Projet de la Péninsule acadienne

Rapport de recherche technique
Équipe « Photogrammétrie et cartographie »

Serge Jolicoeur (Université de Moncton)
Stéphane O'Carroll (GeoLittoral Consultants)

15 mai 2012

Atlantic Climate Adaptation Solutions Association
Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique
Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
New Nouveau Brunswick
UNIVERSITÉ DE MONCTON
EDMUNDSTON MONCTON SHIPPAGAN
Géo Littoral Consultants
Services de SIG et de cartographie
Études environnementales
Programmes d'interprétation

Préambule

(tiré de l'entente de l'Association des solutions liées à l'adaptation aux changements climatiques de l'Atlantique avec l'Université de Moncton, Département d'histoire et de géographie, pour le Projet de la Péninsule acadienne)

« Le Projet de la Péninsule acadienne (PPA), financé dans le cadre du programme des Solutions d'adaptation au changement climatique de l'Atlantique de Ressources naturelles Canada, vise à augmenter le potentiel d'adaptation des collectivités côtières du nord-est du Nouveau-Brunswick face à la hausse du niveau marin, à partir d'un projet pilote dans trois municipalités (Bas-Caraquet, L Goulet et Shippagan) (figure 1). Parmi les cinq volets du PPA, on retrouve le développement d'outils d'aide à la décision en regard des prévisions relatives à l'*érosion côtière* et aux risques de *submersion marine* au cours du 21e siècle, notamment face aux *infrastructures*. Les produits finis serviront principalement aux responsables de la planification durable et de l'aménagement du territoire dans ces municipalités.

La contribution du Département d'histoire et de géographie (DHG) au PPA correspond principalement au travail de photogrammétrie et de cartographie associé aux trois volets mentionnés plus haut. »

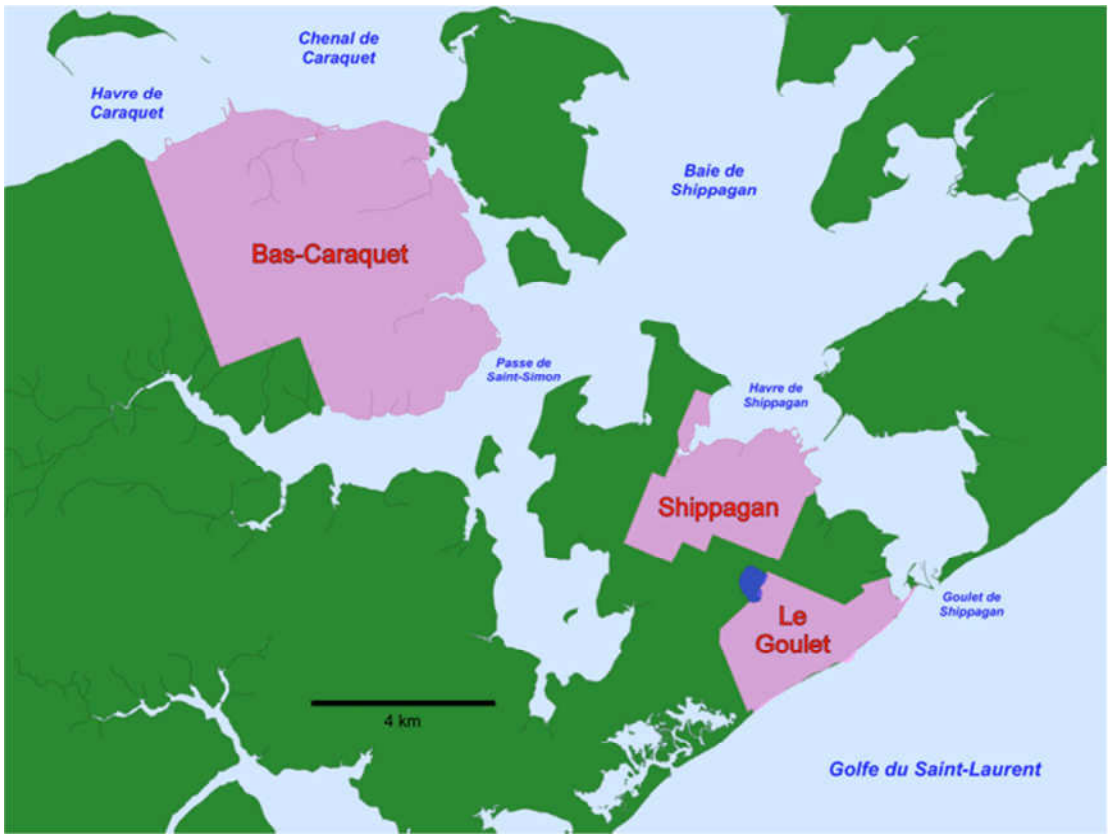

Figure 1. Localisation des trois municipalités du Projet de la Péninsule acadienne

Plan du rapport

Préambule 2
Liste des figures 4
Liste des annexes 5
Contenu du DVD 6

Introduction : les objectifs de l'équipe « Photogrammétrie et cartographie » 7

1. Travaux préalables 10
   1.1 Sélection des photographies 10
   1.2 Numérisation des photographies 11
   1.3 Géocodage des photographies 11

2. Cartographie de la zone côtière 12
   2.1 Limites-repère (trait de côte et ligne de rivage) 12
   2.2 Notice explicative des *User Numbers*, des attributs (*Feature codes*) et des *Source Ids* utilisés dans *Caris* 13
   2.3 Habitats côtiers 13

3. Calcul du taux de déplacement du trait de côte 14
   3.1 Calcul des taux 14
      3.1.1 Marge d'erreur 14
      3.1.2 Périodes considérées 15
      3.1.3 Mesures à partir de la ligne de rivage des plages (LRPLAGE) 16
   3.2 *Banque de données de taux d'érosion du Nouveau-Brunswick* (MRN) 17
   3.3 Cartes de taux d'érosion (MRN) 17

4. Établissement de scénarios de la position future du trait de côte 18
   4.1 Établissement des scénarios 18
      4.1.1 Segments côtiers 18
      4.1.2 Choix des taux de déplacement de la côte utilisés pour le calcul des scénarios 20
   4.2 Réserves 20

5. Cartes des Groupes de travail des trois municipalités 22
   5.1 Les cartes de scénarios (« intermédiaires ») 22
   5.2 Les cartes de zonage (« finales ») 23

Conclusion 25

Références bibliographiques 26

Liste des figures

1. Localisation des trois municipalités du Projet de la Péninsule acadienne 2

2. Localisation des photographies aériennes disponibles : 1939 10

3. Côte sableuse déstabilisée, Baie-du-Petit-Pokemouche et Le Goulet (1944) 16

4. Scénario de 2100 dans le secteur de Bas-Caraquet (marais du ruisseau à Sivret) 19

Liste des annexes

Annexe 1
Informations sur les photographies aériennes utilisées pour la cartographie 27

Annexe 2
Informations sur la qualité de l'orthorectification et du géocodage des ortho-photographies produites pour la cartographie 38

Annexe 3
Description des *User Numbers*, des attributs (*Feature Codes*) et des *Source IDs* utilisés pour la cartographie de la zone côtière dans *Caris* 55

Annexe 4
Étiquettes et paramètres de couleur utilisés pour la cartographie des habitats côtiers de 2009 dans *Caris* 61

Contenu du DVD

Rapport du volet « Cartographie et photogrammétrie » du PPA (ce rapport)

Dossier « Caris »
- Fichier principal (« SACCA2012-PPA »)
- Cartographie des habitats côtiers de 2009 (« SACCA_Habitats2009 »)

Dossier « Pdfs »
- Cartes de scénarios (4 fichiers)
- Cartes et plans de zonage (7 fichiers)

Dossier « Excel »
- Fichiers principaux des mesures de taux d'érosion (« PPA-BC » et « PPA-LG_et_S »)
- Fichiers au format de la Banque de données sur les taux d'érosion (« BDTE »)
- Fichier de calcul des scénarios de la position future du trait de côte
- Fichier présentant les classes proposées pour les cartes d'érosion

Fichiers PPT et PDF de la présentation du 26 janvier 2012 (Tracadie-Sheila)

Introduction : les objectifs de l'équipe « Photogrammétrie et cartographie »

Le Projet de la Péninsule acadienne s'insère dans une démarche amorcée depuis déjà plusieurs années face aux inquiétudes relatives aux risques côtiers dans la Péninsule (O'Carroll et Bérubé, 1997 ; Chouinard et Martin, 2007). Ses objectifs s'expliquent par les différents travaux déjà réalisés, par des spécialistes et par les membres des collectivités locales.

Par exemple, dans le *Plan communautaire en adaptation* développé par des groupes de discussion à Le Goulet (Chouinard et Martin, 2007), on identifiait le besoin de documents cartographiques précis afin de pouvoir établir le zonage requis :

> *« Les domiciles affectés par de tels niveaux* [de tempête] *devront être identifiés sur une carte qui devra être réalisée dans un futur proche étant donné l'urgence de la situation. Fautes de cartes détaillées des élévations, les connaissances locales pourraient être utilisées pour déterminer ces sites, les résidents ayant déjà démontré qu'ils ont une très bonne connaissance des niveaux des eaux atteints lors de l'évènement de tempête en question (voir Annexe D). Cependant, une carte plus précise sera nécessaire pour que le nouveau zonage promu à l'option 2 soit légalement valable. »* (p. 12)

La vision à long terme de la planification de l'occupation de la zone côtière était évidemment présente dans les travaux de ces groupes :

> *« La conjugaison d'une topologie* [sic] *plane et d'un niveau d'élévation des terrains assez faible pour Le Goulet fait que les inondations pénètrent à l'intérieur des terres bien au-delà de la limite de 30 mètres telle que définie dans la Politique de protection des zones côtières pour le Nouveau-Brunswick. Des discussions ont été engagées sur la possibilité d'utiliser le plan d'aménagement pour limiter davantage la construction dans les zones inondables. Puisque la prévention reste un meilleur moyen pour éviter l'exposition aux risques d'inondations, un plan d'aménagement plus restrictif au niveau des terres inondables pourrait être préparé. La communauté s'est dite d'accord avec la poursuite de cette idée, mais n'en fait pas sa priorité puisque selon certains, les évènements extrêmes de ces dernières années ont été sensibilisateurs et il y a peu de chances que quelqu'un veuille se construire dans des zones à risque. Cependant, les participants reconnaissent que si des sommes sont investies pour le retrait de domiciles, il faut nécessairement que le plan de zonage municipal restreigne les nouveaux établissements dans le secteur à risque. Il est recommandé que la municipalité travaille avec la CAPA en ce sens. Une carte d'élévation sur laquelle des projections scientifiques pour le prochain siècle en ce qui a trait à la*

montée du niveau marin pourraient être projetées, devra être réalisée et accompagner le plan de zonage. » (p. 14)

Finalement, le *Plan communautaire* retenait, parmi les besoins en recherche :

« 1) Pour établir plus efficacement les domiciles à risques, il est nécessaire qu'une cartographie numérique déterminant les niveaux de terrain et produisant des cartes suffisamment précises pour y superposer des scénarios de montée du niveau marin et d'ondes de tempête. Ainsi, la zone à risque d'inondation pourrait être précisée. Ces cartes sont vues comme nécessaires pour appuyer tout plan de zonage limitant la construction dans la zone à risque. De telles cartes permettraient également de mieux entrevoir les points d'infiltration de l'eau et ainsi d'établir la pertinence d'un mur comme mesure d'atténuation de l'inondation. » (p. 17)

À toutes fins pratiques, le mandat de l'équipe « Photogrammétrie et cartographie » du PPA était déjà dressé dans ces lignes. Plus précisément, et tenant compte des modifications apportées en cours de projet, nous étions responsables :

(1) de la cartographie des éléments pertinents de la zone côtière des trois municipalités[1,2] (trait de côte, ligne de rivage, limite des habitats côtiers) pour la période de couverture aérienne disponible (1944 ou 1955, 1970 et 2009), à l'aide du SIG *Caris 4.5* ;

(2) du calcul du taux annuel de déplacement du trait de côte[3] le long du linéaire côtier des trois municipalités pendant les périodes 1944 (ou 1955) -1970, 1970-2009 et 1944 (ou 1955) -2009, ainsi que de la mise en forme de ces données pour inclusion dans la *Banque de données sur les taux d'érosion du Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick* ;

(3) du développement de scénarios de déplacement de la position du trait de côte aux échéances temporelles de 2025, 2055, 2085 et 2100, à partir des taux calculés en (3) ;

(4) de la réalisation de cartes de travail pour les besoins des groupes de travail des trois municipalités, illustrant dans un premier temps les scénarios de submersion et

[1] Dans les faits, les secteurs cartographiés ont débordé les limites municipales de Le Goulet et de Shippagan, afin d'obtenir un portrait plus complet de l'évolution de la côte dans ces secteurs (voir la section 1 du présent rapport).

[2] Cette étape a nécessité un important travail préalable de photogrammétrie (production d'orthophotographies).

[3] Érosion (recul du trait de côte), stabilité apparente ou accumulation (progradation).

d'érosion marines que ces groupes auront choisis (cartes dites « intermédiaires » ou « de scénario »), puis les recommandations de zonage correspondantes (cartes dites « finales » ou « de zonage »).[4]

(5) de la réalisation des fichiers électroniques de cartes de taux d'érosion conformes à celles produites par le Ministère des Ressources naturelles, pour le secteur à l'étude.

Les modifications apportées à cette liste, et reflétées dans le contenu du DVD accompagnant ce rapport, seront expliquées dans les sections pertinentes. À proprement parler, les outils d'aide à la décision mentionnés dans l'entente entre le Projet de la Péninsule acadienne et l'Université de Moncton correspondent aux cartes produites en (3), auxquelles on peut ajouter les *cartes de taux d'érosion* provinciales (4).

[4] En plus de nos propres données (cartographie du trait de côte de 2009, scénarios de déplacement du trait de côte au XXIe siècle), la réalisation de ces cartes a exigé l'importation d'information produite par d'autres équipes du PPA et Service Nouveau-Brusnwick (scénarios de submersion fournis par M. Reid McLean, du Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick ; données géospatiales relatives au degré de risque des infrastructures, fournies par l'équipe de l'UMCS dirigée par M. André Robichaud ; données géospatiales relatives au cadastre et à la *limite des terres humides côtières*, fournies par SNB).

1. Travaux préalables

1.1 Sélection des photographies

Pour déterminer les photographies aériennes nécessaires à la cartographie des secteurs, les cartes-index des lignes de vol des séries disponibles ont été consultées, à partir des documents disponibles sur Internet mais aussi en personne, au Ministère des Ressources naturelles (Fredericton), au Nova Scotia Geomatics Center (Amherst) et à la Photothèque nationale de l'air (Ottawa).

La figure 2 montre par exemple les lignes de vol couvrant le territoire à l'étude pour 1939 (cette série n'a finalement pas été retenue car sa qualité ne permettait pas d'obtenir une orthorectification et un géocodage jugés acceptables).

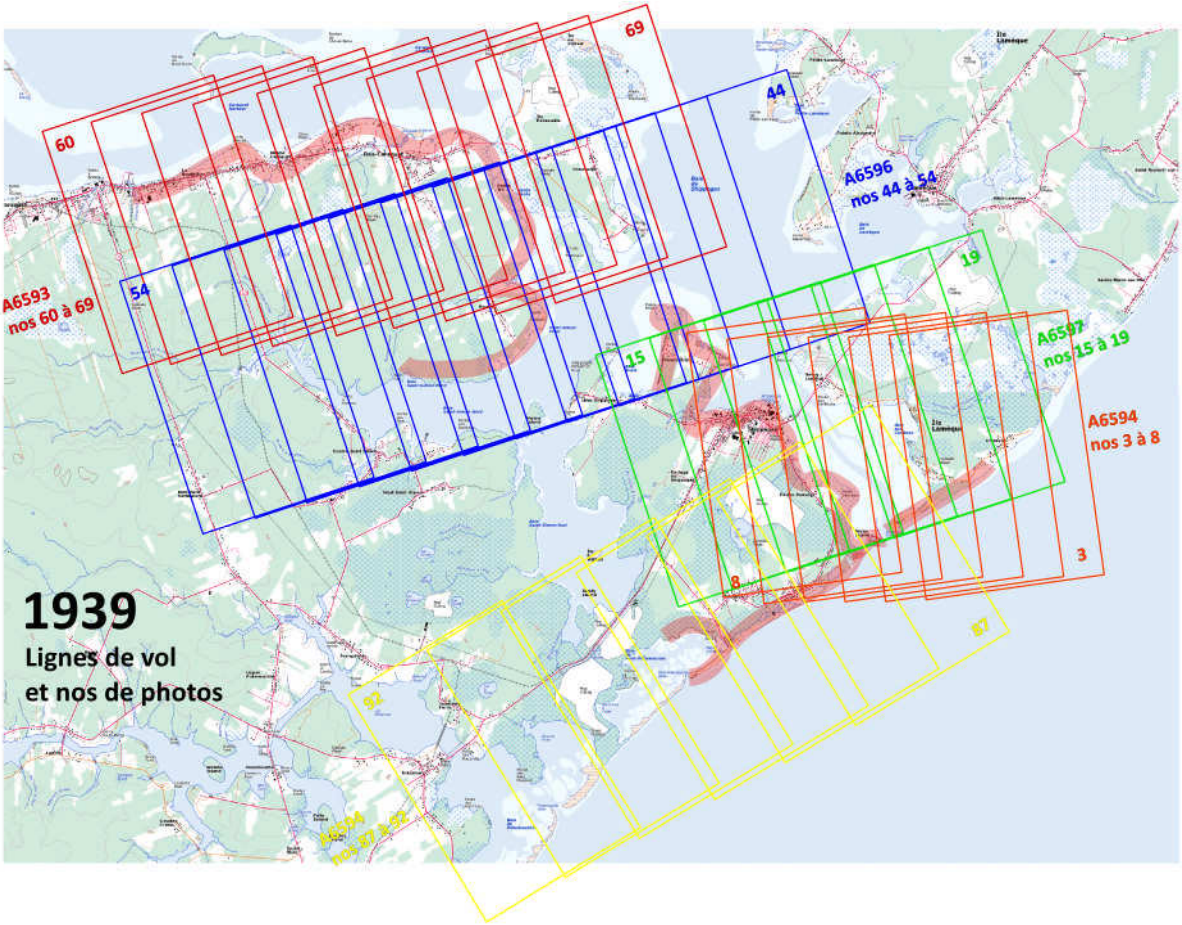

Figure 2. Localisation des photographies aériennes disponibles : 1939

Les photographies sélectionnées couvrent le linéaire côtier des trois municipalités. Dans le cas de Shippagan et de Le Goulet, des secteurs « étendus » ont été délimités, de façon à mieux appréhender la dynamique littorale dans les environs des deux municipalités[5]. Ces secteurs étendus incluent une partie du littoral du DSL de Pointe Brûlée, celui de Shippagan, du DSL de Pointe-Sauvage, de Le Goulet, du DSL de Baie-du-Petit-Pokemouche, du DSL de la Paroisse de Shippagan et une partie du littoral du DSL d'Inkerman, de même que la flèche de Chiasson Office (île de Lamèque). On peut voir une version préliminaire de ces secteurs étendus sur la figure 2 (bande rouge). Finalement, étant donné le caractère très dynamique de la côte du golfe du Saint-Laurent (secteur étendu de Le Goulet), il a été décidé d'en faire la cartographie à partir de la plupart des séries de photographies disponibles depuis 1944 (1944, 1955, 1963, 1970, 1985, 1996 et 2009).

1.2 Numérisation des photographies

La démarche photogrammétrique retenue a été conforme à celle qui a été employée depuis plusieurs années par le Ministère des Ressources naturelles (Bathurst), notamment dans le projet sur les Impacts de l'élévation du niveau de la mer et du changement climatique sur la zone côtière du sud-est du Nouveau-Brunswick (Daigle, 2006). Elle prévoit la numérisation des images à une résolution uniforme (pixel de 0,5 m de côté).

L'Annexe 1 donne certaines informations sur les photographies retenues, notamment leur échelle « vraie », selon nos mesures, et la valeur de numérisation correspondante (ppp – *pixels par pouce*).

1.3 Géocodage des photographies

Les photographies aériennes ont été transformées en orthophotographies. Cette étape requiert la prise en compte des paramètres de prise de vue (Annexe 1) et la construction d'un modèle numérique de terrain (MNT), ce qui a été rendu possible grâce aux données LIDAR fournies par le Ministère de l'Environnement. Les photographies aériennes ont été orthorectifiées et géoréférencées à partir de points d'ancrage identifiés à la fois sur les images numérisées et sur la série d'orthophotographies produite en 2009 pour les besoins du PPA par *Leading Edge Geomatics*. Les marges d'erreur du positionnement des éléments cartographiés, exprimées en mètres, sont donc relatives à ces orthophotographies. Par ailleurs, la distribution de ces points d'ancrage et des données LIDAR utilisées pour la création des MNT a privilégié la zone littorale, objet d'étude du projet. La précision du positionnement des orthophotographies produites (Annexe 2) ne s'applique donc qu'à la zone littorale, sa qualité diminuant lorsque l'on s'en éloigne.

---

[5] Comme on peut le voir sur la figure 2, un secteur étendu avait aussi été délimité pour le secteur de Bas-Caraquet, qui débordait vers l'ouest dans Caraquet, mais il n'a finalement pas été retenu, faute de temps. Il s'agissait dans ce cas de préciser le rôle de zone-source de sédiments des falaises de Caraquet pour la dérive littorale (à composante nette vers l'est dans ce secteur).

2. Cartographie de la zone côtière

2.1 Limites-repères (trait de côte et ligne de rivage)

Pour le calcul de taux de déplacement du trait de côte (et le développement de scénarios du déplacement de ce trait de côte au cours du XXIe siècle), le principal vecteur à cartographier est le *trait de côte* (aussi parfois nommé *ligne de côte* dans les documents du MRN). C'est la limite-repère la plus communément utilisée pour le calcul de taux d'érosion au Nouveau-Brunswick.

Le **trait de côte** est souvent mis en relation avec la PMSGM (*pleine mer supérieure, grande marée*). Pour les besoins de la cartographie de la zone côtière toutefois, c'est une limite-repère correspondant par convention à différents éléments du littoral qu'il est facile d'identifier de façon fiable sur les photographies aériennes, quel que soit le photo-interprète ou la série de photographie (quoique dans le cas de photographies de moins bonne qualité, la fiabilité du positionnement de cette limite puisse évidemment être inférieure).

Sur les photographies aériennes, et pour les types de côte observés dans la région à l'étude, on positionne le trait de côte aux endroits suivants :

(a) côte sableuse (présence de dunes littorales) : limite de l'ammophile à ligule courte (*Ammophila breviligulata*), dans le cas d'un front dunaire à profil régulier ; sommet de la falaise dunaire, dans le cas d'un front dunaire taillé en falaise ;
(b) côte à falaise rocheuse : sommet de la falaise ;
(c) côte à marais : limite externe (côté de la mer) de la partie haute du marais, correspondant à la limite externe de la distribution de la spartine pectinée [*Spartina pectinata*]) et/ou à une rupture de pente.

Dans les faits, si les cas (a) et (b) ne présentent généralement pas de problème, le positionnement du trait de côte dans les marais est souvent rendu difficile, voire aléatoire, pour différentes raisons : la texture et la couleur de la végétation dépendent beaucoup de la saison à laquelle les photographies ont été prises, en présence de forts dépôts de zostère marine (*Zostera marina*), la limite peut être impossible à localiser, etc. En conséquence, pour les marais il est courant de préférer utiliser la *ligne de rivage* comme limite-repère pour étudier le déplacement de la côte.

La **ligne de rivage** (souvent mise en relation avec avec la PMMGM, *pleine mer moyenne, grande marée*) correspond, dans le cas des marais, à la limite externe du schorre (limite entre la partie végétalisée du marais et la vasière, ou slikke). Bien que le problème associé aux dépôts de zostère puisse se présenter dans ce cas aussi, c'est une limite-repère généralement facile à positionner.

2.2 Notice explicative des *User Numbers*, des attributs (*Feature Codes*) et des *Source Ids* utilisés dans *Caris*

La structure des fichiers *Caris* est fondée sur la désignation d'un attribut à tout élément ajouté au fichier (vecteur, texte, symbole) et au regroupement de ces attributs dans différents *User Numbers* et *Source Ids*. La liste et la définition des *User Numbers*, des attributs et des *Source IDs* se retrouve à l'Annexe 3.

2.3 Habitats côtiers

Les habitats côtiers des trois secteurs ont été cartographiés à partir des orthophotographies de 2009. Cette cartographie devrait servir pour le fond de carte des cartes de taux d'érosion. La liste des étiquettes des différents polygones cartographiés se retrouve à l'Annexe 4, avec les paramètres de couleur utilisés.

3. Calcul du taux de déplacement du trait de côte

3.1 Calcul des taux annuels

Les taux de déplacement du trait de côte (ou de la ligne de rivage dans le cas des marais) ont été calculés selon la méthode habituelle du MRN, soit par la mesure de la distance entre deux positions du trait de côte dans le temps, puis par division par le nombre d'années séparant ces deux positions. La mesure et le calcul sont effectués le long de transects tracés perpendiculairement au trait de côte le plus récent (2009 dans ce cas). Dans cette étude, les transects étaient espacés de 25 m les uns des autres, ce qui correspond à 750 transects pour le secteur de Bas-Caraquet (fichier Excel PPA-BC) et à 925 transects pour les secteurs étendus de Le Goulet et de Shippagan (fichier Excel PPA-LG_et_S).

3.1.1 Marge d'erreur

Chaque mesure de distance entre deux éléments prise dans *Caris* comporte une marge d'erreur. Le calcul de cette marge a été incorporé aux fichiers Excel (PPA-BC, PPA-LG_et_S, BDTE-PPA-BC et BDTE-PPA-LG_et_S). Il comprend les éléments suivants :

(1) l'écart de géocodage des orthophotographies produites dans le cadre du projet, relativement à celle de 2009 ;
(2) la taille du pixel des images (0,5 m pour les photographies numérisées dans le cadre de ce projet; 1 m pour l'orthophotographie provinciale de 1996 ; 0,15 m pour l'orthophotographie de 2009) ;
(3) la qualité de l'identification des éléments cartographiés, telle qu'elle peut être affectée par celle de l'image (grain, surexposition, etc.) : les valeurs accordées aux différentes séries aériennes ont été de 0,5 m (2009), 1 m (1963, 1970 et 1985) et 2 m (1944, 1955 et 1996) ;
(4) la taille de la maille du fichier *Caris* (0,05 m)

Par exemple, au transect no 110 (Le Goulet), la marge d'erreur maximale associée à la mesure de la distance entre la position du trait de côte de 1963 et celui de 2009 correspond à :

(1) 1,438 m (qualité du géocodage de l'orthophotographie 6339-87) + 0 m (géocodage de orthophotographie 2634E-7634N[6]) + (2) 0,5 m + 0,15 m (taille respective des pixels des deux images) + (3) 1 m + 0,5 m (qualité respective des deux images) + (4) 0,05 m (taille de la maille du fichier *Caris*) = 3,638 m.

Reportée sur la période de 1963 à 2009 (46 ans), cette marge est de ± 0,08 m/an.

[6] L'orthophotographie de 2009 étant prise comme référence, la qualité de son géocodage est fixée à « 0 m », toutes les marges d'erreur lui étant relatives.

Les distances brutes mesurées et taux annuels calculés peuvent donc correspondre à trois cas possibles : il y a recul ou avancée du trait de côte dans le temps (distance et taux supérieurs à la marge d'erreur) ou « stabilité apparente » (distance et taux égaux ou inférieurs à la marge d'erreur). Dans les fichiers Excel, ces situations ont été soulignées par la couleur des cellules : rose dans le cas d'un recul, verte dans le cas d'une avancée et blanche (sans couleur) dans le cas d'une « stabilité apparente ».

3.1.2 Périodes considérées

Comme c'est généralement le cas dans les études comprenant le calcul de taux d'érosion du MRN, on a d'abord cherché à calculer les taux sur la plus longue période possible, pour obtenir la tendance à long terme de l'évolution de la côte. Théoriquement, il aurait dû s'agir de la période de 1939 à 2009 (70 ans). Toutefois, la qualité des photographies de 1939 et le fait qu'elles ne comprennent pas les points fiduciaires nécessaires à leur conversion en orthophotographies nous ont incités à ne pas retenir cette série.

La série de photographies de 1944 et 1945 pose en partie le même problème car à l'exception des deux photographies utilisées, les points fiduciaires y sont aussi absents. À cela s'ajoutent les considérations suivantes dans le cas de Bas-Caraquet et de Le Goulet.

À Caraquet et à Bas-Caraquet, la présence de falaises rocheuses relativement élevées par endroits rendait l'utilisation d'orthophotographies souhaitable[7]. Celles-ci sont en effet orthorectifiées en tenant compte des altitudes (MNT) et là où ces falaises se trouvent, la précision de la cartographie s'en trouve meilleure. La période 1955-2009 (54 ans) a donc été choisie. Il s'agissait par contre d'un compromis difficile puisque les falaises rocheuses reculant souvent plus lentement que les côtes meubles, la prise en compte d'une période plus longue (1944-2009) aurait normalement dû augmenter les chances d'obtenir des taux de valeurs plus élevées que la marge d'erreur.

À Le Goulet, les photographies de 1944 montrent une côte sableuse fortement déstabilisée, les dunes littorales ayant été remplacées par d'importantes nappes de débordement dans toute une partie du secteur (figure 3). Cette situation, probablement due à l'occurrence de fortes tempêtes et/ou de tempêtes rapprochées dans le temps pendant la période précédant la prise des photographies, fait en sorte qu'il n'est pas indiqué d'utiliser la position du trait de côte de 1944 ou de 1945 pour calculer des taux de déplacement de la côte à long terme (la position du trait de côte sur ces photographies ne représentant pas un état à l'équilibre). La période 1955-2009 (54 ans) a donc aussi été choisie pour ce secteur.

Dans le cas de Shippagan, l'importance des secteurs bas et l'absence de secteurs déstabilisés comme à Le Goulet en 1944 nous a incités à choisir la période 1944-2009 (65 ans) pour le calcul des taux de déplacement de la côte à long terme.

---

[7] Rappelons par ailleurs qu'en plus des falaises rocheuses qui se trouvent à Bas-Caraquet, il était prévu au départ de cartographier un secteur étendu incluant les falaises qui se trouvent à l'est du port de Caraquet (figure 2).

Dans les trois secteurs, la cartographie du trait de côte et de la ligne de rivage à partir de la série de photographies de 1970 a permis de calculer des taux de déplacement de la côte pour deux périodes intermédiaires : 1944-1970 (Shippagan étendu), 1955-1970 (Bas-Caraquet et Le Goulet étendu) et 1970-2009 (les trois secteurs).

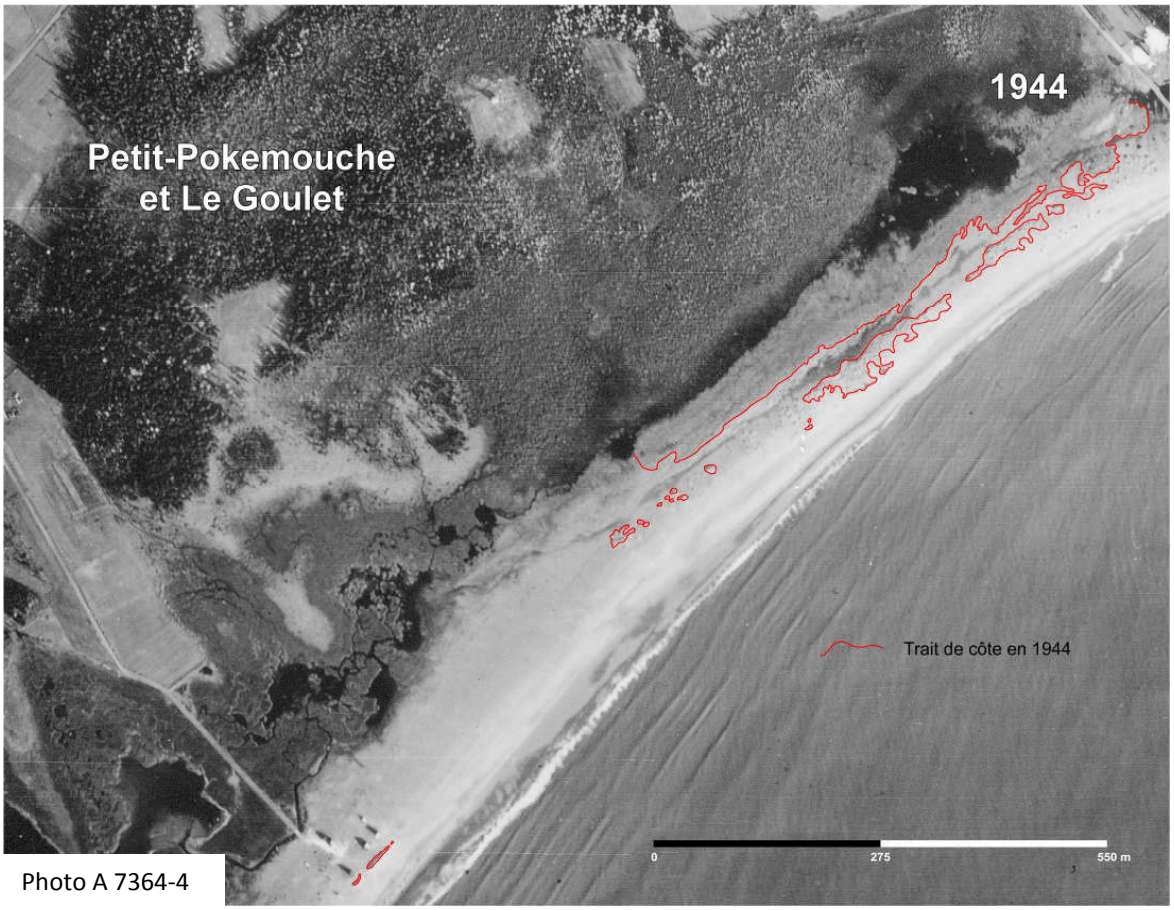

Photo A 7364-4

Figure 3. Côte sableuse déstabilisée, Baie-du-Petit-Pokemouche et Le Goulet (1944)

Finalement, dans le cas du secteur de Le Goulet étendu, le caractère très dynamique de la côte a fait en sorte que les taux de déplacement de la côte ont été calculés pour l'ensemble des périodes intermédiaires: 1944-1955, 1944-2009, 1955-1970, 1955-2009, 1963-2009, 1970-2009, 1985-2009, 1996-2009. D'éventuels travaux relativement à l'évolution de la côte dans ce secteur pourront tirer avantage de ces données.

3.1.3 Mesures à partir de la ligne de rivage des plages (LRPLAGE)

Dans le secteur de la pointe à Mailloux (Bas-Caraquet, aux environs des transects nos 556 à 577), la distribution des habitats côtiers est complexe, la forêt y étant précédée d'un secteur bas où les faibles variations de dénivellation sont suffisantes pour causer un tracé très

sinueux et discontinu du trait de côte (présence de bancs ou de « buttes » surbaissés). Dans ces circonstances, il a été jugé préférable de prendre les mesures du déplacement de la côte à partir de la ligne de rivage de la plage qui limite ce secteur du côté de la passe de Saint-Simon. Le vecteur LRPLAGE a en effet l'avantage de présenter un tracé plus régulier pendant la période d'étude à cet endroit. Pour bien distinguer ces mesures, les valeurs ont été indiquées en italique dans les fichiers Excel.

3.2 *Banque de données de taux d'érosion du Nouveau-Brunswick* (MRN)

Les données des tableaux PPA-BC et PPA-LG_et_S ont été modifiées pour correspondre au format de la *Banque de données sur les taux d'érosion du Nouveau-Brunswick*, tenue par le Ministère des Ressources naturelles (Bathurst). Il s'agit essentiellement des mêmes données, présentées de façon légèrement différente et auxquelles on a associé une référence quant à la provenance.

3.3 Cartes de taux d'érosion (MRN)

Des cartes de taux d'érosion telles que le Ministère des Ressources naturelles en publie régulièrement devaient être préparées dans le cadre du projet. Des problèmes de coordination entre le MRN et l'équipe du PPA dans les toutes dernières semaines du contrat n'ont malheureusement pas permis de finaliser ces cartes, qui devraient être préparées pendant l'été 2012. Les responsables du MRN ont en effet toute l'information requise pour y arriver rapidement:

- le fichier *Caris* SACCA2012-PPA inclut la localisation de tous les transects de mesure, qui sont prêts à importer dans un logiciel de dessin ;
- les fichiers PPA-BC et PPA-LG_et_S incluent les mesures de déplacement du trait de côte (et de la ligne de rivage dans les marais) pour les périodes 1955-1970 et 1955-2009 (Bas-Caraquet ; Inkerman-Paroisse de Shippagan-Baie-du-Petit-Pokemouche-Le Goulet-Chiasson Office), 1944-1970 et 1944-2009 (Pointe-Brûlée-Shippagan-Pointe-Sauvage) et 1970-2009 (tous les secteurs) ; chaque mesure a déjà été répartie parmi des classes d'érosion selon le modèle des planches publiées par le ministère ;
- la cartographie des habitats côtiers de 2009 est prête à importer dans un logiciel de dessin (pour son inclusion au fond de carte).

On devrait donc publier sous peu jusqu'à neuf ou douze cartes :

(1) secteur de Bas-Caraquet : 1955-1970, 1970-2009, 1955-2009 (un ou deux feuillets pour chaque période) ;
(2) secteur de Shippagan étendu : 1944-1970, 1970-2009, 1944-2009 (un seul feuillet pour chaque période);
(3) secteur de Le Goulet étendu : 1955-1970, 1970-2009, 1955-2009 (un seul feuillet pour chaque période).

4. Établissement de scénarios de la position future du trait de côte

4.1 Établissement des scénarios

Pour les besoins d'une planification durable de la zone côtière prenant en compte le risque lié à l'érosion côtière, l'équipe « Photogrammétrie et cartographie » était responsable de développer des scénarios de la position future de la côte à l'horizon temporel de 2025, 2055, 2085 et 2100. Comme l'équipe de l'UMCS avait besoin de ces scénarios pour déterminer le degré de risque aux infrastructures, au printemps et à l'été 2011, la cartographie de la zone côtière a d'abord eu pour objectif de produire les taux de déplacement de la côte requis pour le développement de ces scénarios.

Les scénarios de la position future de la côte concernent principalement le trait de côte, sauf au droit des marais (ligne de rivage) et de la pointe à Mailloux (Bas-Caraquet) (voir section 3.1.3). Ils sont fondés sur des taux annuels moyens calculés à partir du déplacement de la côte avant 2009. En ce sens, ce sont des taux que l'on peut qualifier de « conservateurs » puisqu'ils correspondent à une période pendant laquelle la hausse du niveau marin a été moins importante que ce qui est annoncé entre 2009 et 2100 (Daigle, 2012). Ce choix a tout de même été retenu puisque les scénarios sont fondés sur une évolution observée, l'alternative ayant été de modéliser l'évolution de la côte à partir de différents facteurs en rapport avec la topographie de la zone littorale, la nature géologique des terrains, la présence d'une dérive littorale, les conditions hydrodynamiques à la côte, etc. Cette seconde démarche exige de nombreux types de données et fait appel à des relations mathématiques qu'il faudrait valider localement. Pour les besoins du PPA, nous croyons que les scénarios conservateurs développés à partir des taux de déplacement de la côte permettent d'apprécier le risque lié à l'érosion côtière d'ici 2100 dans les trois municipalités à l'étude.

4.1.1 Segments côtiers

Pour établir les scénarios de la position de la côte dans l'avenir, le tracé du trait de côte de 2009 a d'abord été redessiné, de façon à en retirer les irrégularités de détail (attribut « TC2009 » dans le fichier SACCA2012-PPA). C'est ce trait de côte « lissé » qui a par la suite été déplacé vers l'avant (progradation) ou l'arrière (recul) selon les taux de déplacement locaux.

Le linéaire côtier ainsi simplifié a ensuite été divisé en segments côtiers montrant une évolution homogène pendant la période considérée (1944-2009 ou 1955-2009, voir section 3.1.2). La côte du secteur de Bas-Caraquet a ainsi été divisée en trente segments, celle de Le Goulet en neuf segments et celle de Shippagan en vingt-six segments (voir le fichier « Scénarios_2025_2100 » dans le dossier « Excel » du DVD).

Pour chaque segment, le déplacement dans l'avenir correspond à la moyenne des taux de déplacement pour les transects correspondant à ce segment, multipliée par le nombre d'années d'ici l'horizon temporel choisi. Par exemple, dans le secteur de Shippagan, le

segment X correspond aux transects nos 726 à 730, dont la moyenne des taux de déplacement a été de -0,51 ± 0,12 m/an entre 1970 et 2009. Reporté sur seize ans (2009-2025), ce taux d'érosion correspondrait à un recul de la côte de 8,1 mètres.

Certains segments côtiers ont été jugés fixes ou stables dans les scénarios de la position future de la côte. En effet, en l'absence d'indication ou d'études prospectives prévoyant les décisions qui seront prises concernant les infrastructures publiques (installations portuaires, jetées, promenades publiques) dans les trois municipalités d'ici l'an 2100, on a postulé qu'il serait décidé de les maintenir dans leur position actuelle. Dans le cas de taux moyens correspondant à une « stabilité apparente » de la côte (taux inférieurs à la marge d'erreur, voir la section 3.1.1), il a été décidé de maintenir cette situation dans les scénarios.

Dans les scénarios, les segments côtiers adjacents sont la plupart du temps décalés (par rapport à leur position de 2009) de valeurs différentes. Ils sont donc raccordés les uns aux autres par des lignes perpendiculaires (figure 4). Ces artéfacts montrent que les scénarios servent à donner un ordre de grandeur de ce que pourrait être l'évolution de la côte si celle-

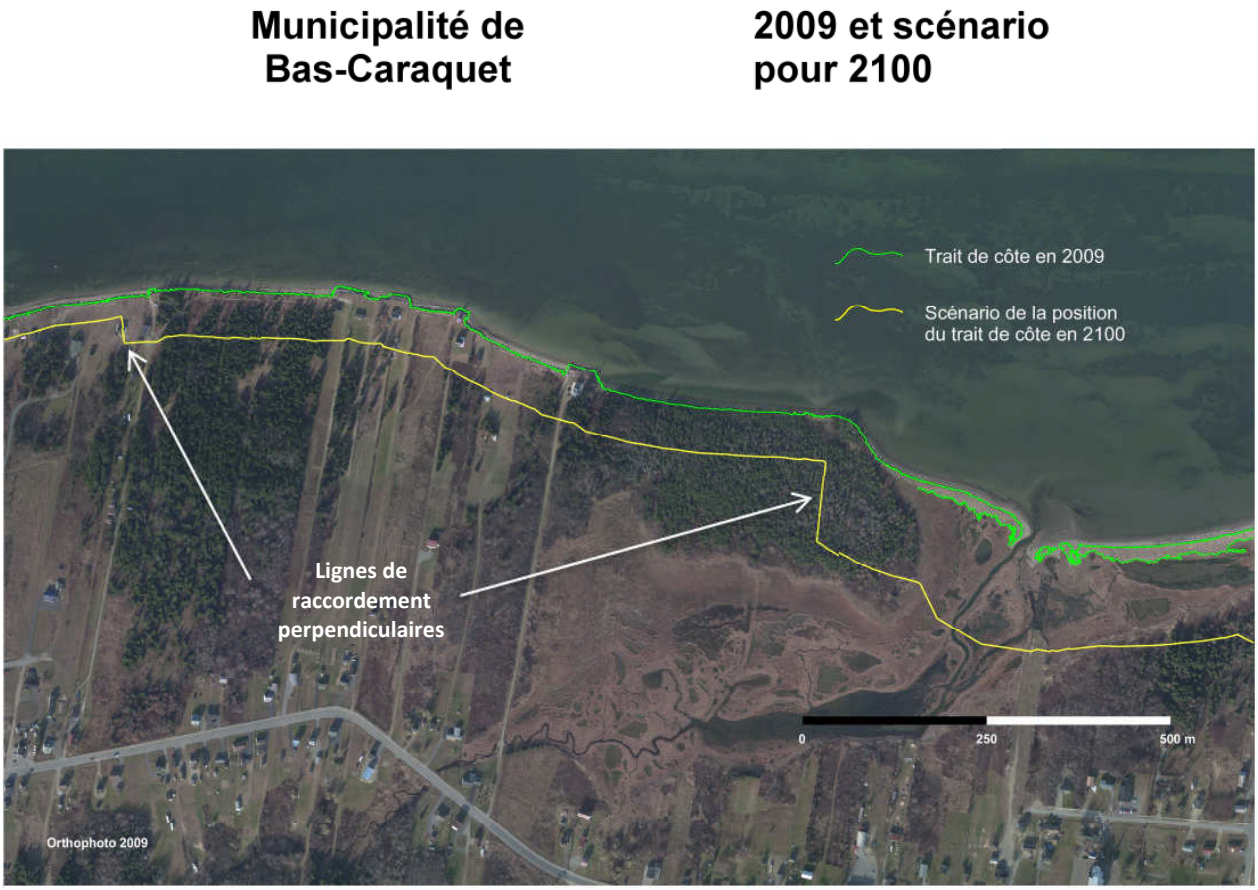

Figure 4. Scénario de 2100 dans le secteur de Bas-Caraquet (marais du ruisseau à Sivret)

ci se poursuivait au rythme observé avant 2009, mais qu'ils ne devraient pas être utilisés comme une prévision de la position qu'occupera effectivement la côte dans l'avenir. D'autres réserves relatives aux scénarios sont présentées à la section 4.2.

4.1.2 Choix des taux de déplacement de la côte utilisés pour le calcul des scénarios

Pour développer les scénarios de déplacement de la côte, les taux à long terme (1944-2009 ou 1955-2009) et intermédiaires (1944/2955-1970 et 1970-2009) ont été calculés. Les périodes suivantes ont été retenues :

(a) Bas-Caraquet : 1955-2009, principalement parce que les périodes intermédiaires (1955-1970 et 1970-2009) ne permettaient pas d'obtenir suffisamment de taux d'érosion supérieurs à la marge d'erreur dans les secteurs à falaise;

(b) Shippagan : 1970-2009, l'évolution observée pendant les périodes intermédiaires (1944-1970 et 1970-2009) s'opposant l'une à l'autre à plusieurs endroits, notamment dans certains marais, où une progradation observée entre 1944 et 1970 a été suivie par un recul du front des schorres entre 1970 et 2009 (voir la diapo no 20 du fichier « Tracadie 260112 » du DVD). Dans ce contexte, il a été jugé préférable de poursuivre la tendance actuelle (1970-2009) plutôt que de gommer cette inversion de tendance en utilisant les taux de 1944-2009 ;

(c) Le Goulet : 1970-2009, les taux à long terme calculés au tout début du projet ayant été ceux de la période 1944-2009 (voir la section 3.1.2 pour l'explication au sujet du choix de ne finalement pas utiliser les photographies de 1944 pour le calcul des taux à long terme dans ce secteur). À case des échéances de l'équipe de l'UMCS, il n'était pas possible de calculer les taux de la période 1955-2009 à temps et la période 1970-2009 a été retenue[8].

4.2 Réserves

Au-delà de leur caractère « conservateur », les scénarios de déplacement du trait de côte développés dans le cadre du PPA sont grossiers. Dans la mesure où la plus grande partie du linéaire côtier des trois municipalités n'est exposée à l'érosion côtière que dans des secteurs non constructibles (habitats côtiers), ou alors dans des secteurs développés mais bas et très sensibles à la submersion marine, ceci ne pose pas de réel problème. L'objectif ultime de ces scénarios est d'obtenir un ordre de grandeur du déplacement éventuel de la côte d'ici 2100 *si son évolution se poursuivait à un rythme semblable à celui observé avant 2009*. Ils permettent néanmoins d'identifier certains endroits dans les trois municipalités où des développements actuels ou futurs pourraient se retrouver en situation exposée.

---

[8] Dans ce secteur, un test de validation des scénarios, fondé sur le recours à des taux de déplacement des transects individuels (plutôt que sur une moyenne de taux par segments côtiers), calculés par régression linéaire en tenant compte de la position du trait de côte en 1955, 1963, 1970, 1985, 1996 et 2009, a permis de vérifier la validité de ce choix (voir la diapo no 34 du fichier « Tracadie 260112 » du DVD).

D'un point de vue méthodologique, la principale réserve qui s'impose face aux scénarios est que le décalage de la côte d'un segment côtier, vers l'avant ou vers l'arrière, devrait faire l'objet, dans un deuxième temps, d'une validation, ce que nous n'avons pas eu le temps de faire au printemps et à l'été 2011[9]. Voici deux exemples simples où cette validation aurait permis d'ajuster les scénarios:

(1) dans le secteur du marais du ruisseau à Sivret (figure 4), le segment IX, situé directement à l'ouest de l'ancien quai de Bas-Caraquet (segment le plus à droite sur la figure) a reculé en moyenne de 80,8 m entre 1955 et 2009. Cette évolution correspond à un réajustement de la côte à la suite de la disparition de la structure, réajustement essentiellement terminé maintenant. Il est donc peu probable que le marais du ruisseau à Sivret connaisse l'érosion prévue par le scénario de 2100 (trait jaune sur la figure 4). Ceci ne change toutefois pas grand chose d'un point de vue pratique pour les mesures d'urbanisme à cet endroit.

(2) dans certains cas, le recul observé avant 2009 et celui qui est prévu d'ici un horizon temporel donné ne concerne pas des terrains de même composition géologique ou de même relief. Par exemple, si le front d'un schorre donné continue de reculer au rythme où il l'a fait dans le passé, il est possible qu'il atteigne un endroit où la rive est constituée d'un autre type de matériau (dépôts glaciaires, roche en place), peut-être aussi où le relief s'élève. Faire poursuivre le recul de la côte au même rythme dans ces nouvelles conditions serait discutable.

Encore une fois toutefois, malgré ces réserves, les scénarios de déplacement de la côte développés pour le PPA et inclus aux cartes synthèse (voir la section 5) permettent d'obtenir la tendance et un ordre de grandeur de l'évolution de la côte au XXIe siècle si elle se poursuivait au rythme observé pendant les périodes de référence choisies.

[9] Il aurait été possible de le faire par la suite, mais la détermination du degré de risque des infrastructures (équipe de l'UMCS) et le contenu des cartes utilisées par les Groupes de travail des municipalités (équipe de l'IRZC) n'en aurait pas été modifié pour autant.

5. Cartes des Groupes de travail des trois municipalités

L'équipe de l'Institut de recherches sur les zones côtières (IRZC), dirigée par Mélanie Aubé et à laquelle participait M. Benjamin Kocyla (directeur de la Commission d'aménagement de la Péninsule acadienne - CAPA), était responsable du volet du PPA concernant les Groupes de travail des trois municipalités. Ces groupes devaient prendre connaissance des résultats des travaux relatifs aux risques côtiers (érosion et submersion) et au degré de risque aux infrastructures, de façon à retenir un scénario de référence propre à chaque municipalité[10] (définis par le niveau d'une onde de tempête et par un horizon temporel), à partir duquel une proposition de zonage devait être préparée puis présentée à leur conseil municipal. Une grande partie de ce travail a été réalisé à l'aide de documents cartographiques, comme le recommandait le *Plan communautaire en adaptation* de Le Goulet (Chouinard et Martin, 2007).

Les Groupes de travail ont eu recours à trois séries de cartes, dites « préliminaires », « intermédiaires » et « finales ». Les cartes préliminaires ont été préparées par l'équipe de l'UMCS, à partir de leur base de données géospatiales sur le degré de risque aux infrastructures. Elles incluaient les données sur les surface submergées (obtenues du Ministère de l'Environnement) et nos scénarios du déplacement de la côte. Ces cartes ont été les premières à être utilisées par les Groupes de travail, qui ont par la suite fait des choix quant à l'information à retenir pour les cartes « intermédiaires ».

L'équipe « Photogrammétrie et cartographie » était responsable de produire les cartes intermédiaires et de finales[11].

5.1 Les cartes de scénario (« intermédiaires »)

Ces cartes correspondent aux données factuelles correspondant au scénario de référence choisi par chaque Groupe de travail : surfaces inondées dans le cas d'une ou de plusieurs ondes de tempêtes données et horizon temporel. Les scénarios de référence des trois Groupes de travail sont les suivants :

(a) Bas-Caraquet : onde de tempête correspondant à une tempête de récurrence centennale (100 ans) survenant à PMSGM en 2055 (3,1 m) et en 2100 (3,74 m) ; scénario de déplacement de la côte d'ici 2100 ;

[10] Rien n'empêchait que deux Groupes de travail choisissent le même scénario de référence mais ce ne fut pas le cas.

[11] À l'origine, notre équipe était aussi responsable de produire les cartes préliminaires, mais un malentendu quant au contenu des fichiers que l'équipe de l'UMCS devait nous transmettre et les délais serrés de l'équipe de l'IRZC ont forcé ce changement.

(b) Le Goulet : onde de tempête correspondant à une tempête de récurrence cinquentennale (50 ans) survenant à PMSGM en 2055 (2,7 m); scénario de déplacement de la côte d'ici 2100 ;

(c) Shippagan : onde de tempête correspondant à une tempête de récurrence centennale (100 ans) survenant à PMSGM en 2055 (3,1 m); scénario de déplacement de la côte d'ici 2100 ;

Les cartes comprennent, sur fond cadastral et incluant les limites municipales, la *limite des terres humides côtières* ainsi que quelques toponymes, le trait de côte de 2009, la position de la côte selon le scénario de 2100, la surface submergée et le degré de risque aux insfrastructures correspondant au scénario de référence choisi.

La légende comprend une note explicative précisant :

(1) la définition du trait de côte de 2009 et le calcul de la position de la côte en 2100 ;

(2) le calcul du niveau marin prévu lors de l'onde de tempête de référence (hausse prévue du niveau marin relatif, niveau de la marée astronomique et de l'onde de tempête) ;

(3) la détermination du niveau de risque aux infrastructures.

5.2 Les cartes de zonage (« finales »)

Les cartes synthèse correspondent à une partie des documents qui ont été remis aux trois conseils municipaux en février 2012. Elles ont été développées par les Groupes de travail, à partir des cartes de scénario, et incluent des recommandations de zonage relatif aux risques côtiers (érosion et submersion), dans un objectif d'adaptation aux changements climatiques au XXIe siècle. C'est en quelque sorte l'aboutissement du PPA et le début de la réflexion à tenir par chaque gouvernement local.

Les Groupes de travail ont défini deux types de zones, selon un vocabulaire présenté par le GIEC (*Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*) en 2001 :

(1) la zone de retrait correspond au secteur le plus près de la mer où aucune nouvelle construction ne serait permise. Il s'agit principalement de terres humides côtières, déjà soustraites au développement immobilier par les lois et règlements provinciaux. S'y ajoutent les secteurs où le trait de côte devrait s'avancer vers la mer, ainsi que les secteurs à risque d'érosion d'ici 2100 ;

(2) la zone d'accommodation correspond au reste du secteur submergé par la tempête de référence. Elle est située entre la zone de retrait et les terres non inondées. Dans cette zone, les nouvelles constructions et les rénovations de constructions existantes

pourraient être soumises à des conditions visant à minimiser les risques associés aux inondations.

Par rapport aux cartes de scénarios, les cartes synthèse ne se distinguent par ces deux zones, qui sont expliquées dans la notice explicative[12].

À la demande de la CAPA, trois plans (documents cartographiques de grande échelle), correspondant à des extraits du feuillet A de la carte de zonage de Bas-Caraquet développée par le groupe de travail de cette municipalité ont été préparés. Ils correspondent aux sites du marais du ruisseau à Sivret, du ruisseau Isabelle et de la marina et à celui des *Chalets de la plage*.

[12] À noter que la carte de zonage de Bas-Caraquet (feuillets A et B) prévoit deux zones d'accommodation, une zone externe (du côté de la mer) définie par la tempête centennale en 2055 et une zone interne (du côté des terres) définie par la tempête centennale en 2100.

Conclusion

Le travail réalisé par l'équipe « Photogrammétrie et cartographie » du PPA a été de deux ordres : d'une part, la production d'une importante quantité d'information brute sur l'évolution de la côte de trois secteurs de la Péninsule acadienne, à partir du traitement photogrammétrique de la plupart des séries de photographies aériennes disponibles ; d'autre part, la production d'information et leur mise en forme cartographique, pour les besoins des autres volets du Projet.

La réalisation et la coordination d'une telle entreprise ne sont jamais faciles et des ajustements et changements ont dû être faits face au plan initial. Malgré tout, l'équipe de l'UMCS a obtenu les scénarios de déplacement du trait de côte dont elle avait besoin pour développer le degré de risque aux infrastructures ; cette même équipe a pu nous relayer ses résultats pour la préparation des cartes « préliminaires » dont avait besoin l'équipe de l'IRZC pour le début de ses travaux avec les groupes de discussion ; ces derniers ont pu recevoir les cartes de « intermédiaires » et « finales » malgré l'échéancier serré de la fin de 2011 et du début de 2012. La CAPA a pu obtenir des plans tirés de la carte de zonage de Bas-Caraquet. Le Ministère des Ressources naturelles s'apprête à inclure les 6905 taux d'érosion calculés dans ce projet à sa *Banque de donnes sur les taux d'érosion du Nouveau-Brunswick*. Il prévoit aussi préparer les planches (cartes d'érosion) qui n'ont pu être finalisées avant la fin de notre contrat. En ce sens, l'essentiel de nos objectifs ont été atteint.

L'interprétation géomorphologique des données produite par notre équipe dans le cadre du PPA dépasse le mandat du Projet. Il n'en demeure pas moins que leur exploitation est prévue, en vue de la soumission d'au moins un article à une revue scientifique, en collaboration avec nos partenaires du Ministère des Ressources naturelles. Les résultats de cette analyse pourront aussi bien sûr servir lors de présentations futures devant les citoyens des trois municipalités du Projet.

Finalement, le PPA aura joué son rôle de projet-pilote puisque notre équipe s'apprête à amorcer au moins un projet, de concert avec une commission d'aménagement du sud-est de la province, en vue de la production d'outils d'aide à la décision servant à l'adaptation aux changements climatiques et à la planification durable de la zone côtière au XXIe siècle.

Références bibliographiques

CHOUINARD, Omer et Gilles MARTIN (2007) : *Un plan communautaire pour l'adaptation au changement climatique pour Le Goulet, Nouveau-Brunswick : La rencontre de la science, des valeurs et des connaissances locales*. Rapport de projet présenté au Fonds de Fiducies pour l'environnement du Nouveau-Brunswick, 28 p.

DAIGLE, Réal, sous la direction de (2006) : *Impacts de l'élévation du niveau de la mer et du changement climatique sur la zone côtière du sud-est du Nouveau-Brunswick*. Environnement Canada, Ottawa, 646 p.

DAIGLE, Réal (2012) : *Sea-Level Rise and Flooding Estimates for New Brunswick Coastal Sections*. Rapport de R.J. Daigle Enviro remis au Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick et à l'*Association des solutions liées à l'adaptation aux changements climatiques de l'Atlantique*, 47 p.

O'CARROLL, Stéphane et Dominique BERUBE (1997) : *Options de restauration de la dune de Le Goulet, Nouveau-Brunswick : une évaluation géomorphologique*. Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick, Division des mines et de l'énergie, Dossier public 97-9, 43 p. et carte MP 97-2 (échelle 1:10 000).

Annexe 1

Informations sur les photographies aériennes utilisées pour la cartographie

Informations sur les photographies aériennes de 1944 retenues pour la cartographie

NB. Les mesures ont aussi été prises sur les photographies suivantes, qui n'ont finalement pas été sélectionnées : A 7386-1, A 7386-2, A 7404-58, A 7404-60, A 7972-54 et A 7972-55 (Le Goulet) ; A 7387-22 et A 7387-25 (Bas-Caraquet).

Photographie aérienne	Échelle mesurée	ppp SCAN 1 pixel= 0,5 m	Détail de la photographie aérienne
1944 A 7972-53 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 355**	17 499 17 281 17 260 17 395 17 319 17 298 17 296 17 396 17 447 17 355	881,6	Date : 07 juin, 1945 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc
1944 A 7386-3 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 624**	17 121 17 295 17 843 17 531 17 871 17 831 17 940 17 327 17 802 17 680	895,3	Date : 28 octobre, 1944 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc
1944 A 7364-2 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 132**	16 958 17 001 17 591 17 089 17 022	870,3	Date : 22 octobre, 1944 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc
1944 A 7364-4 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 103**	16 911 17 097 17 109 17 045 17 212 17 281 17 251 17 105 17 002 17 021	868,9	Date : 22 octobre, 1944 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc
1944 A 7404-68 *(Shippagan)* Échelle vraie : **17 496**	17 706 17 555 17 445 17 516 17 536 17 147 17 552 17 562 17 423 17 513	888,8	Date : 31 octobre, 1944 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc

1944 A 7404-70 *(Shippagan)* Échelle vraie : **17 546**	17 570 17 502 17 528 17 548 17 582	891,3	Date : 31 octobre, 1944 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc
1944 A 7357-13 *(Shippagan)* Échelle vraie : **17 221**	17 184 17 273 17 164 17 232 17 252	874,8	Date : 23 octobre, 1944 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc
1944 A 7357-14 *(Shippagan)* Échelle vraie : **17 506**	17 805 17 698 17 287 17 251 17 491	889,3	Date : 23 octobre, 1944 Distance focale : 209,55 Échelle cie : 20 000 Émulsion : noir et blanc

Informations sur les photographies aériennes de 1955 retenues pour la cartographie

Photographie aérienne	Échelle mesurée	ppp SCAN 1 pixel= 0,5 m	Détail de la photographie aérienne
1955 3773-439 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 496**	17 624 17 687 17 409 17 461 17 290 17 131 17 508 17 402 17 835 17 615	888,8	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1955 3773-437 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 640**	17 513 17 442 17 519 17 810 17 669 17 559 17 556 17 996 17 571 17 765	896,1	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1955 3895-70 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 914**	17 763 17 739 17 767 17 952 17 991 17 876 17 977 18 083 17 958 18 033	910,0	Date : 06 octobre 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1955 3772-401 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **17 512**	17 515 17 434 17 520 17 512 17 579 17 611 17 547 17 463 17 499 17 439	889,6	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc

1955 3772-165 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **17 259**	17 305 17 209 17 311 17 444 17 336 17 118 17 384 17 188 17 029 17 266	876,8	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1955 3772-115 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **17 324**	17 253 17 438 17 456 17 418 17 373 17 263 17 182 17 210	880,1	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1955 3772-118 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **17 432**	17 364 17 412 17 537 17 486 17 382 17 390 17 327 17 437 17 392 17 596	885,6	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1955 3772-78 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **17 475**	17 604 17 292 17 498 17 445 17 517 17 464 17 612 17 400 17 584 17 331	887,7	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1955 3772-33 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **17 523**	17 426 17 603 17 553 17 439 17 594	890,2	Date : 26 septembre, 1955 Distance focale : 152,73 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc

Informations sur les photographies aériennes de 1963 retenues pour la cartographie

Photographie aérienne	Échelle mesurée	ppp SCAN 1 pixel= 0,5 m	Détail de la photographie aérienne
1963 6339-44 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **16 525**	16 478 16 368 16 634 16 693 16 549 16 641 16 564 16 018 16 693 16 607	839,4	Date : 09 octobre, 1963 Distance focale : 152,30 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1963 6339-42 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **16 503**	16 490 16 490 16 404 16 629 16 499 16 458 16 514 16 496 16 524 16 530	838,4	Date : 09 octobre, 1963 Distance focale : 152,30 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc
1963 6339-87 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **16 584**	16 801 16 423 16 581 16 475 16 505 16 521 16 584 16 741 16 590 16 619	842,5	Date : 09 octobre, 1963 Distance focale : 152,30 Échelle : 15 840 Émulsion : noir et blanc

Informations sur les photographies aériennes de 1970 retenues pour la cartographie

NB. Les mesures ont aussi été prises sur les photographies suivantes, qui n'ont finalement pas été sélectionnées : A 21437-81, A 21437-83, A 21437-85 (Le Goulet).

Photographie aérienne	Échelle mesurée	ppp SCAN 1 pixel= 0,5 m	Détail de la photographie aérienne
1970 A 21437-79 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **12 019**	11 965 12 083 11 847 12 001 12 228 11 938 12 005 12 093 12 087 11 942	610,6	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-80 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **11 855**	11 957 11 891 11 875 11 928 11 867 11 819 11 877 11 802 11 751 11 787	602,3	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-82 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **11 900**	11 922 12 079 11 966 12 029 11 813 11 899 11 863 11 912 11 627 11 890	604,5	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-84 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **11 957**	12 018 12 005 12 048 11 965 11 894 11 955 11 847 11 919 11 996 11 919	607,4	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-86 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **11 890**	11 776 11 900 11 954 11 787 12 064 11 861 11 889	604,0	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc

1970 A 21437-100 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **11 963**	12 004 11 902 11 923 11 864 12 017 12 141 11 944 12 038 11 837	607,7	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-133 *(Shippagan)* Échelle vraie : **11 881**	11 887 11 948 12 002 11 831 11 870 11 830 11 775 11 875 11 818 11 976	603,6	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-152 *(Shippagan)* Échelle vraie : **11 882**	11 874 11 904 11 996 11 773 11 808 11 828 11 992	603,6	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-153 *(Shippagan)* Échelle vraie : **11 862**	11 906 11 922 11 831 11 893 11 900 11 827 11 798 11 812 11 897 11 829	602,6	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21437-190 *(Shippagan)* Échelle vraie : **11 926**	11 806 12 012 11 916 11 936 11 962	605,9	Date : 09 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-146 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **11 864**	11 796 11 784 11 868 11 986 11 843 11 856 11 871 11 895 11 859 11 881	602,7	Date : 14 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-147 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie :	11 874 11 904 11 996 12 050		Date : 14 mai, 1970

11 923	11 808 11 828 11 992 11 961 11 853 11 963	605,7	Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-149 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **11 760**	11 614 11 754 11 836 11 890 11 685 11 737 11 679 11 800 11 826 11 778	597,4	Date : 14mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-150 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **11 926**	11 806 12 012 11 916 11 936 11 962	605,9	Date : 14 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-76 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **11 869**	11 703 11 821 12 129 12 050 12 002 11 931 11 706 11 707 11 869 11 768	602,9	Date : 14 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-78 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **11 850**	11 906 11 822 11 784 11 875 11 789 11 810 11 885 11 928	602,0	Date : 14 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-90 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **11 880**	11 907 11 920 11 867 11 856 11 850 11 908 11 849	603,5	Date : 14 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc
1970 A 21438-92 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **11 909**	12 052 11 766 11 886 11 929 11 728 11 962 12 020 11 925	605,0	Date : 14 mai, 1970 Distance focale : 152,53 Échelle cie : 12 000 Émulsion : noir et blanc

Informations sur les photographies aériennes de 1985 retenues pour la cartographie

Photographie aérienne	Échelle mesurée	ppp SCAN 1 pixel= 0,5 m	Détail de la photographie aérienne
1985 DNR85527-89 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **12 604**	12 736 12 506 12 460 12 606 12 615 12 685 12 756 12 473 12 569 12 632	640,3	Date : 05 juin, 1985 Distance focale : 153,357 Échelle : 12 500 Émulsion : couleur
1985 DNR85507-75 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **12 611**	12 603 12 676 12 548 12 653 12 551 12 664 12 577 12 618	640,7	Date : 08 juin, 1985 Distance focale : 153,257 Échelle : 12 500 Émulsion : couleur
1985 DNR85507-73 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **12 698**	12 765 12 728 12 728 12 678 12 815 12 667 12 629 12 707 12 656 12 609	645,1	Date : 08 juin, 1985 Distance focale : 153,257 Échelle : 12 500 Émulsion : couleur
1985 DNR85507-126 *(Le Goulet)* Échelle vraie : **12 735**	12 735 12 777 12 765 12 704 12 692	646,9	Date : 08 juin, 1985 Distance focale : 153,257 Échelle : 12 500 Émulsion : couleur

Informations sur les photographies aériennes de 1996 retenues pour la cartographie

NB. Les mesures ont aussi été prises sur les photographies suivantes, qui n'ont finalement pas été sélectionnées : 96106-67 et 96108-11 (Bas-Caraquet). Par contre, à cause de la taille des fichiers, la cartographie a finalement été réalisée à partir de l'orthophotographie provinciale fournie par Service Nouveau-Brunswick.

Photographie aérienne	Échelle mesurée	ppp SCAN 1 pixel= 0,5 m	Détail de la photographie aérienne
1996 96104-82 *(Le Goulet et Shippagan)* Échelle vraie : **35 284**	35 167 35 085 35 291 35 341 35 248 35 239 35 324 35 352 35 331 35 461	1792,4	Date : 12 août, 1996 Distance focale : 152,163 Échelle cie : 35 000 Émulsion : couleur
1996 96106-66 *(Bas-Caraquet)* Échelle vraie : **35 033**	35 230 35 088 34 614 35 319 34 594 34 745 35 752 35 225 34 998 34 767	1779,7	Date : 6 septembre, 1996 Distance focale : 152,163 Échelle cie : 35 000 Émulsion : couleur

Annexe 2

Informations sur la qualité de l'orthorectification et du géocodage des orthophotographies produites pour la cartographie

Qualité de l'orthorectification et du géocodage (photos de 1944)

NB. Dans cette série, seules les photographies A7364-2 et A7364-4 incluaient les points fiduciaires nécessaires à la réalisation d'une orthophotographie. Pour les autres photos, la cartographie a eu lieu sur l'image numérisée puis les vecteurs ont été rectifiés (dans ce cas, la valeur indiquée correspond à la marge d'erreur moyenne des points d'ancrage face à l'orthophotographie de 2009).

Photographie aérienne	Point d'ancrage	
1944 A 7364-2 *(Flèche de Lamèque et Le Goulet)*	.1006 .1237 .1238 .1239 .1240 .1241 .1242 .1243 .1244 .1245	
	RMS (m) :	**1,563**

Photographie aérienne	Point d'ancrage	
1944 A 7364-4 *(Le Goulet)*	.1001 .1002 .1003 .1005 .1006 .1007 .1008	
	RMS (m) :	**1,528**

1944 A 7386-3 *(Le Goulet)*	.1001 .1008 .1009 .1010 .1011 .1012 .1013	2,404 1,304 0,806 0,918 1,910 0,982 0,728
	Moyenne :	**1,293**

	.1009	1,275
	.1010	0,728
	.1015	0,269
	.1246	0,224
	.1247	1,188
	.1248	0,400
	.1249	1,395
1944 A 7972-53	.1250	0,552
(Le Goulet)	.1251	0,316
	.1252	0,403
	.1253	0,361
	.1254	0,875
	.1255	0,427
	.1256	0,000
	.1257	0,050
	.1258	0,474
	Moyenne :	**0,559**

	.1004	0,971
	.1195	2,006
	.1196	2,209
	.1197	0,650
1944 A 7404-68	.1198	2,281
(Shippagan)	.1199	1,628
	.1200	1,101
	.1201	0,996
	.1203	2,201
	Moyenne :	**1,560**

	.1054	1,321
	.1198	2,435
	.1199	2,376
	.1204	1,383
1944 A 7404-70	.1205	1,638
(Shippagan)	.1206	0,652
	.1207	1,204
	.1208	1,351
	Moyenne :	**1,545**

	.1198	0,150
	.1204	0,604
	.1205	3,007
1944 A 7357-13	.1209	2,903
(Shippagan)	.1210	0,875
	.1211	1,772
	.1212	0,300
	.1213	1,358
	Moyenne :	**1,371**

Qualité de l'orthorectification et du géocodage (orthophotographies de 1955)

Photographie aérienne	Point d'ancrage	
1955 3773-439 *(Flèche de Lamèque)*	.1006	
	.1025	
	.1041	
	.1237	
	.1238	
	.1239	
	.1240	
	.1242	
	.1243	
	.1259	
	.1260	
	.1261	
	.1262	
	RMS (m) :	**1,774**
1955 3773-437 *(Le Goulet)*	.1001	
	.1002	
	.1004	
	.1008	
	.1011	
	.1025	
	.1026	
	.1028	
	.1041	
	.1260	
	.1262	
	.1266	
	RMS (m) :	**1,474**
1955 3895-70 *(Le Goulet)*	.1001	
	.1008	
	.1009	
	.1010	
	.1011	
	.1286	
	.1307	
	RMS (m) :	**1,229**

1955 3772-401 *(Le Goulet)*	.1009 .1010 .1018 .1257 .1258 .1287 .1301 .1302 .1303 .1304 .1305 .1306	
	RMS (m) :	**1,258**

1955 3772-165 *(Bas-Caraquet)*	.1121 .1153 .1155 .1157 .1158 .1162 .1166 .1214 .1215	
	RMS (m) :	**1,198**

1955 3772-115 *(Bas-Caraquet)*	.1143 .1153 .1218 .1219 .1220 .1221 .1222	
	RMS (m) :	**1,523**

1955 3772-118 *(Bas-Caraquet)*	.1080 .1081 .1157 .1163 .1165 .1166 .1174 .1181 .1216 .1223 .1224 .1225 .1226 .1227	
	RMS (m) :	**1,579**

1955 3772-78 *(Bas-Caraquet)*	.1104 .1170 .1172 .1177 .1180 .1181 .1228 .1229	
	RMS (m) :	**0,974**

1955 3772-33 *(Bas-Caraquet)*	.1069 .1172 .1229 .1230 .1231 .1232 .1233 .1234 .1235	
	RMS (m) :	**1,061**

Qualité de l'orthorectification et du géocodage (orthophotographies de 1963)

Photographie aérienne	Point d'ancrage	
1963 6339-44 *(Flèche de Lamèque)*	.1003	
	.1006	
	.1025	
	.1026	
	.1028	
	.1041	
	.1237	
	.1238	
	.1242	
	.1243	
	.1245	
	.1259	
	.1260	
	RMS (m) :	**1,711**

1963 6339-42 *(Le Goulet)*	.1001	
	.1002	
	.1004	
	.1008	
	.1012	
	.1019	
	.1020	
	.1022	
	.1023	
	.1024	
	.1025	
	.1026	
	.1029	
	.1041	
	.1262	
	.1266	
	.1273	
	.1274	
	RMS (m) :	**1,148**

1963 6339-87 *(Le Goulet)*	.1009 .1010 .1019 .1251 .1252 .1253 .1254 .1255 .1257 .1287 .1289 .1290 .1291 .1292 .1297 .1298 .1299 .1300	
	RMS (m) :	**1,438**

Qualité de l'orthorectification et du géocodage (orthophotographies de 1970)

NB. L'orthophotographie A21438-149 a aussi été produite mais n'a finalement pas servi à la cartographie.

Photographie aérienne	Point d'ancrage	
1970 A21437-79 *(Le Goulet)*	.1009 .1014 .1015 .1248 .1249 .1250 .1251 .1252 .1253 .1255 .1257 .1288 .1289 .1290 .1291 .1292	
	RMS (m) :	**0,997**

1970 A21437-80 *(Le Goulet)*	.1009 .1010 .1014 .1015 .1016 .1017 .1018 .1019	
	RMS (m) :	**0,582**

1970 A21437-82 *(Le Goulet)*	.1002 .1008 .1012 .1016 .1019 .1020 .1021 .1022 .1023	
	RMS (m) :	**1,398**

1970 A21437-84 *(Le Goulet)*	.1002 .1003 .1006 .1022 .1024 .1025 .1026 .1027 .1028 .1029	
	RMS (m) :	**1,100**

1970 A21437-86 *(Flèche de Lamèque)*	.1006 .1237 .1238 .1239 .1240 .1241 .1244 .1245 .1259 .1264 .1265	
	RMS (m) :	**1,158**

1970 A21437-100 *(Le Goulet)*	.1004 .1041 .1045 .1141 .1201 .1275 .1276 .1277 .1278 .1280 .1281	
	RMS (m) :	**1,600**

1970 A21437-153 *(Shippagan)*	.1052 .1054 .1127 .1128 .1129 .1130 .1131 .1132 .1133 .1134 .1135 .1136 .1137	
	RMS (m) :	**2,539**

1970 A21437-133 *(Shippagan)*	.1047 .1048 .1052 .1054 .1128 .1129 .1134 .1138 .1139 .1140 .1141	
	RMS (m) :	**0,906**

1970 A21437-190 *(Shippagan)*	.1210 .1308 .1309 .1310 .1311 .1312 .1313 .1314 .1315	
	RMS (m) :	**0,656**

1970 A21438-146 *(Bas-Caraquet)*	.1116 .1143 .1144 .1145 .1146 .1147 .1148	
	RMS (m) :	**0,925**

1970 A21438-147 *(Bas-Caraquet)*	.1094 .1116 .1144 .1146 .1147 .1148 .1149 .1150 .1151	
	RMS (m) :	**1,382**

1970 A21438-150 *(Bas-Caraquet)*	.1155 .1156 .1157 .1162 .1166 .1216 .1236	
	RMS (m) :	**0,622**

1970 A21438-76 *(Bas-Caraquet)*	.1080 .1081 .1082 .1119 .1157 .1161 .1162 .1163 .1164 .1165 .1166 .1167 .1168	
	RMS (m) :	**0,859**

1970 A21438-78 *(Bas-Caraquet)*	.1078 .1079 .1080 .1081 .1105 .1163 .1165 .1174 .1181 .1182 .1183 .1184 .1185	
	RMS (m) :	**0,750**

1970 A21438-90 *(Bas-Caraquet)*	.1104 .1110 .1111 .1169 .1170 .1171 .1172 .1173 .1175 .1176 .1177 .1178 .1179 .1180	
	RMS (m) :	**2,230**

1970 A21438-92 *(Bas-Caraquet)*	.1176 .1178 .1186 .1187 .1188 .1189 .1191 .1192 .1193 .1194	
	RMS (m) :	**1,038**

Qualité de l’orthorectification et du géocodage (orthophotographies de 1985)

Photographie aérienne	Point d'ancrage	
1985 DNR85527-89 *(Flèche de Lamèque)*	.1006	
	.1024	
	.1025	
	.1026	
	.1027	
	.1028	
	.1029	
	.1041	
	.1237	
	.1245	
	.1259	
	.1263	
	.1266	
	.1268	
	.1269	
	.1270	
	.1271	
	.1272	
	.1273	
	.1282	
	RMS (m) :	**0,988**

1985 DNR85507-75 *(Le Goulet)*	.1008	
	.1020	
	.1022	
	.1023	
	.1029	
	.1035	
	.1049	
	.1057	
	.1283	
	.1284	
	.1285	
	RMS (m) :	**0,662**

1985 DNR85507-73 *(Le Goulet)*	.1009 .1010 .1015 .1018 .1248 .1250 .1251 .1252 .1254 .1255 .1257 .1258 .1286 .1287 .1288	
	RMS (m) :	**0,878**

1985 DNR85507-126 *(Le Goulet)*	.1249 .1250 .1251 .1252 .1253 .1255 .1258 .1291 .1293 .1294 .1295 .1296	
	RMS (m) :	**0,867**

Qualité de l'orthorectification et du géocodage (orthophotographies de 1996)

NB. Les photographies 96104-82, 96106-66, 96106-67 et 96108—11 ont été numérisées et converties en orthophotographies, comme pour les autres séries, dans l'espoir d'améliorer la qualité du géocodage et d'augmenter les chance d'obtenir des taux d'érosion significatifs entre 1996 et 2009.

Le manque de temps ne permettant finalement pas d'envisager la cartographie des secteurs de Shippagan et de Bas-Caraquet, d'une part et, surtout, la taille des images produites à partir de ces photographies de plus petite échelle, nous ont finalement obligé à avoir recours à l'orthophotographie provinciale fournie par Service Nouveau-Brunswick.

À titre indicatif, voici l'erreur moyenne (m) observée entre la position des points d'ancrage sur ces orthophotographies et celles de 2009.

Photographie aérienne	Point d'ancrage	Marge d'erreur (m)
1996 - 47706460 *(Le Goulet, Flèche de Chiasson Office et pont de Shippagan)* **(Tr. 151 à 442)**	.1001	2,209
	.1002	1,960
	.1003	1,070
	.1026	1,812
	.1028	2,899
	.1029	3,468
	.1030	2,558
	.1031	0,918
	.1032	2,828
	.1039	1,595
	.1040	2,232
	.1041	1,300
	.1042	2,326
	.1043	3,453
	.1044	3,444
	.1045	2,746
	.1047	1,773
	.1049	4,285
	.1057	3,324
	.1061	1,366
	Moyenne :	**2,378**

Photographie aérienne	Point d'ancrage	Marge d'erreur (m)
1996 - 47656470 *(Flèche de Baie-du-Petit-Pokemouche, Paroisse de Shippagan et Inkerman)* **(Tr. 001 à 125)**	.1009	2,152
	.1033	2,915
	.1035	2,570
	.1036	3,755
	.1037	1,365
	.1038	1,504
	Moyenne :	**2,377**

Photographie aérienne	Point d'ancrage	Marge d'erreur (m)
1996 - 47706470 *(Le Goulet)* **(Tr. 126 à 150**	.1012	1,703
	.1034	3,460
	Moyenne :	**2,582**

Annexe 3

Description des *User Numbers* et des attributs (*Feature Codes*) utilisés pour la cartographie de la zone côtière dans *CARIS*

User Number CARIS	**Description générale du *User Number***
100	Numérotation finale et vecteurs des transects, secteurs de BC, LG et S.
12	Position des cadres utilisés pour l'élaboration des cartes de zonage de la CAPA.
1944	Cartographie des éléments côtiers présents sur la série de photos de 1944, secteurs étendus de LG et S.
1955	Cartographie des éléments côtiers présents sur la série de photos de 1955, secteur de BC et secteur étendu de LG.
1963	Cartographie des éléments côtiers présents sur la série de photos de 1963, secteur étendu de LG.
1970	Cartographie des éléments côtiers présents sur la série de photos de 1970, secteur de BC et secteurs étendus de LG et S.
1985	Cartographie des éléments côtiers présents sur la série de photos de 1985, secteur étendu de LG.
1996	Cartographie des éléments côtiers présents sur la série de photos de 1996, secteur étendu de LG.
2009	Cartographie des éléments côtiers présents sur la série de photos de 2009, secteur de BC et secteurs étendus de LG et S.
2055	Infrastructures à risque d'inondation (routes et bâtiments), secteurs de LG et S (fourni par l'UMCS).
2100	Infrastructures à risque d'inondation (routes et bâtiments), secteur de BC (fourni par l'UMCS).
10	Numérotation préliminaire (ancienne) des transects, secteurs de LG et S.
220099	Points d'ancrage du fichier de base 2009 (symboles et numéros); TC2009 lissé; TC futurs (2025, 2055, 2085, 2100) pour tous les secteurs; tout texte pouvant nuire à la construction de la topologie de 2009 (et aussi celle des autres années pour le secteur étendu de LG); proposition de cadrage pour les cartes d'érosion du MRN (découpage 1:10 000).

Attribut *CARIS*	Description générale de l'attribut (*Feature code*)
ALAP	Symbole en croix utilisé comme point d'ancrage (nécessaire dans le processus de géocodage des photos aériennes ou des vecteurs).
BATIMENT	Tout bâtiment (maison, chalet, usine, phare, etc.) situé à l'intérieur de la zone côtière. Délimite le polygone «bâtiment» (b) (voir l'Annexe 4).
BRECHE	Vecteur placé au-travers d'une trouée naturelle dans le front dunaire (parallèle au FD - sert à mesurer la longueur totale des brèches).
CADRE_BC	Cadre - vecteur tracé afin de délimiter l'étendue de la carte de zonage du secteur de Bas-Caraquet pour la CAPA.
CADRE_LG	Cadre - vecteur tracé afin de délimiter l'étendue de la carte de zonage du secteur de Le Goulet pour la CAPA.
CADRE_S	Cadre - vecteur tracé afin de délimiter l'étendue de la carte de zonage du secteur de Shippagan pour la CAPA.
CADRE_EXT	Cadre - vecteur tracé aléatoirement afin de créer les polygones «océan» et «arrière-pays» de la carte des habitats de 2009.
CAOUDEYRE	Cavité de déflation dans le milieu dunaire (dune active ou dune fixée), occupée par du sable nu. Délimite le polygone «caoudeyre» (ca) (voir l'Annexe 4).
CHAUSSEE	Limite d'une route aménagée (asphaltée ou non). Délimite le polygone «chaussée» (c) (voir l'Annexe 4).
DEBORDEMENT	Limite interne (côté terre) d'une nappe de débordement : surface sableuse au-delà de la dune et associée à une brèche. Délimite le polygone «nappe de débordement» (nd) (voir l'Annexe 4).
DIGUE	Limite externe (côté mer) du bourrelet associé à une levée aménagée dans un marais côtier.
DUNE	Limite interne (côté terre) du milieu dunaire correspondant à la dune active (dune élémentaire et dune bordière). Délimite le polygone «dune» (d) (voir l'Annexe 4).
DUNEFIXEE	Limite interne (côté terre) du milieu dunaire correspondant à la dune fixée (lande ou dune «grise»). Délimite le polygone «dune fixée» (df) (voir l'Annexe 4).
ESTACADE	Structure anthropique (faite de billes de bois) aménagée au-travers une plage et une dune permettant le passage d'embarcations.
ETIQUETTE	Lettre placée dans un polygone afin de construire la topologie (dans le but d'assigner une couleur spécifique aux différents habitats). (voir l'Annexe 4 pour la liste des étiquettes utilisées)
EXCAVATION	Cavité d'origine anthropique dans le marais côtier.
FALAISEMORTE	Trait de côte inactif situé derrière une dune ou une structure de protection.
FERMETURE	Vecteur dressé de façon artificielle afin de refermer un polygone (ex. partie amont d'un chenal d'estuaire).
FORET	Limite de la lisière forestière au contact d'un marais côtier. Délimite le polygone «marais côtier de transition» (mct) (voir l'Annexe 4).
INFRA_RISQUE	Toute infrastrucutre à risque d'inondation (maison chalet, usine, école, église, etc.), à l'exception des routes. Vecteurs fournis par l'UMCS.
LABA	Texte identifiant la numérotation des points d'ancrage et l'étendue des différentes séries d'orthophotos utilisées.
LAC	Limite d'un plan d'eau douce (ou très légèrement saumâtre) à l'intérieur d'un marais côtier. Délimite le polygone «lac» (l) (voir l'Annexe 4).
LAPO	Texte identifiant la numérotation des transects utilisés pour la mesure du déplacement du trait de côte.
LRMARAIS	Ligne de rivage - PMSMM, limite de la végétation du marais côtier. Délimite le polygone «marais côtier» (mc) (voir l'Annexe 4).
LRPLAGE	Ligne de rivage - PMSMM, plage sableuse (contact sable sec / humide). Délimite le polygone «plage sableuse» (ps) (voir l'Annexe 4).
MARAIS	Limite interne (terre) du marais ou de poches de végétation à l'intérieur de mares. Délimite les polygones «marais côtier» et «marais côtier de transition» (mc, mct) (voir l'Annexe 4).
MARE	Plan d'eau libre à l'intérieur des limites du marais côtier ou de transition. Délimite le polygone «mare» (p) (voir l'Annexe 4).

MUR	Vecteur correspondant à la limite interne (terre) d'un mur de protection vertical. Délimite le polygone «structure de protection» (sp) (voir l'Annexe 4).
PANNE	Plan d'eau douce peu profond à l'intérieur du milieu dunaire. Délimite le polygone «panne» (pa) (voir l'Annexe 4).
PASSERELLE	Structure anthropique (souvent en bois) surélevée et sur pilotis destinée à franchir un habitat côtier (dune ou marais). Délimite le polygone «passerelle» (bw) (voir l'Annexe 4).
PHOTO_LIMITE	Vecteur tracé afin d'identifier, à l'intérieur d'une même série (année), les orthophotos ayant servies à la cartographie.
PLAGE	Limite de la surface sableuse associée à une plage et dressée afin de refermer le polygone. Délimite le polygone «plage sableuse» (ps) (voir l'Annexe 4).
PORT	Vecteur correspondant à la limite interne (côté terre) d'une structure anthropique associée à un port. Délimite le polygone «activité portuaire» (ap) (voir l'Annexe 4).
PROP_CADRE1	Cadre - vecteur proposé comme cadrage au 1:10 000 pour l'élaboration des cartes d'érosion du MRN.
REMBLAIS	Vecteur correspondant à la limite interne (côté terre) d'une surface remblayée. Délimite le polygone «remblais» (r) (voir l'Annexe 4).
RIPRAP	Vecteur correspondant à la limite interne (côté terre) d'un mur de protection en blocs de roche. Délimite le polygone «structure de protection» (sp) (voir l'Annexe 4).
ROUTE_RISQUE	Toute infrastrucutre routière à risque d'inondation. Vecteurs fournis par l'UMCS.
SENTIER	Sentier de véhicules hors-route ou de piétons dans des habitats côtiers. Délimite les polygones «sentier dans dune» et «sentier dans marais» (sd, sm) (voir l'Annexe 4).
TC2009_BC	Trait de côte - PMSGM - lissé fondé sur la position du trait de côte de 2009, secteur de Bas-Caraquet.
TC2009_LG	Trait de côte - PMSGM - lissé fondé sur la position du trait de côte de 2009, secteur de Le Goulet.
TC2009_S	Trait de côte - PMSGM - lissé fondé sur la position du trait de côte de 2009, secteur de Shippagan.
TC2025_BC	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2025 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1955-2009, secteur de Bas-Caraquet.
TC2025_LG	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2025 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Le Goulet.
TC2025_S	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2025 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Shippagan.
TC2055_BC	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2055 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1955-2009, secteur de Bas-Caraquet.
TC2055_LG	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2055 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Le Goulet.
TC2055_S	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2055 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Shippagan.
TC2085_BC	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2085 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1955-2009, secteur de Bas-Caraquet.
TC2085_LG	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2085 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Le Goulet.
TC2085_S	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2085 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Shippagan.
TC2100_BC	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2100 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1955-2009, secteur de Bas-Caraquet.
TC2100_LG	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2100 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Le Goulet.
TC2100_S	Trait de côte - PMSGM - projeté en 2100 fondé sur la moyenne du taux de déplacement de la période 1970-2009, secteur de Shippagan.
TCACHAUSSEE	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite d'une route aménagée (asphaltée ou non). Délimite le polygone «chaussée» (c) (voir l'Annexe 4).
TCACHAUSSEEF	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite d'une route aménagée (asphaltée ou non) qui serait maintenue fixe dans le temps. Délimite le polygone «chaussée» (c) (voir l'Annexe 4).

TCADIGUE	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) du bourrelet associé à une levée aménagée dans un marais côtier. Délimite le polygone «marais côtier» (mc) (voir l'Annexe 4).
TCAMUR	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'un mur de protection vertical. Délimite le polygone «structure de protection» (sp) (voir l'Annexe 4).
TCAMURF	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'un mur de protection vertical qui sera maintenu fixe dans le temps. Délimite le polygone «structure de protection» (sp) (voir l'Annexe 4).
TCAPORT	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'une structure associée à un port. Délimite le polygone «activité portuaire» (ap) (voir l'Annexe 4).
TCAPORTF	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'une structure associée à un port qui sera maintenue fixe dans le temps. Délimite le polygone «activité portuaire» (ap) (voir l'Annexe 4).
TCAREMBLAIS	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'une surface remblayée. Délimite le polygone «remblais» (r) (voir Annexe 4).
TCAREMBLAISF	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'une surface remblayée qui sera maintenue fixe dans le temps. Délimite le polygone «remblais» (r) (voir l'Annexe 4).
TCARIPRAP	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'un mur de protection en blocs de roche. Délimite le polygone «structure de protection» (sp) (voir l'Annexe 4).
TCARIPRAPF	Trait de côte - PMSGM - anthropique, limite externe (côté mer) d'un mur de protection en blocs de roche qui sera maintenu fixe dans le temps. Délimite le polygone «structure de protection» (sp) (voir l'Annexe 4).
TCDENTAILLE	Trait de côte - PMSGM - dune, extrapolation de la position normale du trait de côte sur la largeur du sentier. Délimite le polygone «sentier dans la dune» (sd)
TCDFALAISE	Trait de côte - PMSGM - dune, falaise dans le front dunaire (sommet de la falaise). Délimite le polygone «dune» (d) (voir l'Annexe 4).
TCDREGULIER	Trait de côte - PMSGM - dune, base du front dunaire lorsqu'en pente régulière ou limite du front de l'ammophile sur le haut de plage. Délimite le polygone «dune» (d) (voir l'Annexe 4).
TCFMEUBLE	Trait de côte - PMSGM - dépôts meubles, falaise dans des dépôts meubles (sommet de falaise dans till ou des dépôts marins). Délimite le polygone «arrière-pays» (t) (voir l'Annexe 4).
TCFROC	Trait de côte - PMSGM - roc, falaise dans la roche en place (sommet de falaise dans le grès). Délimite le polygone «arrière-pays» (t) (voir l'Annexe 4).
TCMARAIS	Trait de côte - PMSGM - marais, limite externe (côté mer) du marais lorsqu'exposé à la mer et se confondant à LRMARAIS; limite interne (côté terre) entre les marais côtier et de transition.
TCMEUBLE	Trait de côte - PMSGM - dépôts meubles, base du contact entre l'arrière-pays et le haut de plage. Délimite le polygone «arrière-pays» (t) (voir l'Annexe 4).
TRANSECT	Vecteur dressé de façon perpendiculaire au trait de côte de 2009, à un intervalle de 25 m, afin de mesurer le déplacement du trait de côte et de calculer des taux de retrait ou d'avancée.

Source ID *CARIS*	Description générale du *Source ID*
47656470	Points d'ancrage (attribut ALAP) utilisés afin de mesurer l'écart de positionnement (en mètres) qui existe entre l'orthophotographie provinciale de 1996 (SNB - 47656470) et l'orthophotographie de base utilisée dans le cadre de ce projet (2009).
47706460	Points d'ancrage (attribut ALAP) utilisés afin de mesurer l'écart de positionnement (en mètres) qui existe entre l'orthophotographie provinciale de 1996 (SNB - 47706460) et l'orthophotographie de base utilisée dans le cadre de ce projet (2009).
47706470	Points d'ancrage (attribut ALAP) utilisés afin de mesurer l'écart de positionnement (en mètres) qui existe entre l'orthophotographie provinciale de 1996 (SNB - 47706470) et l'orthophotographie de base utilisée dans le cadre de ce projet (2009).
A7357-13	Vecteurs correspondant à la cartographie des éléments de la zone côtière et points d'ancrage utilisés afin de géocoder les vecteurs - secteur d'étude de Shippagan, région de la pointe à Bernache.
A7357-14	Vecteurs correspondant à la cartographie des éléments de la zone côtière et points d'ancrage utilisés afin de géocoder les vecteurs - secteur d'étude de Shippagan, région de la pointe Brûlée.
A7386-3	Vecteurs correspondant à la cartographie des éléments de la zone côtière et points d'ancrage utilisés afin de géocoder les vecteurs - secteur d'étude de Le Goulet, région des chalets du chemin Marcel.
A7404-68	Vecteurs correspondant à la cartographie des éléments de la zone côtière et points d'ancrage utilisés afin de géocoder les vecteurs - secteur d'étude de Shippagan, partie est de la ville jusqu'au début de Pointe-Sauvage.
A7404-70	Vecteurs correspondant à la cartographie des éléments de la zone côtière et points d'ancrage utilisés afin de géocoder les vecteurs - secteur d'étude de Shippagan, partie ouest de la ville jusqu'au sud de la pointe à Bernache.
A7972-53	Vecteurs correspondant à la cartographie des éléments de la zone côtière et points d'ancrage utilisés afin de géocoder les vecteurs - secteur d'étude de Le Goulet, région du goulet de la baie du Petit-Pokemouche.
PENINSULE	Vecteurs correspondant à la cartographie des éléments de la zone côtière effectuée pour toutes les orthophotographies produites avec les séries de photographies aériennes disponibles (1944, 1955, 1963, 1970, 1985 et 1996), ainsi qu'à partir de la série d'orthophotographie de base utilisée dans le cadre de ce projet (2009).
UMCS_INUK	Vecteurs correspondant aux infrastrucutres à risque d'inondation (maison, chalet, usine, école, église, routes, etc.). Vecteurs fournis par l'équipe de l'UMCS.

Annexe 4

Étiquettes et paramètres de couleur utilisés pour la cartographie des habitats côtiers de 2009 dans *CARIS*

Étiquette	Description du polygone	Paramètres TSL		RGB		
«t» «v»	Terre ferme (arrière-pays) Agglomération (forte densité du bâti)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	160 0 212	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	225 225 225	gris pâle
«o» «po» «e»	Océan (mer, lagunes, havres, baies) Mare semi-ouverte (plan d'eau influencé marées) Étier (influencé par les marées)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	120 240 210	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	191 255 255	bleu clair
«p»	Mare (plan d'eau dans marais isolé des marées)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	126 185 179	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	140 225 240	bleu pâle
«mct»	Marais de transition (partie haute du marais)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	20 240 137	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	255 146 36	marron
«mc»	Marais maritime (partie basse du marais)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	20 240 185	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	255 197 138	orange clair
«mb»	Marais à barachois (marais côtier d'eau douce)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	17 155 168	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	228 171 129	marron léger
«l» «pa»	Lac (plan d'eau douce dans marais) Panne (plan d'eau douce dans milieu dunaire)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	133 240 120	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	0 170 255	bleu vif
«d»	Dune active (et dune élémentaire)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	87 240 204	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	179 255 192	vert pâle
«df»	Dune fixée (lande ou boisé)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	70 162 120	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	85 214 41	vert lime
«ps» «nd» «ss» «ca» «sd»	Plage sableuse Nappe de débordement (sable au-delà de la dune) Surface sableuse (dépôt sableux non végétalisé) Caoudeyre (trou de déflation à sable nu) Sentier dans dune (VHR ou piétonnier)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	39 229 199	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	253 251 170	jaune pâle
«sm»	Chemin de terre ou sentier de VHR dans marais	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	160 0 146	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	155 155 155	gris
«f»	Forêt (surface boisée en milieu côtier)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	80 240 61	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	0 130 0	vert foncé
«b»	Bâtiment (chalet, phare, maison, usine, etc.)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	160 240 5	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	0 0 10	noir
«bw»	Passerelle (sur dune ou longeant la côte)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	57 44 120	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	131 151 104	verdâtre
«ap» «c»	Activité portuaire (toutes les infrastructures) Chaussée (pour route ou chemin d'accès)	**Teinte :** **Saturation :** **Luminosité :**	160 0 79	**Rouge :** **Vert :** **Bleu :**	84 84 84	gris foncé

«r»	Remblais (marais ou plan d'eau)	**Teinte :** 0 **Saturation :** 240 **Luminosité :** 120	**Rouge :** 255 **Vert :** 0 **Bleu :** 0	rouge vif