opérabilité des techniques d'intervention et de la prise en compte des conséquences socioéconomiques de potentiels déversements d'hydrocarbures.

Les segments littoraux et les districts écologiques ont donc été documentés en vue de produire ultérieurement des analyses complémentaires à celles déjà effectuées dans le cadre du présent projet.

2.3 Analyses complémentaires

Les analyses présentées dans cette section ont été effectuées à l'aide des résultats obtenus à l'étape précédente. Elles combinent plusieurs éléments considérés de manière indépendante à la section précédente. Ces analyses génèrent des informations nouvelles, ajoutant un niveau de complexité et de détail aux connaissances de base acquises par la méthode d'intersection décrites plus haut.

Selon l'approche du cadre écologique de référence, le milieu physique supporte le milieu biologique. Un secteur composé de plusieurs habitats différents tend à présenter une plus grande variété d'espèces

24 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

qu'un secteur moins diversifié en habitats. Un indice de diversité d'habitats a été produit à l'aide de l'indice de Shannon (Figure 20) pour cerner les segments les plus diversifiés au sein du golfe du Saint-Laurent.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

H' : indice de biodiversité

i : une espèce

p(i) = ni/N où ni est le nombre d'individus de l'espèce et N est le nombre total d'individus, toutes espèces confondues

Figure 20 : Formule de l'indice de Shannon

Les données utilisées pour calculer cet indice sont les pourcentages d'occupation des 22 HABEX à l'intérieur des 149 segments (Figure 21).

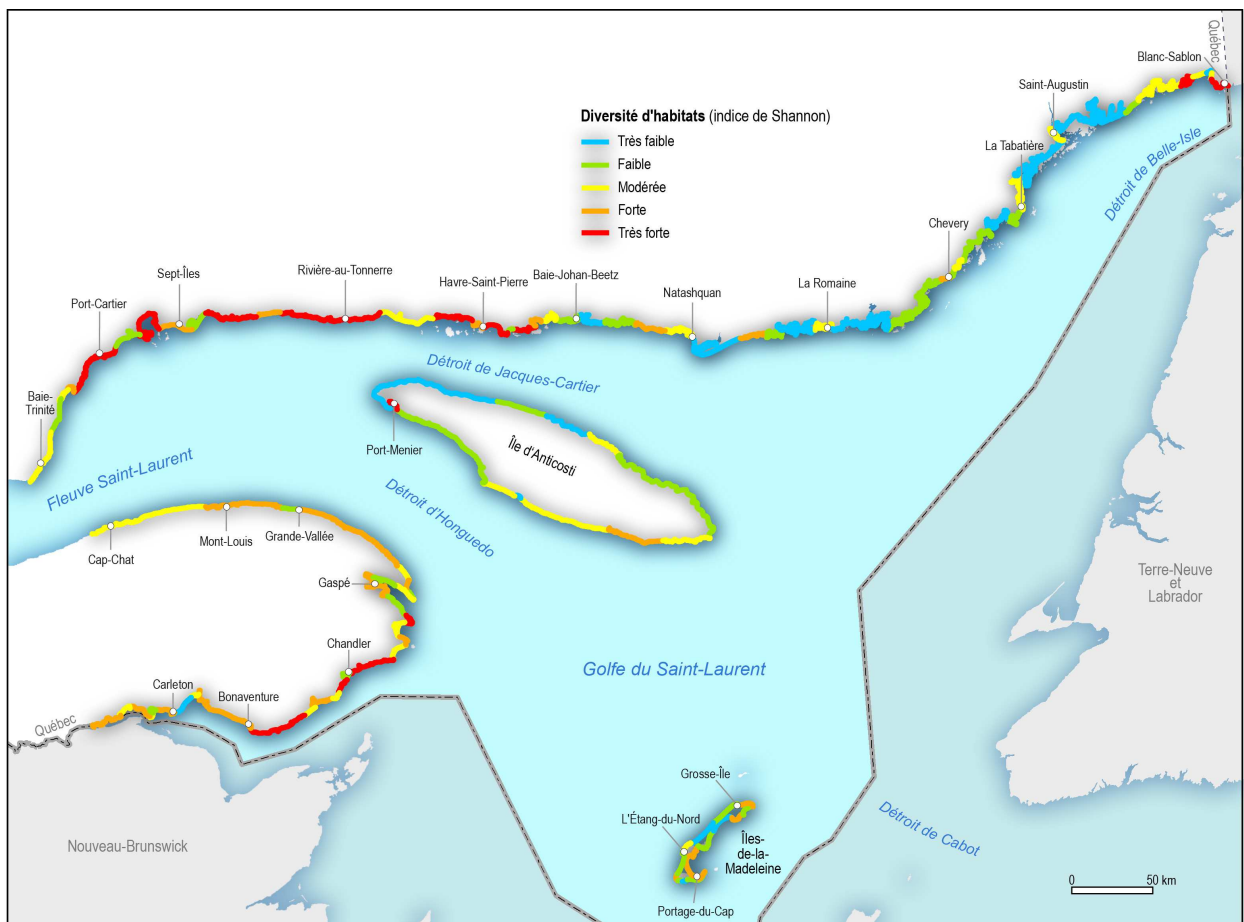


Figure 21 : Diversité d'habitats (indice de Shannon) à partir des pourcentages d'occupation des HABEX dans les segments littoraux

Les 22 HABEX utilisés pour faire la description physique des segments ont été basés sur le concept d'ESI. Chaque habitat peut être associé à une valeur ESI donnée en fonction de la granulométrie et de l'exposition de l'habitat aux hydrocarbures. Plus la valeur ESI est élevée, plus l'habitat est

intrinsèquement sensible lors de déversements d'hydrocarbures. Une cote ESI a été attribuée par Nicolas Lemaire (ISMER) à chacun des 22 HABEX (Tableau 3), sur la base de la littérature dans laquelle l'exercice d'attribution de sensibilité a été effectué.

Note 4 : Les cotes ESI retenues pour le projet devraient faire l'objet d'une validation par les pairs (employés du CEAEQ, experts). Une grande importance a été accordée à l'exposition, ce qui fait en sorte qu'une plus grande sensibilité a été attribuée à une côte rocheuse abritée qu'à une plage de blocs exposée. Il faut se rappeler que les données d'exposition utilisées dans projet font référence à l'exposition de la côte en fonction de sa forme et non en fonction des courants, des vents et des vagues. Les cotes ESI, telles qu'elles sont présentées dans le tableau 3, confèrent ainsi à la Basse-Côte-Nord une valeur forte de sensibilité, bien qu'on y trouve majoritairement du roc (Figure 22).

TABLEAU 3 : COTE ESI ASSOCIÉE À CHAQUE HABEX

HABEX_ESI	
COTE_ESI	HABEX
1	Côte rocheuse_EX
1	Structure anthropique imperméable_EX
1	Falaise rocheuse_EX
2	Plate-forme rocheuse_EX
3	Côte sableuse_EX
4	Côte de sédiments mixtes_EX
5	Plage de blocs_EX
5	Plage de cailloux/galets_EX
5	Structure anthropique perméable_EX
6	Vasière_EX
7	Côte rocheuse_AB
7	Structure anthropique imperméable_AB
7	Plate-forme rocheuse_AB
7	Falaise rocheuse_AB
8	Côte sableuse_AB
8	Côte de sédiments mixtes_AB
8	Plage de blocs_AB
8	Plage de cailloux/galets_AB
8	Structure anthropique perméable_AB
9	Vasière_AB
10	Marais_AB
10	Marais_EX

Le pourcentage d'occupation de chaque HABEX a été multiplié par la valeur d'ESI associée. Cette moyenne pondérée attribue au segment une valeur globale de sensibilité physique aux hydrocarbures (Figure 22). Plus la valeur est élevée, plus le segment est sensible.

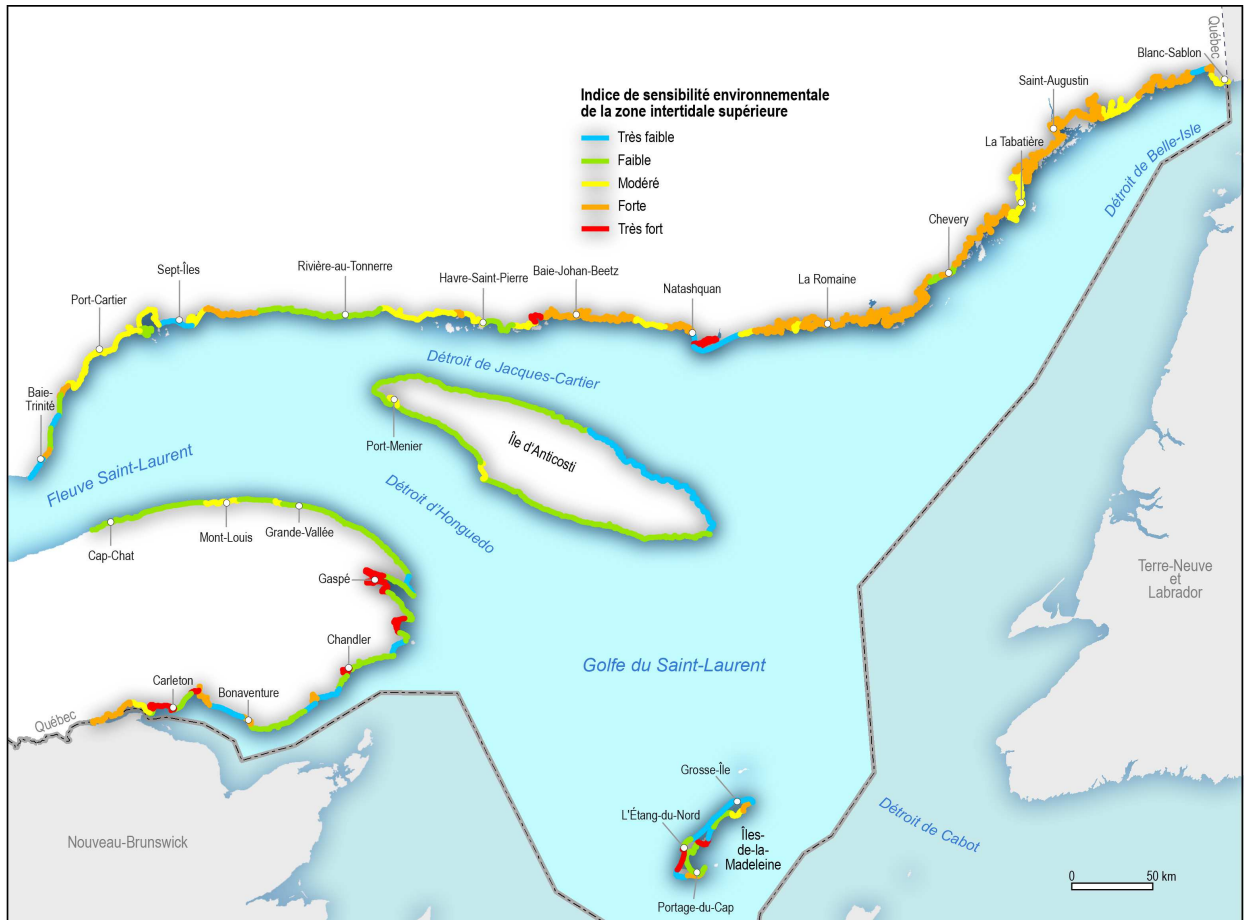


Figure 22 : Indice de sensibilité environnementale de la zone intertidale supérieure

Les HABEX sont basés sur la description de la zone intertidale supérieure.

D'autres analyses jugées pertinentes pour les besoins du ministère ont été produites.

Un indice de sensibilité écologique a été mis au point. Il est inspiré de l'indicateur de ressources biologiques produit dans le cadre du rapport pour Transports Canada. Il combine cinq blocs de données : les aires protégées, les zones d'importance écologique et biologique (ZIEB), les territoires réglementaires de protection de la biodiversité hors du Registre des aires protégées, les occurrences fauniques et les milieux humides potentiels.

L'objectif de l'indice est de synthétiser plusieurs informations relatives à l'intérêt écologique du milieu et à sa sensibilité écologique. La méthodologie fait ressortir les zones qui cumulent le plus d'éléments considérés comme sensibles. Elle tient également compte de l'intensité avec laquelle chacun des éléments sensibles se manifeste. Par exemple, un segment dont la zone tampon est couverte à 100 % par des aires protégées aura une cote plus élevée, pour le bloc des aires protégées, qu'un segment dont la zone tampon l'est à 10 %.

Bloc des aires protégées

Le pourcentage qu'occupent les aires protégées dans la superficie totale des zones tampons associées au segment littoral a été utilisé comme valeur d'aires protégées.

Bloc des ZIEB

Les couches utilisées sont les sept couches fauniques des ZIEB (démersaux, pélagiques, méroplancton, invertébrés benthiques, mammifères marins, production primaire et production secondaire). Un croisement de ces sept couches de données a été réalisé (outil Union), ce qui a permis de connaître pour chaque point le nombre de ZIEB auquel il appartient. Ainsi, certaines zones étaient caractérisées par la superposition des sept ZIEB, d'autres par celle de six zones, d'autres encore par celle de cinq zones, etc. Un recoupement de cette couche résultante de ZIEB avec la couche des zones tampons des segments (outil Intersect) a permis d'associer les valeurs de ZIEB aux zones des segments. Appliquer l'outil Pivot Table sur le champ Distance a permis d'obtenir la valeur du nombre de ZIEB associée à chaque polygone des différentes zones tampons des segments. Un regroupement a été fait pour chaque segment (outil Summarize) pour obtenir la valeur maximale associée à chaque distance de zones tampons aquatiques (-10 m, -20 m, -50 m) dans les 149 segments (table résultante : X:\DOCUM\CARTES\CER\PROJET\Golfe_2013\ANALYSE\ZIEB_NBREMAX2.dbf).

Bloc des territoires réglementaires de protection de la biodiversité hors du Registre des aires protégées

Certains territoires réglementaires de protection de la biodiversité ne sont pas intégrés au Registre d'aires protégées puisque certains de leurs usages, tels que des titres miniers ou gaziers, ne respectent pas la définition stricte d'une aire protégée. Ces territoires doivent tout de même être considérés dans l'analyse. Les couches des rivières à saumon réglementaires, des habitats fauniques (aire de concentration d'oiseaux aquatiques [ACOA], cerf, colonie d'oiseaux de falaise, colonie d'oiseaux d'île ou de presqu'île, héronnière, poisson), des habitats floristiques, ainsi que des données du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) présentant les habitats des espèces menacées ou vulnérables, ont été utilisées. Une union de ces neuf couches de données a été réalisée (outil Union) pour compiler les délimitations de tous ces polygones de territoires de protection. La somme des superpositions a été calculée (outil Calculate Field). Ainsi, certaines zones étaient caractérisées par la superposition de quatre couches de territoires de protection. D'autres présentaient une superposition de trois couches, de deux couches ou d'une seule couche. Un recoupement de cette couche résultante de protection avec la couche des zones tampons des segments (outil Intersect) a permis d'associer les valeurs de protection aux zones des segments. Un pivot de la table sur le champ Distance (outil Pivot table) a permis d'obtenir la valeur du nombre de couches de protection associée à chaque polygone des différentes zones tampons des segments. Un regroupement a été fait pour chaque segment (outil Summarize) pour obtenir la valeur maximale associée à chaque distance de zones tampons aquatiques et terrestres (-10 m, -20 m, -50 m, 250 m, 500 m) dans les 149 segments (table résultante : X:\DOCUM\CARTES\CER\PROJET\Golfe_2013\ANALYSE\TERR_PROT_HORS_REG_SUM.dbf).

Bloc des occurrences fauniques

Les couches de sites documentés de crustacés, de poissons, de mammifères marins (phoques) et de mollusques ont été utilisées. Le nombre total de sites par segment a été calculé.

Bloc des milieux humides potentiels

Pour analyser les zones végétales aquatiques, six couches étaient disponibles (Algues, Herbière, Marais, Prairie, Marécage et Milieux humides potentiels [MHP]). Certains polygones étaient représentés dans plus d'une couche. Une fusion des six couches de données a été réalisée (outil Dissolve) pour éviter de comptabiliser plusieurs fois un même milieu recensé dans plusieurs couches d'informations. La superficie totale des secteurs présentant des milieux humides a fait l'objet d'un recoupement avec la couche des zones tampons des segments, ce qui a permis d'obtenir le pourcentage d'occupation des milieux humides au sein des segments. Les milieux humides situés en milieu aquatique doivent surtout être considérés pour leur sensibilité écologique, tandis que ceux présents sur la terre représentent une contrainte notable d'accès au littoral par la voie terrestre.

Les valeurs des cinq blocs écologiques ont été normalisées (ramenées sur une base 100). Ainsi, chacune des valeurs a été repositionnée sur une échelle s'étirant jusqu'à 100. Dans l'application de la règle des

28 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

proportions, il a été considéré que la valeur la plus élevée représentait le maximum, soit 100. Par exemple, si le pourcentage d'aires protégées le plus élevé, tous segments confondus, est 75 %, cette donnée, après normalisation, sera de 100. Un pourcentage de 21 % d'aires protégées deviendra 28 % après la modification ($21 * 100 / 75 = 28$).

La somme des valeurs normalisées par segment a été divisée par le nombre de blocs, soit 5. Ainsi, l'indice de sensibilité écologique varie théoriquement de 0 à 100 (Figure 23).

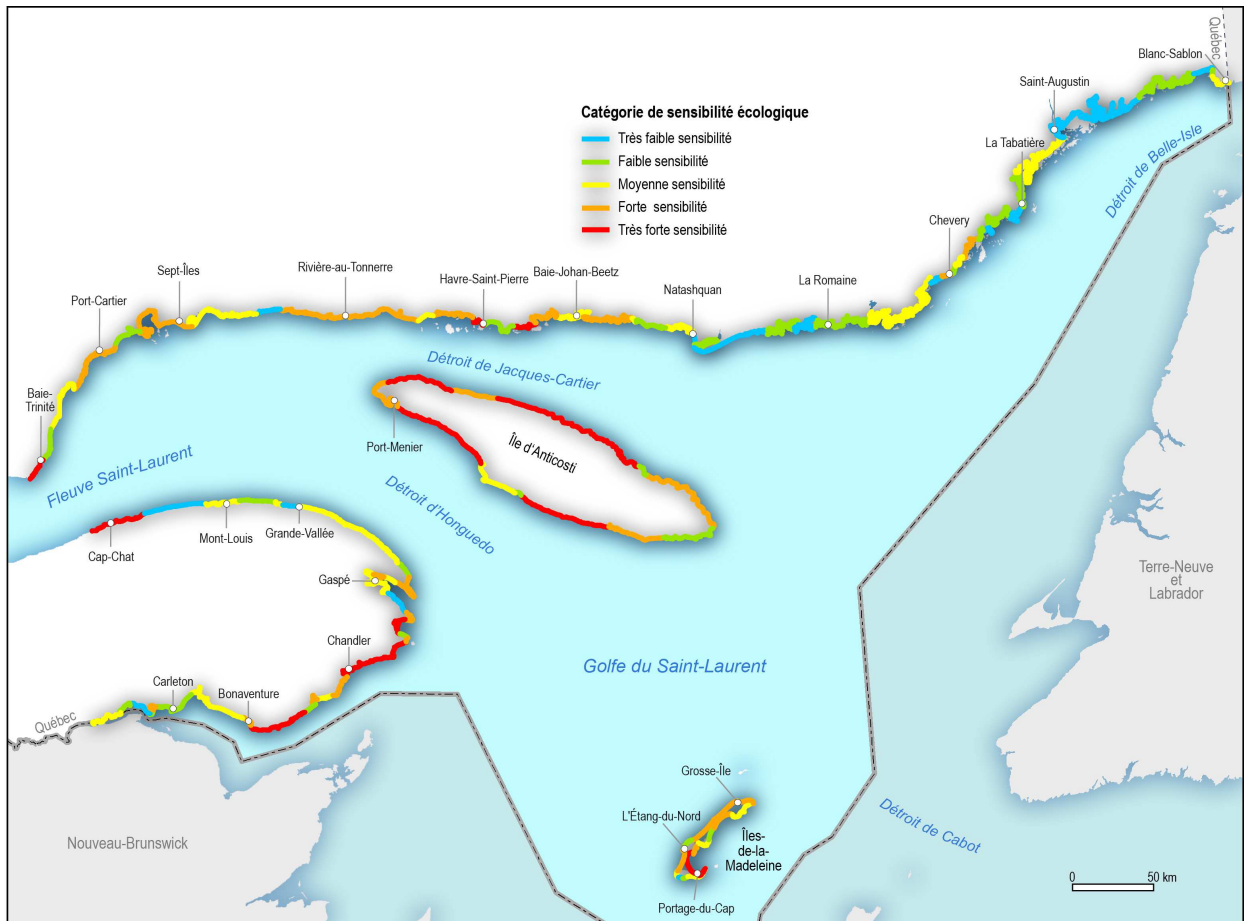


Figure 23 : Indice de sensibilité écologique

Un indice synthétique concernant l'utilisation et l'occupation du territoire a également été produit. Les couches de prises d'eau, de bâtiments, de rampes de mise à l'eau, de baux, d'aires désignées, de quais et de sites d'usages de l'eau ont été utilisées.

Le nombre de rampes de mises à l'eau, de baux, d'aires désignées et de quais ont été sommés ensemble puisqu'ils sont considérés comme faisant partie de la même catégorie d'occupation du territoire. Les valeurs ont été ramenées sur 100 à l'aide de la valeur la plus élevée.

Le nombre de bâtiments représente l'importance de la population habitant près du segment. Ces données ont donc été considérées à part. Les valeurs ont été ramenées sur 100 à l'aide de la valeur la plus élevée.

Le nombre de sites d'usages de l'eau (URMA) représente les usages ou activités présents dans l'environnement rapproché du littoral. Les valeurs ont été ramenées sur 100 à l'aide de la valeur la plus élevée.

Lors d'un déversement d'hydrocarbures, l'une des premières questions qui se posent est celle de savoir s'il y a une prise d'eau aux alentours. C'est pourquoi ces prises ont été considérées à part et qu'un poids de 300 a été attribué à chacune.

La somme des quatre blocs de valeurs a été effectuée, puis le total a été divisé par quatre. L'indice ainsi obtenu va potentiellement de 0 à 100. Une catégorisation a également été produite à l'aide de l'outil Natural Breaks (Figure 24).

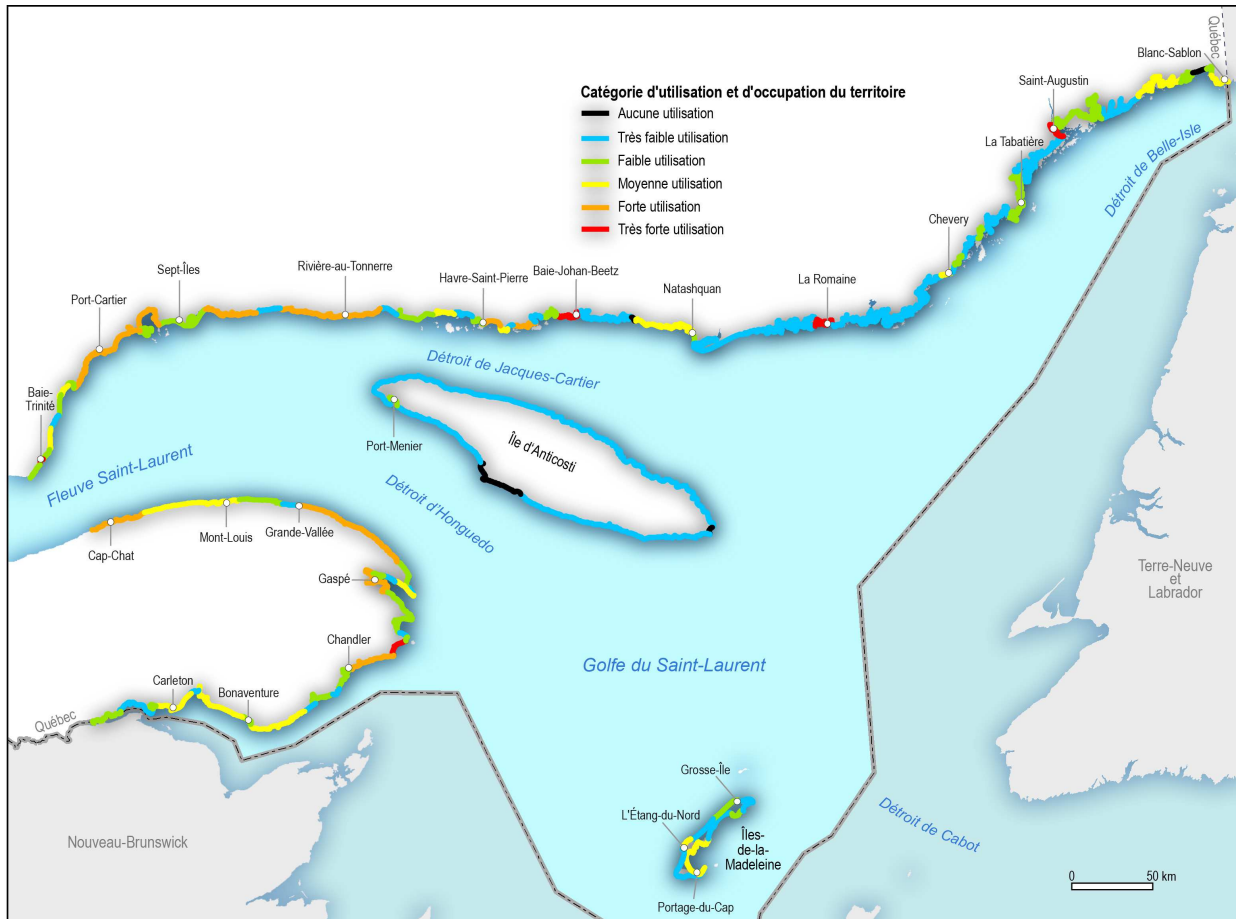


Figure 24 : Indice d'utilisation et d'occupation du territoire

Un indice synthétique abordant l'économie liée au segment a été produit. Les couches rassemblées présentant un aspect économique associé principalement aux ressources biologiques sont les sites d'aquaculture, les zecs de chasse et de pêche, les zecs de pêche au saumon et les infrastructures de transport maritime. La somme des objets de chaque couche a été réalisée. Les valeurs n'ont pas été ramenées sur 100 puisqu'elles étaient sensiblement du même ordre et qu'il était donc acceptable de les sommer sans faire de modifications.

Note 5 : L'indice produit ici est un premier regard permettant d'intégrer une composante économique à la prise de décision. Les données à disposition sont cependant loin de couvrir l'ensemble des données qui devraient être utilisées afin d'évaluer l'impact réel d'un déversement d'hydrocarbures sur l'économie d'un secteur du golfe.

À ce stade, les potentialités de l'outil sont très grandes. Les besoins des utilisateurs viendront paramétrer les utilisations futures.

2.4 Diffusion

Un CD est remis aux partenaires. Il contient : la géométrie des segments, associée à une table synthèse des champs les plus pertinents à visualiser; les tables épurées résultant de l'intersection de la cinquantaine de couches de données avec la couche des zones tampons des segments; les tables où la somme des objets a été calculée pour chaque segment; les fichiers .lyr servant à reproduire les cartes ainsi que le rapport d'avancement et le rapport technique.

Un autre format de diffusion est le KML. Il s'agit d'une couche d'informations à ajouter au logiciel Google Earth. Cet outil permet de visualiser le tracé des segments sur l'imagerie de Google. Lorsqu'on clique sur un segment, une fenêtre informative apparaît. Les champs de la table synthèse y sont consignés (Figure 25). Cet outil serait utile pour les acteurs qui ne disposent pas du logiciel ArcGIS et qui voudraient visualiser les données facilement.

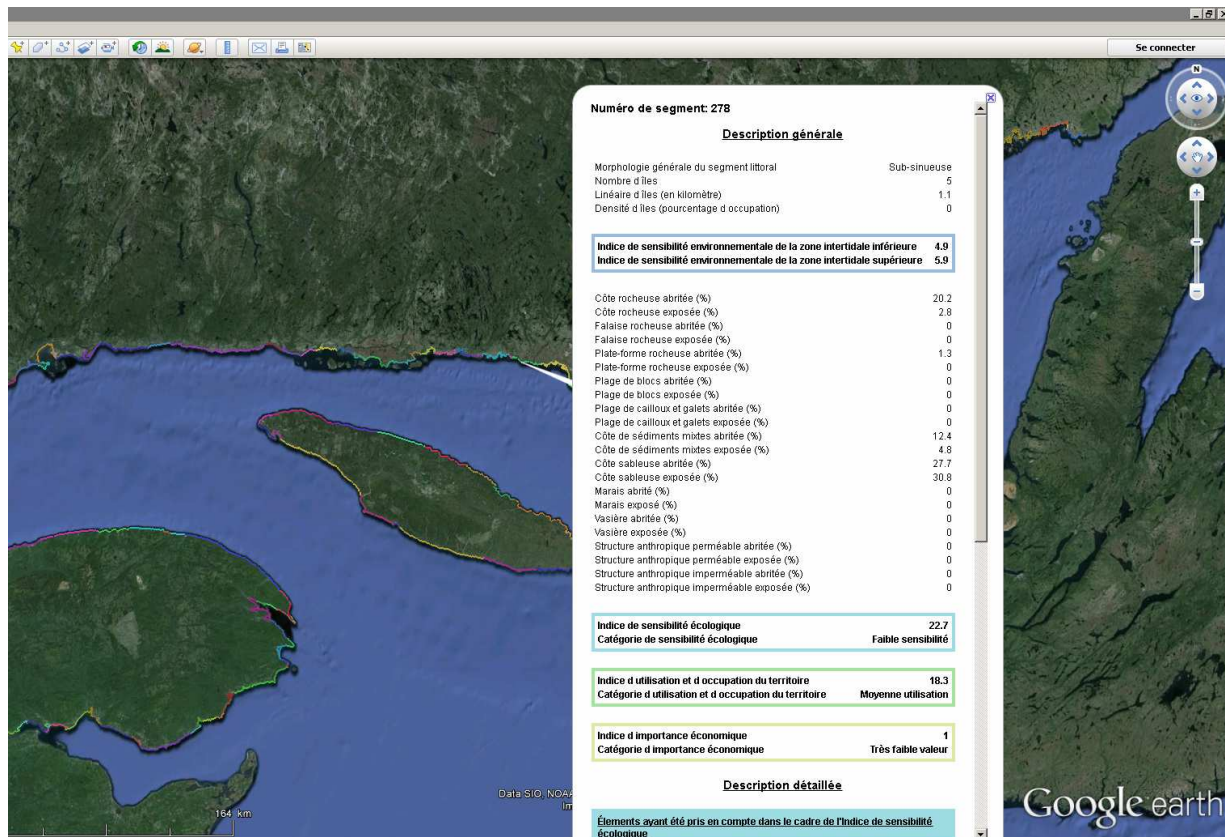


Figure 25 : Affichage des données synthèses des segments dans Google Earth

Les analyses réalisées dans cette étude pourraient également être intégrées à l'Atlas géomatique du ministère, ce qui donnerait accès aux résultats de l'étude au plus grand nombre, plusieurs directions du MDDELCC pouvant avoir des mandats liés au littoral.

3 RECOMMANDATIONS ET SUITE DU PROJET

Après un an de travail, le projet a conduit à la production d'un premier inventaire des bases de données. Il a également permis d'amorcer, avec les partenaires, une réflexion sur les besoins de connaissances associés à la prise de décision dans le golfe. L'angle principal était ici celui de l'appui à la gestion d'un éventuel déversement d'hydrocarbures.

Le projet doit être vu comme un premier pas. Il a tout d'abord permis d'établir de nouvelles collaborations entre les unités du ministère et de mettre à profit les expertises de chaque secteur, au bénéfice de tous. Les outils proposés et les nombreuses analyses et résultats du projet sauront répondre à une partie des besoins exprimés au début du projet et aux besoins en connaissances de plusieurs utilisateurs du MDDELCC.

Le projet a soulevé un enjeu important, relatif au partage de données et de connaissances. Il est en effet difficile d'avoir un portrait complet des données disponibles. L'information est souvent éparse, et il peut être difficile d'y accéder.

Dans un souci d'efficacité, des mécanismes devraient être mis en place pour faciliter la recherche et le partage de données. Le Plan d'action Saint-Laurent est un véhicule intéressant concernant la collaboration et le partage de données avec le gouvernement fédéral.

L'immensité du fleuve, la diversité de ses usages et l'intérêt exprimé récemment par Québec pour l'intensification de son utilisation poseront sans doute de nouvelles questions qui justifieront la poursuite des travaux.

4 CONCLUSION

L'objectif du projet « *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales* » était d'améliorer la connaissance écologique du golfe du Saint-Laurent, plus particulièrement des zones côtières, par une approche collaborative et intégrée. Le travail réalisé a été basé sur la démarche de planification écologique. Les découpages des segments littoraux et des districts écologiques représentent les portes d'entrée sur le territoire permettant de mieux intégrer les données pertinentes au sujet des hydrocarbures. L'acquisition de couches d'informations a permis de documenter les découpages écologiques et de mettre au point des indices synthétiques visant à mieux comprendre le territoire. La diffusion auprès des partenaires des outils réalisés favorisera une prise de décision plus éclairée en ce qui a trait au domaine côtier et marin.

Ce projet ne représente toutefois qu'une première réflexion sur la façon d'intégrer les données nécessaires à l'évaluation des risques environnementaux associés à l'exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent. Les grandes étapes méthodologiques définies dans ce projet serviront de base à l'amélioration des outils. Un ajout de données permettrait sans aucun doute de représenter dans leur ensemble les variables à considérer, en plus d'accroître la validité des indices synthétiques obtenus.

En diffusant les outils actuels, les utilisateurs potentiels pourraient soumettre des propositions quant aux couches de données qu'il serait pertinent d'intégrer et ainsi orienter la recherche de données complémentaires pour qu'elle réponde à des besoins concrets.

5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CONSULTÉES

- Adler, E., et Inbar, M. (2007). "Shoreline Sensitivity to Oil Spills, the Mediterranean Coast of Israel: Assessment and Analysis". *Ocean Coastal Management*, 50, 24–34. doi:10.1016/j.ocecoaman.2006.08.016.
- Biswajeet, P., et Hamid, A. (2009). "Oil Spill Trajectory Simulation and Coastal Sensitivity Risk Mapping". *Research Journal of Chemistry and Environment*, 13, 73–80.
- Bouchard, H., Audet, N., Saint-Laurent, S., Champoux, L., Rail, J., et Harvey, M. (2008). *Portrait global de l'état du Saint-Laurent*.
- Cairns, D. K., Dutil, J. D., Proulx, S., Mailhiot, J. D., Bédard, M., Kervella, A., Courtenay, S. C. (2012). *An Atlas and Classification of Aquatic Habitat on the East Coast of Canada, with an Evaluation of Usage by the American Eel*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2986.
- Castonguay, M., et Valois, S. (2007). *Zones d'importance écologique et biologique pour les poissons démersaux dans le nord du golfe du Saint-Laurent*.
- Chu, C., Koops, M. A., Randall, R. G., Kraus, D., et Doka, S. E. (s. d.). *Linking the Land and the Lake: An Ecological Classification for the Nearshore Zone of Lake Ontario*.
- Commission de coopération environnementale (2009). *Écorégions marines de l'Amérique du Nord*.
- Danchuk, S., et Willson, C. S. (2010). "Effects of Shoreline Sensitivity on Oil Spill Trajectory Modeling of the Lower Mississippi River". *Environmental Science and Pollution Research International*, 17, 331–340.
- Dutil et al. (2011). *A Hierarchical Classification of the Seabed Based on Physiographic and Oceanographic Features in the St. Lawrence*.
- Dutil et al. (2012). *Coastal and Epipelagic Habitats of the Estuary and Gulf of St. Lawrence*.
- Genivar (2013). *Évaluation environnementale stratégique sur la mise en valeur des hydrocarbures dans les bassins d'Anticosti, de Madeleine et de la baie des Chaleurs (EES2)*.
- Gisborne District Council (2011). "Chapter 5: Shoreline Cleanup Assessment Techniques (SCAT)". *Marine Oil Spill Contingency Plan*.
- Gouvernement du Canada (2014). *Cueillir des mollusques au Québec : cartographie interactive de l'état des secteurs*. [En ligne], http://prism.qc.ec.gc.ca/PCCSM/LVMap_fr.asp.
- Grundlach, E., et Hayes, M. O. (1978). *Vulnerability of Coastal Environments to Oil Spill Impacts*.
- Hammill, M. O., Lesage, V., et Measures, L. N. (2001). *Oil and Gas Exploration in the Southeastern Gulf of St. Lawrence: A Review of Information on Pinnipeds and Cetaceans in the Area*.
- Howes, D. (2000). *Report: BC Biophysical Shore-Zone Mapping System: A Systematic Approach to Characterize Coastal Habitats in the Pacific Northwest*.
- Jambon, C., Blais, D., Côté, M.-J., et J. Ruiz (2008). *Influence des caractéristiques écologiques du territoire, de la composition et de la configuration de l'occupation des sols sur la qualité de l'eau de surface face à la pollution diffuse en phosphore et en azote en milieu agricole au Québec*. Montréal : Chaire en paysage et environnement et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 122 p. Rapport de recherche.

34 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

Jensen, J. R., Halls, J. N., Michel, J., et Carolina, S. (1998). "A Systems Approach to Environmental Sensitivity Index (ESI) Mapping for Oil Spill Contingency Planning and Response", *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 64(10), 1003-1014.

Laflamme, A., et Percy, R. J. (2005). *Environment Canada's Emergencies Mapping Program: An Internet Approach to Environmental Mapping*.

Laforest, S., Martin, V., et Boulé, M. (2004). *Quebec Region's Shoreline Segmentation in the St. Lawrence River: Response Tool for Oil Spill*.

Lamarche, A., Martin, V., et Owens, E. H. (2003). *Combining Pre-Spill Segmentation Data and Shoreline Assessment Tools to Support Early Response Planning*.

Le Berre I., David L. et al. (2010). Atlas de sensibilité du littoral aux pollutions marines, plan ORSEC du département de la Seine-Maritime. [En ligne], http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/66/62/60/PDF/atlas_polmar_76_v2_rapport_221010_full-screen.pdf.

Leiger, R., Aps, R., Kotta, J., Orviku, Ü. K., Pärnoja, M., et Tõnisson, H. (2012). "Relationship between Shoreline Substrate Type and Sensitivity of Seafloor Habitats at Risk to Oil Pollution". *Ocean & Coastal Management*, 66, 12–18. doi:10.1016/j.ocecoaman.2012.05.004.

Michel, J., Hayes, M. O., et Brown, P. J. (1978). "Application of an Oil Spill Vulnerability Index to the Shoreline of Lower Cook Inlet, Alaska". *Environmental Geology*, 2, 107–117. doi:10.1007/BF02380473.

National Oceanic and Atmospheric Administration (2007). *Environmental Sensitivity Index Map – Alabama*.

Owens, E. H., et Sergy, G. A. (2003). "The Development of the SCAT Process for the Assessment of Oiled Shorelines". *Marine Pollution Bulletin*, 47(9-12), 415–22. doi:10.1016/S0025-326X(03)00211-X.

Patrimoine canadien, et Parcs Canada (1999). *Impacts du pétrole sur les ressources marines d'eaux froides : une revue pertinente du mandat, en pleine évolution, de Parcs Canada en matière de vie marine*.

Pêches et Océans Canada (2012). *Une classification côtière physiographique pour la biorégion du plateau néo-écossais et des environs : la côte néo-écossaise et la côte du Nouveau-Brunswick de la baie de Fundy*.

Pêches et Océans Canada (2013). *Dynamique comparée des écosystèmes exploités dans l'Atlantique nord-ouest*. [En ligne], <http://slgo.ca/app-cdeena/fr/accueil.shtml>.

Percy, R. J., Leblanc, S. R., Owens, E. H., et Island, B. (1997). *An Integrated Approach to Shoreline Mapping for Spill Response Planning in Canada*.

Ruiz, J., Domon, G., Lucas, E., et M-J Côté. (2008). *Vers des paysages multifonctionnels en zone d'intensification agricole; une recherche interdisciplinaire au Québec (Canada)*.

Yapa, P. D., Hung, T. S., Wang, D., et Angamma, K. (1992). "An Integrated Computer Model for Simulating Oil Spills in the Upper St. Lawrence River". *Journal of Great Lakes Research*, 18, 340–351.

WSP (2014). *Analyse de risques liés aux déversements dans les eaux canadiennes : rapport d'étude final préparé pour Transports Canada. Phase 1 : déversement d'hydrocarbures au sud du 60^e parallèle*.

Annexe 1

INVENTAIRE DE DONNÉES

Type de données *Biologique*

Donnée	Source de la donnée	Propriétaire ou référence
Algues - 21 algues brunes, 16 algues vertes et 25 algues rouges	MPO, 2010	EES2 (Genivar, 2013)
Algues (peu étendue)	Environnement Canada	MDDELCC
Alose savoureuse - présence (EV-Q)	MPO/SIGHAP, 1976-1997	Communication personnelle
Amphibiens et reptiles (Atlas)	Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Anguille d'Amérique - présence (ES-Q, EM-C)	MPO/MRNF, 2011	Communication personnelle
Aquaculture	MAPAQ, Nadia Tremblay, technicienne en administration	Environnement Canada
Aquaculture	MPO, Pierre Lauzier, Direction de la gestion de l'aquaculture	Environnement Canada
Arlequin plongeur - mue (EV-Q, EP-F)	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle
Bar rayé population du fleuve St-Laurent - habitat essentiel (Disp-F, EVD-C)	Robitaille <i>et al.</i> , 2011	Communication personnelle
Béluga, population de l'estuaire - habitat essentiel (EM-QFC)	MPO/SIGHAP, 2011	Communication personnelle
Béluga, population de l'estuaire - présence hivernale (EM-QFC)	MPO/SIGHAP, 2011	Communication personnelle
Bernache cravant - migration	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle
Capelan - sites de fraie	MPO, Réseau des observateurs du capelan (ROC), P. Nellis, 2012	Communication personnelle
Chlorophylle a : zones de forte persistance	Lavoie <i>et al.</i> , 2007	Communication personnelle

36 *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*

Coraux - aires significatives	Kenchington <i>et al.</i> , 2010	Communication personnelle
Crustacés - secteurs de croissance de crustacés (shellfish)	Martin Rodrigue, agent des sciences physiques, Surveillance de la qualité des eaux marines	Environnement Canada
Crustacés (Crustaceans_QC)	RSE	Environnement Canada
Écosystèmes forestiers exceptionnels (Exceptional vegetation)	Normand Villeneuve	Environnement Canada
Eider à duvet - hivernage	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle
Eider à duvet - mue	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle
Éponges - aires significatives	Kenchington <i>et al.</i> , 2010	Communication personnelle
Esturgeon jaune - concentration (ES-Q, EM-C)	MPO/SIGHAP, 1977-2002	Communication personnelle
Esturgeon jaune - présence (ES-Q, EM-C)	MPO/SIGHAP, 1977-2002	Communication personnelle
Esturgeon noir - concentration (ES-Q, EM-C)	MPO/SIGHAP, 1995-2003	Communication personnelle
Faune par statuts provinciaux	CDPNQ, Annie Paquet, MRNF	Environnement Canada
Flore par statuts spéciaux provinciaux	CDPNQ, Vincent Piché	Environnement Canada
Garrot d'Islande - hivernage (EV-Q, EP-F)	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle
Habitat faunique légal	(ACOA)	EES2 (Genivar, 2013)
Habitat faunique légal (poissons et colonies d'oiseaux)	MRNF, 2011-03-15	EES2 (Genivar, 2013)
Habitats fauniques - sites prioritaires de protection d'habitats fauniques	Fondation de la faune du Québec	EES2 (Genivar, 2013)
Harelde kakawi - hivernage	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle

Hareng atlantique - aires de reproduction	MPO/SIGHAP, 1987-1999; McQuinn <i>et al.</i> , 2012	Communication personnelle
Hareng atlantique - concentration et pouponnières	MPO/SIGHAP, 1987-1999; McQuinn <i>et al.</i> , 2012	Communication personnelle
Herbier (peu étendue)	Environnement Canada	MDDELCC
Homard d'Amérique - concentration	MPO/SIGHAP, 1994-2000	Communication personnelle
Invertébrés benthiques - indice de concentration	Chabot <i>et al.</i> , 2007	Communication personnelle
Invertébrés benthiques (zone d'importance)	MPO	EES2 (Genivar, 2013)
Invertébrés marins	Brunel P. et Bossé L., 1998 (base de données du catalogue des invertébrés marins)	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Loup atlantique - habitat préférentiel (ES-Q, EP-FC)	Dutil <i>et al.</i> , 2010	Communication personnelle
Loup atlantique - occurrence relative élevée (ES-Q, EP-FC)	Dutil <i>et al.</i> , 2010	Communication personnelle
Loup tacheté - présence (ES-Q, EM-FC)	Dutil <i>et al.</i> , 2010	Communication personnelle
Loup tête large - présence (ES-Q, EM-FC)	Dutil <i>et al.</i> , 2010	Communication personnelle
Macreuses - migration	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle
Macreuses - mue	Lepage <i>et al.</i> (en prép.)	Communication personnelle
Mammifères marins (zone d'importance et voie de migration pour pinnipèdes)	MPO, 2006, 2010	EES2 (Genivar, 2013)
Mammifères marins (MarineMammals_QC)	RSE	Environnement Canada
Marais	MPO/SIGHAP, 1991-2002	Communication personnelle

38 *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*

Marais (peu étendue)	Environnement Canada	MDDELCC
Marais, tourbières et mangroves	Mustow S., 1995	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Marécage (peu étendue)	Environnement Canada	MDDELCC
Mariculture	Comité sectoriel de main-d'œuvre des pêches maritimes (CSMOPM) <i>et al.</i> , 2007	EES2 (Genivar, 2013)
Mariculture (sites)	MAPAQ, 2010; MPO, 2012	EES2 (Genivar, 2013)
Mérophton (zone d'importance)	MPO	EES2 (Genivar, 2013)
Milieux humides (Wetlands_QC)	RSE	Environnement Canada
Milieux humides désignés (DesWetlands)	RAMSAR	Environnement Canada
Mollusque (Shellfish_QC)	RSE	Environnement Canada
Morue franche, population des Maritimes - concentration (ES-Q, EVD-C)	MPO/SIGHAP, 1990-2010	Communication personnelle
Morue franche, population nord-laurentienne - concentration (ES-Q, EVD-C)	MPO/SIGHAP, 1990-2010	Communication personnelle
Oiseaux	Cyr A. et Larivée J., 1995 (Atlas saisonnier des oiseaux du Québec)	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Oiseaux - Bird Congregations (breeding/nesting, colony, migratory)	BIOMQ du Service canadien de la faune, Jean-François Rail, 2010	Environnement Canada
Oiseaux - habitats propices aux oiseaux migrateurs sur rives entre autres du Saint-Laurent	Le Groupe Dryade, 1980	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Oiseaux - refuge d'oiseaux migrateurs	Environnement Canada, 2010, 2012-10-10	EES2 (Genivar, 2013)
Oiseaux - ZICO	Études des oiseaux Canada	MDDELCC
Oiseaux (aires importantes)	Andrew Couturier, Important Bird Areas Canada	Environnement Canada

Oiseaux (colonies) et sites d'intérêt pour la faune aviaire		EES2 (Genivar, 2013)
Oiseaux (densité sauvagine, plongeurs, hérons et grèbes)	Environnement Canada et PIROP	EES2 (Genivar, 2013)
Oiseaux (EPOQ)		Regroupement Québec Oiseaux
Oiseaux de mer (densité)	Fichier Genivar	EES2 (Genivar, 2013)
Oiseaux en péril (SOSPOP) Reg Qc Oiseaux	Base de données SOS-POP (www.quebecoiseaux.org), données fournies par Josée Tardif, Service canadien de la faune	Environnement Canada
Oiseaux marins	Chapdelaine G., 1995	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Oiseaux nicheurs	Gauthier J. et Aubry Y., 1995 (Atlas des oiseaux nicheurs du Québec)	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Oiseaux nicheurs des milieux aquatiques et riverains du Saint-Laurent	Desgranges J.L. et Tardif B., 1995	Atlas de la biodiversité du Saint-Laurent
Oiseaux statuts (COSEWIC) Canada (BirdStatus_QC)	Andrew Boyne, Canadian Wildlife Service; Atlas of Breeding Birds of the Maritime Provinces, 1992	Environnement Canada
Phoque commun, estuaire - échoueries	Robillard <i>et al.</i> , 2005	Communication personnelle
Phoque commun, estuaire - échoueries - élevé	Robillard <i>et al.</i> , 2005	Communication personnelle
Phoque commun, golfe - échoueries	Robillard <i>et al.</i> , 2005	Communication personnelle
Phoque commun, golfe - échoueries - élevé	Robillard <i>et al.</i> , 2005	Communication personnelle
Plie canadienne - concentration (EM-C)	MPO/SIGHAP, 1992-1998	Communication personnelle
Poissons - saumon	ZIP-MPO	EES2 (Genivar, 2013)
Poissons - quantité pêchée totale 2005-2009 toutes espèces confondues	MPO	EES2 (Genivar, 2013)

40 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

Poissons - rivières à saumon	À l'interne	Environnement Canada
Poissons - rivières à saumon	MRNF, 2010	EES2 (Genivar, 2013)
Poissons (aires de frai) (FishSpawningAreas_QC)	RSE	Environnement Canada
Poissons (FinFishStatus_QC)	Dalhousie Generating Station Orimulsion Spill Contingency Plan - NB Power, 1995; NB Department of Natural Resources and Energy, 2002	Environnement Canada
Poissons démersaux - forte diversité	Chouinard <i>et al.</i> , 2013	Communication personnelle
Prairie (peu étendue)	Environnement Canada	MDDELCC
Râle jaune - zones d'importance (EM-Q, EP-FC)	CDPNQ, 2012	Communication personnelle
Rorqual bleu, population de l'Atlantique - présence (ES-Q,EVD-FC)	Station de recherche des îles Mingan (données brutes), 2012	Communication personnelle
Rorqual commun, population de l'Atlantique - présence (ES-Q, EP-FC)	Station de recherche des îles Mingan (données brutes), 2013	Communication personnelle
Sterne de Dougall - nidification (EM- Q, EVD-F)	CDPNQ, 2012	Communication personnelle
Tortue luth (points d'observation)	Foramec, Fondation Québec-Labrador, Amphibia-Nature, avril 2006	EES2 (Genivar, 2013)
ZIEB (poissons démerseaux, pélagiques, meroplancton, invertébrés benthiques, mammifères, production primaire, production secondaire [zooplancton], physique)	MPO	Communication personnelle
Zooplancton (zone d'importance)	MPO. Plourde et McQuinn, 2010	EES2 (Genivar, 2013)
Zostère	MPO/SIGHAP, Martel <i>et al.</i> , 2009	Communication personnelle

Type de données *Humaine*

Donnée	Source de la donnée	Propriétaire ou référence
Accès au littoral pour activités récréatives	Plan Saint-Laurent (2010)	EES2 (Genivar, 2013)
Aires protégées de conservation (protected conservation areas)		Environnement Canada
Bâtiments	BDTQ	MDEELCC
Câbles sous-marins	Service hydrographique Canada	EES2 (Genivar, 2013)
Corridor de navigation	Service hydrographique Canada	EES2 (Genivar, 2013)
Éléments récréotouristiques sur le littoral (marins et terrestres)	Environnement Canada, 2010	EES2 (Genivar, 2013)
Épaves	Service hydrographique Canada	EES2 (Genivar, 2013)
Infrastructure de transport maritime (MarineTransportInfrastructures)	MPO – Small Craft Harbours; Transports Canada – Ports Program; Transports Canada – Canada Port Authorities	Environnement Canada
Infrastructure portuaire	Transports Canada, 2010; Transports Québec, 2010	EES2 (Genivar, 2013)
Occupation du sol	BDTQ	MDEELCC
Occupation du territoire	SIGAT et MAMROT	EES2 (Genivar, 2013)
Pipelines	CANVEC	Environnement Canada
Points kilométriques ferroviaires CN (rail mileage points)		Environnement Canada
Ponceaux ferroviaires CN		Environnement Canada
Ponts ferroviaires CN		Environnement Canada
Premières Nations		Environnement Canada
Prise d'eau à la surface de rivières		MDEELCC
Prises d'eau		Environnement Canada

42 *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*

Prises d'eau industrielles		Environnement Canada
Prises d'eau municipales		Environnement Canada
Prises d'eau privées		Environnement Canada
Propriétés fédérales		Environnement Canada
Rampe de mise à l'eau de bateaux côtiers (CoastalBoatLaunches_QC)	RSE ou Association maritime du Québec	Environnement Canada
Réseau ferroviaire CN		Environnement Canada
Routes	BDTQ	MDELC
Sensibilité biologique du réseau ferroviaire CN		Environnement Canada
Sensibilité biologique et hydrologique du réseau ferroviaire CN		Environnement Canada
Sensibilité hydrologique du réseau ferroviaire CN		Environnement Canada
Sites archéologiques	SIEF_GEO	Environnement Canada
Sites de loisir (Recreational sites)	Véronique Cagelais, Centre d'affaires électroniques, ministère du Tourisme	Environnement Canada
Sites patrimoniaux (HeritageSites_QC)	RSE	Environnement Canada
Stations ferroviaires CN		Environnement Canada
Triage et entrepôts ferroviaires CN (Rail Yards and Warehouse)		Environnement Canada
Zones de grenades non explosées	Service hydrographique Canada	EES2 (Genivar, 2013)

Type de données	<i>Physique</i>	Source de la donnée	Propriétaire ou référence
Bathymétrie (échosondeur et multifaisceaux)		Cadre de prévention	CEHQ
Bathymétrie (échosondeur)		Cadre de prévention	CEHQ
Bathymétrie (multifaisceaux)		Cadre de prévention	CEHQ
Caractérisation		Ouranos-UQAR et Cadre de prévention	CEHQ
Caractérisation côtière		Entente spécifique	CEHQ
Cartes des types de côtes et zonage		Cadre de prévention	CEHQ
Classification du littoral (ShorelineClassification)		Environnement Canada	Environnement Canada
Dépôts de surface			MDDELCC
Direction du courant		Probablement CANVEC	Environnement Canada
Évolution côtière (meuble)		Entente spécifique	CEHQ
Géologie			MDDELCC
Géomorphologie		Entente spécifique	CEHQ
Habitats côtiers et épipélagiques		Dutil <i>et al.</i> , 2012	Communication personnelle
Hydrodynamique		Entente spécifique	CEHQ
Images obliques couleur		Cadre de prévention	CEHQ
Images satellitaires		Cadre de prévention	CEHQ

44 *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*

LIDAR	Environnement Canada-CEHQ et MAPAQ	CEHQ
LIDAR (hill shade)	Cadre de prévention	CEHQ
LIDAR (tin)	Cadre de prévention	CEHQ
Mégahabitats	Dutil <i>et al.</i> , 2011	Communication personnelle
Modèle numérique de terrain		MDELCC
Mosaïque couleur	Sept-Îles	CEHQ
Orthophotos	Cadre de prévention	CEHQ
Orthophotos couleur	Sept-Îles et Cadre de prévention	CEHQ
Orthophotos multispectrales	MSP et Cadre de prévention	CEHQ
Orthophotos N et B	MSP-Sept-Îles	CEHQ
Photos aériennes N et B	Entente spécifique et Cadre de prévention	CEHQ
Photos obliques couleur	Cadre de prévention	CEHQ
Photos obliques HR	UQAR et Cadre de prévention	CEHQ
Suivi des bornes	Entente spécifique	CEHQ
Système côtier	Cadre de prévention	CEHQ
Trait de côte ancien	Entente spécifique	CEHQ
Vidéos GÉO-3D vertical	Entente spécifique	CEHQ

Vidéos obliques (hélicoptère)	MTQ	CEHQ
Vidéos obliques couleur	MTQ et Cadre de prévention	CEHQ
Vidéos obliques multispectrales	MPS-MTQ-UQAR et Cadre de prévention	CEHQ
Zonage du risque 100 ans	Entente spécifique	CEHQ
Zonage du risque 30 ans	Entente spécifique	CEHQ
Zones de fort mélange	Dutil <i>et al.</i> , 2012	Communication personnelle
Zones de forte complexité benthique	Dutil <i>et al.</i> , 2011	Communication personnelle
Zones de forte diversité d'habitats épipelagiques	Dutil <i>et al.</i> , 2012	Communication personnelle
Zones de forte pente	Dutil <i>et al.</i> , 2011	Communication personnelle
Zones de forte sinuosité de la côte	Dutil <i>et al.</i> , 2012	Communication personnelle
Zones de forts échanges verticaux	Dutil <i>et al.</i> , 2012	Communication personnelle

Annexe 2

LISTE DES RENCONTRES

Mai 2013 : rencontre avec le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ)

19 juin 2013 : rencontre avec le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ)

24 juillet 2013 : rencontre avec le CEAEQ

1^{er} octobre 2013 : rencontre avec le CEAEQ

12 octobre 2013 : rencontre avec le Programme d'Acquisition de connaissances en milieu marin – Golfe du Saint-Laurent

15 octobre 2013 : rencontre avec Environnement Canada

23 janvier 2014 : rencontre avec le CEAEQ

12 mars 2014 : rencontre avec le PACMM-GSL

17 mars 2014 : rencontre avec le PACMM-GSL

Annexe 3

LISTE DES EXPERTS JOINTS POUR OBTENIR DES CONNAISSANCES BIOLOGIQUES - CONTACTS ÉTABLIS PAR N. LEMAIRE

Oiseaux : Mikael Jaffré, chercheur postdoctoral à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)

Poissons : Martin Castonguay, Institut Maurice-Lamontagne (IML)

Phytoplancton : Michel Starr (IML)

Benthos : Philippe Archambault, Institut des sciences de la mer (ISMER)

Mammifères marins : Véronique Lesage (IML) (démarche non terminée)

Zooplancton : Stéphane Plourde (IML) (démarche non terminée)

Microbiologie : Karine Lemarchand (ISMER)

Les démarches réalisées pour obtenir des connaissances associées aux HABEX sur les oiseaux ont été menées à terme.

Plusieurs experts consultés ont conseillé d'utiliser les ZIEB au sujet des poissons, du plancton, du benthos profond et des mammifères.

Annexe 4

DESCRIPTION 1998 DES SEGMENTS LITTORAUX

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR ÉLÉMENT

CODE	DESCRIPTION
BR	Barchois
EM	Embouchure
FG	Frangée et rigolet
FR	Frangée
IN	Indentée
LA	Lagune
RF	Baie fermée
RO	Baie ouverte
RR	Rectiligne
RX	Convexe
SS	Sub-sinueuse
SU	Sub-indentée
T1	Baie à contour irrégulier
T2	Cap ou pointe à contour irrégulier
T3	Baie profonde et étroite
XX	Cap à contour régulier

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR ARRIÈRE-PLAN

CODE	DESCRIPTION
A	Falaise ou terrasse de matériel meuble à texture fine
C	Falaise ou abrupt de calcaire ou dolomie
F	Falaise ou abrupt de roches granitiques
I	Roches intermédiaires (syénite, monzonite)
R	Falaise ou abrupt de gneiss et paragneiss
S	Falaise ou terrasse de matériel meuble à texture sableuse ou sablo-graveleuse
SF	Falaise ou abrupt de schistes ou shales
SG	Falaise ou abrupt de grès
Z	Absence de falaise, terrasse ou abrupt notable

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR MATÉRIEL CÔTE

CODE	DESCRIPTION
A	Matériel meuble à texture fine
C	Calcaire ou dolomie
F	Roches granitiques
I	Roches intermédiaires (syénite, monzonite)
M	Roches mafiques (diorite, anorthosite, basalte, gabbro, amphibolite)

CODE	DESCRIPTION
Q	Quartzite
R	Gneiss et paragneiss
S	Matériel meuble à texture sableuse ou sablo-graveleuse
SF	Schistes ou shales
SG	Grès
U	Urbanisé

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR ÉNERGIE CÔTE

CODE	DESCRIPTION
EE	Élevée
EM	Élevée et moyenne
FE	Faible et élevée
FF	Faible
ME	Moyenne et élevée
MM	Moyenne
UU	Urbanisée

Annexe 5

DESCRIPTION DES DISTRICTS ÉCOLOGIQUES

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR FORME

CODE	DESCRIPTION	DÉFINITION
BC	BC : Basse colline	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 100 et 200 mètres.
BCM	BCM : Basses collines massives	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 100 et 200 mètres.
BCX	BCX : Complexe de basses collines	Complexe dominé par des basses collines, relief convexe dont le dénivelé est compris entre 100 et 200 mètres.
BN	BN : Button	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 25 et 50 mètres.
BNX	BNX : Complexe de boutons	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 25 et 50 mètres.
BR	BR : Bourrelet	Forme de terrain de faible convexité, de faible dénivelé (< 10 m), allongée et étroite.
BU	BU : Butte	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 50 et 100 mètres.
BUX	BUX : Complexe de buttes	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 50 et 100 mètres.
BV	BV : Bas de versant	Partie généralement concave inférieure du versant.
CA	CA : Chenal ancien	Sillon allongé en dépression dans un dépôt meuble à la surface d'une terrasse alluviale. Il est issu d'un ancien cours d'eau.
CF	CF : Contrefort	Relief convexe qui s'accote à un massif plus élevé.
CG	CG : Cirque glaciaire	Cirque glaciaire.
CP	CP : Crête appalachienne	Relief très allongé comportant une partie sommitale étroite de grande convexité et des versants raides.
CR	CR : Crête	Relief très allongé comportant une partie sommitale étroite de grande convexité et des versants raides.
CS	CS : Cuesta	Relief monoclinale issu de l'érosion différentielle de couches de dureté diverses non plissées à pendages modérés. La cuesta présente une pente raide (front) tournée dans le sens inverse du pendage et une pente moins raide (revers).
CS1	CS1 : Cuesta sous-marine	
CT	CT : Coteau	Forme de terrain de faible convexité avec une partie sommitale importante et de dénivelé généralement inférieur à 100 mètres.
CU	CU : Cuvette	Dépression bien marquée de forme plus ou moins régulière ayant des pentes latérales peu importantes.
DE	DE : Dépression	Étendue de terrain de forme généralement concave et qui comporte au moins une zone d'écoulement vers l'extérieur, sans toutefois être une unité d'écoulement marqué.
DF	DF : Dépression fermée	Absence de zone d'écoulement marqué vers l'extérieur.
DK	DK : Dépression karstique	Dépression karstique.
DO	DO : Dépression ouverte	Au moins une zone d'écoulement marqué vers l'extérieur.
EN	EN : Ensellement	Abaissement du relief entre deux hauteurs.
EP	EP : Épaulement	Forme de terrain constituée d'une partie sommitale de faible importance et d'un long versant appuyé contre un versant principal.

CODE	DESCRIPTION	DÉFINITION
ES	ES : Escarpement	Versant rocheux à forte déclivité (> 100 %).
FA	FA : Falaise	En milieu littoral, abrupt vertical ou à pente forte dû à l'action de la mer.
FC	FC : Front de cuesta	Front de cuesta.
FC1	FC1 : Fond de chenal subtidal	Fond de chenal subtidal.
FC2	FC2 : Fond de chenal moyen (jusqu'à -100 m)	Fond de chenal moyen (jusqu'à -100 m).
FC3	FC3 : Fond de chenal profond (-100 à < -300 m)	Fond de chenal profond (-100 à < -300 m).
FC4	FC4 : Fond de chenal très profond (> 300 m)	Fond de chenal très profond (> 300 m).
FJ	FJ : Fjord	Fjord.
FL	FL : Flèche littorale	Crête allongée de sable ou de gravier qui se prolonge de la terre jusque dans l'eau.
FS	FS : Fosse fond (< -250 m avec versant)	Fosse (fond < -250 m, avec versant).
FV	FV : Fond de vallée	Partie de la vallée de part et d'autre du cours d'eau, à l'exclusion des versants.
GL	GL : Glacis	Longue pente très régulière et faiblement décline au pied des reliefs marqués.
GO	GO : Gorge	Vallée étroite aux versants rocheux escarpés; déclivité des versants supérieure à 50 % et dénivelé supérieur à 50 mètres.
HC	HC : Haute colline	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 300 et 500 mètres.
HCM	HCM : Haute colline massive	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 300 et 500 mètres.
HCX	HCX : Complexe de hautes collines	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 300 et 500 mètres.
ILE	ILE : Îles	
LAC	LAC : Lac	Lac.
LG	LG : Lagune	Lagune.
LV	LV : Levée	Bourrelet en milieu alluvial ou littoral.
MC	MC : Moyenne colline	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 200 et 300 mètres.
MCM	MCM : Moyennes collines massives	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 200 et 300 mètres.
MCX	MCX : Complexe de moyennes collines	Relief convexe dont le dénivelé est compris entre 200 et 300 mètres.
MG	MG : Marche de graben	Marche de graben
MN	MN : Monticule	Relief convexe dont le dénivelé est inférieur à 25 mètres (différent d'un bourrelet).
MN2	MN2 : Monticules sous-marins	Monticules sous-marins.
MNX	MNX : Complexe de monticules	Relief convexe dont le dénivelé est inférieur à 25 mètres.
MT	MT : Mont	Relief convexe dont le dénivelé est supérieur à 500 mètres.
MTX	MTX : Complexe de monts	Relief convexe dont le dénivelé est supérieur à 500 mètres.

CODE	DESCRIPTION	DÉFINITION
PA	PA : Palse	Buttes cryogènes produites par un gonflement de la surface dû à la ségrégation de la glace dans le sol. Elles sont organiques, minérales ou à la fois minérales et organiques.
PF1	PF1 : Plate-forme < -30 m de profondeur	Plate-forme à moins de 30 m de profondeur.
PF2	PF2 : Plate-forme -30 à -100 m de profondeur	Plate-forme située entre 30 et 100 m de profondeur.
PF3	PF3 : Plate-forme -100 à -200 m de profondeur	Plate-forme située entre 100 et 200 m de profondeur.
PI	PI : Plaine inondable	Plaine inondable.
PN	PN : Plaine	Grande étendue plane de terrain.
PR	PR : Platière	Portion de territoire sans réseau d'écoulement faisant la transition entre les reliefs marqués et les dépressions ou les plans d'eau.
PT	PT : Plateau	Portion de territoire de grande amplitude horizontale à sub-horizontale en position surélevée par rapport aux terrains environnants.
PT1	PT1 : Plateau	Portion de territoire de grande amplitude horizontale à sub-horizontale en position surélevée par rapport aux terrains environnants et dominée par des buttes.
PT2	PT2 : Plateau	Portion de territoire de grande amplitude horizontale à sub-horizontale en position surélevée par rapport aux terrains environnants et dominée par des buttes et des monticules.
PTS	PTS : Plateau de sommet	Portion de territoire de grande amplitude horizontale à sub-horizontale en position surélevée par rapport aux terrains environnants.
RA	RA : Ravin	Vallée étroite aux versants escarpés creusée dans du matériel meuble (argile, sable); déclivité des versants supérieure à 50 % et dénivelé entre 50 et 5 mètres.
RAM	RAM : Rampe	Relief asymétrique en pente douce, d'origine tectonique, qui assure la continuité entre les Basses-Terres et le Bouclier canadien.
RC	RC : Revers de cuesta	Revers de cuesta.
RE	RE : Ravine	Petit ravin à versants courts et abrupts (dénivelé < 5 m).
REM	REM : Remblai	Remblai.
RP	RP : Replat	Portion de territoire (horizontale à sub-horizontale) en position intermédiaire dans un versant.
RS	RS : Ressaut	Relief constitué d'un versant plus ou moins abrupt et d'une portion supérieure convexe, situé dans une zone de contact géologique (Province du supérieur - Fosse du Labrador ou Grenville - Plate-forme du Saint Laurent).
SI	SI : Sillon	Dépression allongée généralement ouverte bordée par deux barres appalachiennes qui l'encadrent; varie de 10 à 100 kilomètres.
SO	SO : Sommet	Partie sommitale d'un relief convexe.
TA	TA : Talus	Versant court et prononcé d'une terrasse.
TE	TE : Terrasse	Surface formée d'un talus et d'une plate-forme hors d'atteinte des crues.
TF	TF : Terrasse fluviale	Terrasse fluviale.
TI	TI : Terrasse inondable	Terrasse (plate-forme et talus) soumise aux inondations périodiques sans alluvionnement.
TL	TL : Terrasse alluviale	Terrasse (plate-forme et talus) soumise aux inondations périodiques avec alluvionnement.

CODE	DESCRIPTION	DÉFINITION
TP	TP : Terrain plat	Portion de territoire plane.
TR	TR : Terrain	Portion de terrain sans forme bien définie.
U1	U1 : Vallée en U avec dénivelé < 25 m	Vallée en U avec dénivelé inférieur à 25 mètres.
U2	U2 : Vallée en U avec dénivelé 25 à 50 m	Vallée en U avec dénivelé de 25 à 50 mètres.
U3	U3 : Vallée en U avec dénivelé 50 à 100 m	Vallée en U avec dénivelé de 50 à 100 mètres.
U4	U4 : Vallée en U avec dénivelé 100 à 200 m	Vallée en U avec dénivelé de 100 à 200 mètres.
U5	U5 : Vallée en U avec dénivelé > 200 m	Vallée en U avec dénivelé supérieur à 200 mètres.
V1	V1 : Vallée en V avec dénivelé < 25 m	Vallée en V avec dénivelé inférieur à 25 mètres.
V2	V2 : Vallée en V avec dénivelé 25 à 50 m	Vallée en V avec dénivelé de 25 à 50 mètres.
V3	V3 : Vallée en V avec dénivelé 50 à 100 m	Vallée en V avec dénivelé de 50 à 100 mètres.
V4	V4 : Vallée en V avec dénivelé 100 à 200 m	Vallée en V avec dénivelé de 100 à 200 mètres.
V5	V5 : Vallée en V avec dénivelé > 200 m	Vallée en V avec dénivelé supérieur à 200 mètres.
VA	VA : Vallée	Surface comprise entre la partie sommitale des reliefs marqués, y compris le fond de vallée, dépression.
VA1	VA1 : Vallée sous-marine	
VE	VE : Versant	Surface comprise entre la partie sommitale des reliefs marqués (collines, buttes) et la partie inférieure (fond de vallée, dépression).
VE1	VE1 : Versant > 3 %	Versant dont la pente est supérieure 3 % en milieu marin.
VE2	VE2 : Versant doux (1 à 3 %)	Versant doux (pente de 1 à 3 %).
VEC	VEC : Versant court	Versant court inférieur à 200 mètres.
VEL	VEL : Versant long	Versant long supérieur à 500 mètres.
VEM	VEM : Versant moyen	Versant moyen entre 200 et 500 mètres.
VL	VL :	
VN	VN : Vallon	Petite vallée courte et peu profonde dont les versants sont peu prononcés et de faible déclivité (< 10 %).

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR GÉOLOGIE

CODE	DESCRIPTION
A	A : Roches felsiques, intermédiaires ou gneissiques
AA	AA : Granite
AB	AB : Granitoïdes
AC	AC : Tonalite
AD	AD : Volcanites felsiques
AE	AE : Syénite, syénite alcaline, monzonite
AF	AF : Migmatite
AG	AG : Gneiss granitique et gneiss tonalitique
AH	AH : Gneiss charnockitique, granulite
B	B : Paragneiss
C	C : Roches mafiques ou ultra-mafiques
CA	CA : Diorite, gabbro, métagabbro
CB	CB : Anorthosite
CC	CC : Basalte, metabasalte
CD	CD : Amphibolite
CE	CE : Roches ultra-mafiques
D	D : Roches clastiques siliceuses
DA	DA : Conglomérat
DAA	DAA : Conglomérats, mudrock et grès
DB	DB : Quartzite
DC	DC : Grès, arkose, grauwacke
DCA	DCA : Grès, mudrock et conglomérats
DCB	DCB : Grès, mudrock, dolomie et calcaire
DD	DD : Métagrès, métagrauwacke
E	E : Roches clastiques argileuses
EA	EA : Mudrock
EAA	EAA : Mudrock, grès et conglomérats
EAB	EAB : Mudrock, grès, dolomie et calcaire
EB	EB : Schistes
F	F : Roches carbonatées
FA	FA : Calcaire et dolomie
FAA	FAA : Groupe d'Anticosti
FAA1	FAA1 : Formation de Chicotte
FAA2	FAA2 : Formation de Jupiter
FAA3	FAA3 : Formation de Gun River
FAA4	FAA4 : Formation de Merrimack
FAA5	FAA5 : Formation de Becsie
FABQ	FAB : Groupe de Jolliet
FAB1	FAB1 : Formation d'Ellis Bay
FAB2	FAB2 : Formation de Vauréal
FAC	FAC : Calcaire, mudrock et grès
FB	FB : Marbre

CODE	DESCRIPTION
G	G : Autres roches
GA	GA : Formation de fer
GB	GB : Impactite

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR STRUCTURE

CODE	DESCRIPTION
MAS	Massive
CPX	Complexe
FRA	Fracturée
FRP	Fracturée parallèle
FRO	Fracturée orthogonale
ALI	Alignée
SIN	Sinueuse
COU	Courbée
PAR	Parallèle

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR MORPHO (MORPHOLOGIE)

CODE	DESCRIPTION	DÉFINITION
AL	AL : Allongé	Orientation préférentielle des structures géologiques.
BM	BM : Bombé	Qualifie un versant convexe dans les axes transversal et longitudinal.
BO	BO : Bosselé	Les bosses occupent de 10 à 40 % de la superficie du polygone.
CR	CR : Crénelé	Séquence régulière de crêtes et de sillons parallèles à sub-parallèles.
EB	EB : Emboîté	Succession de niveaux de terrasses où l'accumulation l'emporte sur le creusement.
EF	EF : Enfiladé	Relief structural positionné en file, les uns derrière les autres.
EN	EN : Encaissé	Qualifie une forme de terrain inscrit ou encavé dans une surface.
ER	ER : Érodé	Qui caractérise un emportement de matériaux meubles.
ET	ET : Étagé	Dans les dépôts marins ou fluviaux, l'étagement correspond à différents niveaux de terrasses.
FO	FO : Faiblement ondulé	Présence de quelques ondulations réparties de façon régulière et ample à l'intérieur du polygone.
FR	FR : Fracturé	Fractures orientées (socle rocheux) dans tous les sens dont les parties convexes occupent de 60 à 90 % du polygone.
LO	LO : Légèrement ondulé	Surface ou plaine dont le profil présente de grandes ondulations d'une dizaine de mètres de dénivelé.
LV	LV : Légèrement vallonnée	Qualifie le profil transversal d'un versant offrant une séquence régulière de faible convexité et de concavité.
MA	MA : Mamelonné	Les bosses occupent de 40 à 70 % de la superficie du polygone.
MO	MO : Moutonné	Les bosses occupent de 70 à 90 % de la superficie du polygone.

56 Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique

CODE	DESCRIPTION	DÉFINITION
ON	ON : Ondulé	Séquence régulière et ample de convexités et concavités allongées, parallèles à sub-parallèles.
SI	SI : Sinueux	Relief structural positionné suivant une suite de courbes irrégulières et dans des sens différents.
SP	SP : Sub-parallèle	Qualifie un relief orienté et allongé presque parallèle qui résulte de dépôts mis en place par l'écoulement glaciaire.
TA	TA : Tabulaire	Surface d'un relief ou d'un phénomène à sommet plat, à altitude élevée et à rebords à pentes redressées.
UN	UN : Uniforme	Qualifie une surface ou un phénomène remarquable par sa constance, notamment par la surface en plan régulier sans bosse ni aspérité.
V	V : En V	Qualifie le profil général d'un ravin ou d'une rivière sous la forme d'un V.
VA	VA : En val	Qualifie la partie d'un versant qui se distingue par une forte concavité.
VX	VX : Vallonneux	Qualifie le profil transversal d'un versant offrant une séquence régulière de fortes convexités et de concavités.
XX	XX : Convexe	Qui caractérise un versant ou une partie d'un versant sous forme bombée, renflée, arrondie.

VALEURS DU CHAMP DESCRIPTEUR DÉPÔTS

CODE	DESCRIPTION
0	Affleurements rocheux
1	Dépôts glaciaires
2	Dépôts fluvioglaciaires
3	Dépôts alluvionnaires
4	Dépôts glaciolacustres
5	Dépôts glacio-marins
6	Dépôts littoraux
7	Dépôts organiques
8	Dépôts d'altérations et de versants
9	Dépôts éoliens
10	Dépôts marins

Annexe 6

DONNÉES CROISÉES AUX DÉCOUPAGES ÉCOLOGIQUES

Type de données *Biologique*

Donnée	Description	Obtention de la donnée
ACOA	Aires de concentration d'oiseaux aquatiques	MDDELCC
Algues	Algues	MDDELCC
AP_PARTIE	Aires protégées (une seule superficie résultante considérée)	MDDELCC
AP_REGISTRE	Aires protégées (toutes superposées)	MDDELCC
BirdsStatus_QC	Statuts d'oiseaux	Environnement Canada
CDPNQ	Espèces menacées ou vulnérables	MDDELCC
Cerf_s	Habitats fauniques (cerf)	MDDELCC
Colonf_s	Colonie d'oiseaux de falaise	MDDELCC
Colonile_s	Colonie d'oiseaux sur île et presqu'île	MDDELCC
Crustaceans_QC	Crustacés	Environnement Canada
EPOQ_LISTE	Oiseaux	MDDELCC
FishSpawningAreas_QC	Zones de fraie, d'alimentation et d'observation de poissons menacés	Environnement Canada
Habitats floristiques	Habitats floristiques	Environnement Canada
Herbier	Zostère marine	MDDELCC
Heronglo_s	Habitats fauniques (héron)	MDDELCC
Marais	Marais	MDDELCC
Marécage	Marécage	MDDELCC
MarineMammals_QC	Mammifères marins	Environnement Canada
MHP201103_sans_det	Milieux humides (information également sur le terrestre)	MDDELCC
Oiseaux marais saumâtres	Oiseaux qui utilisent les marais saumâtres (nid, alimentation)	MDDELCC

58 *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales : rapport technique*

Poisson_s	Habitats fauniques du poisson	MDDELCC
Prairie	Prairie	MDDELCC
Rivière_Saumon_Réglementaire	Rivières à saumon réglementaires	MDDELCC
Shellfish_QC	Mollusques	Environnement Canada
Union_ver_9_dissolve_clip	Découpage biologique du golfe	Anne Fontaine
ZICO	Zone d'importance pour la conservation des oiseaux	MDDELCC
ZIEB Demersaux	Zone d'importance écologique et biologique - poissons démersaux	MDDELCC
ZIEB Inv_benthiques	Zone d'importance écologique et biologique - invertébrés benthiques	MDDELCC
ZIEB Mamm	Zone d'importance écologique et biologique - mammifères marins	MDDELCC
ZIEB Meroplancton	Zone d'importance écologique et biologique - meroplancton	MDDELCC
ZIEB P_primaires	Zone d'importance écologique et biologique - production primaire	MDDELCC
ZIEB P_secondaire	Zone d'importance écologique et biologique - production secondaire	MDDELCC
ZIEB Pelagiques	Zone d'importance écologique et biologique - poissons pélagiques	MDDELCC
ZIEB Physique	Zone d'importance écologique et biologique - physique	MDDELCC

Type de données *Humaine*

Donnée	Description	Obtention de la donnée
Aquaculture_MPO	Sites d'aquaculture (MPO)	MDDELCC - Internet
BDTQ vcomm_l	Voies de communication	MDDELCC
BDTQ_aired_p	Usages : port de plaisance, terrain de camping, hydrobase...	MDDELCC
BDTQ_batim_p	Bâtiments	MDDELCC
BDTQ_QUAI_L	Quai (ligne)	MDDELCC
BDTQ_QUAI_S	Quai (surface)	MDDELCC
CANVEC_AIRED_P	Usages : marina, terrain de camping, terrain de pique-nique...	MDDELCC
CoastalBoatLaunches_QC	Rampes de mise à l'eau	Environnement Canada

Marine Transportation Infrastructure	Infrastructures de transport maritime	Environnement Canada
Prises_eau_surf_riv	Prises d'eau à la surface de rivières	MDDELCC
RDE - BAUX (P)	Baux en points : fins de villégiature, de culture, de résidence...	MDDELCC
RDE - BAUX (S)	Baux en polygones : aquaculture, marina, etc.	MDDELCC
Secteurs coquilliers	Secteurs de cueillette de coquilles	MDDELCC - Internet
sites_usages_golfe	Contact direct, contact indirect, zone récréative riveraine, etc.	MDDELCC
VOCATION_INDUS	Zone à vocation industrielle	MDDELCC
ZEC_ch_pe	Zec chasse et pêche	MDDELCC
ZEC_pe_saum	Zec pêche au saumon	MDDELCC

Type de données *Physique*

Donnée	Description	Obtention de la donnée
Embouchure de cours d'eau	Embouchure de cours d'eau	MDDELCC
Îles du Saint-Laurent	Îles du Saint-Laurent	MDDELCC