

# **La qualité de l'eau de la plage Parlee**

## **Plan de surveillance pour 2017**

Préparé par : Robert N. Hughes

Independent Environmental Sciences  
Upper Kingsclear, Nouveau-Brunswick

May 2017

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>PAGE</b>
<b>RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX ET CONTEXTE .....</b>	<b>1</b>
Buts et objectifs .....	1
Terminologie – Bactéries .....	1
<b>BAIE DE SHEDIAC ET PLAGE PARLEE – CADRE PHYSIQUE .....</b>	<b>1</b>
<b>INFORMATION DE BASE POUR L'ÉLABORATION D'UNE APPROCHE DE SURVEILLANCE .....</b>	<b>4</b>
Études précédentes sur la qualité de l'eau .....	4
Études et rapport par Henderson Consulting de 1999 .....	4
Modélage marin .....	5
Rapport de classification des eaux de l'ABVBS de 2003 .....	5
Investigations et rapport by l'ABVBS de 2016 .....	6
Analyses d'ADN .....	7
Autres activités de surveillance .....	8
Sondages RCBA .....	8
Échantillonnage sur la plage .....	8
Surveillance en permanence .....	8
Ce qu'on a appris des études locales précédentes .....	10
Ce qu'on a appris d'autres études pertinentes .....	11
Survie des bactéries dans les sédiments, le sable et le sol .....	11
Techniques spécialisées de détermination des sources .....	13
Sources bactériennes .....	16
Transport des bactéries .....	17
Fonction de transfert pour la prédiction des concentrations de BICF .....	18
Pour faire le point... ..	18
Défis .....	19
<b>ÉLABORATION D'UNE APPROCHE DE SURVEILLANCE .....</b>	<b>20</b>
Données supplémentaires .....	20
Protocoles d'échantillonnage .....	21
Analyses .....	21
Délais d'échantillonnage .....	22
Considération de gestion et publication des résultats .....	22
Souplesse, révision et ajustement .....	22
Relation avec d'autres projets .....	23
Station météorologique à la plage Parlee .....	23
Modélage hydrodynamique .....	23
Bactéries sous le sable de la plage et trajets d'écoulement des eaux souterraines peu profondes .....	23
Relevé de reconnaissance des bassins versants .....	23
<b>PLAN DE SURVEILLANCE PROPOSÉ .....</b>	<b>23</b>
Surveillance des effluents .....	24
Surveillance des eaux pluviales .....	26
Surveillance de l'eau douce .....	27
Surveillance agricole .....	28
Surveillance marine .....	28
Échantillonnage de la plage .....	28
Échantillonnage des sédiments .....	29
<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>31</b>

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

PAGE

### LISTE DES FIGURES

Figure 1	Limites des bassins versants majeurs dans la région d'étude.....	2
Figure 2	Carte de localisation montrant Shediac et ses environs dans le sud-est du Nouveau-Brunswick	3
Figure 3	Carte de localisation montrant les environs immédiats de Shediac, de Pointe du Chêne et de la plage Parlee .....	3
Figure 4	Emplacements des sites de surveillance utilisés aux fins de la classification des eaux en 2000-2002	6
Figure 5	Sites de surveillance faisant l'objet d'un échantillonnage par l'ABVBS en 2015-2016.....	7
Figure 6	Emplacements des sites échantillonnés dans le cadre de divers programmes et études (1940 à 2016) .....	9
Figure 7	Emplacements des sites échantillonnés dans le cadre du programme de surveillance des invertébrés du RCBA .....	10
Figure 8	Emplacements des sites recommandés pour la surveillance en 2017 .....	24
Figure 9	Emplacements des sites recommandés pour la surveillance en 2017 (section sud) .....	26
Figure 10	Emplacements de sites recommandés pour la surveillance en 2017 (section centrale).	27

### LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Terminologie des bactéries
----------	----------------------------

## Sommaire

Des cas récents de concentration élevée de bactéries à la plage Parlee ont attiré de nouveau les regards sur la qualité de l'eau à la plage. On passe en revue et résume les études précédentes de la qualité de l'eau dans la région de la baie de Shediac et de la plage Parlee, ainsi que la documentation pertinente décrivant d'autres études portant sur la contamination par des bactéries d'origine fécale. Dans l'investigation de la contamination bactérienne quant à l'environnement d'une plage, il faut relever des défis importants, y compris la multiplicité des sources potentielles, ainsi que le transport et destin, qui sont mal compris, des contributeurs chargés de bactéries. Néanmoins, un programme de surveillance ciblé offre la possibilité de constituer un corpus de renseignements qui devrait permettre une meilleure compréhension de la dynamique bactérienne dans la région et soutenir une prise de décision améliorée. Des études effectuées ailleurs soulignent l'importance de plusieurs activités : la surveillance des eaux pluviales, l'échantillonnage d'événements à la suite de pluies intenses, la signification des bactéries dans le sol, le sable et les sédiments, l'application de techniques d'enquête complémentaires, y compris le suivi des sources microbiennes et chimiques, et les sondages sur le terrain.

Le présent rapport présente les recommandations pour une gamme de surveillance de l'eau et de facteurs connexes dans 30 emplacements, y compris l'échantillonnage des effluents à une sélection d'installations de traitement des eaux usées et d'autres installations, des eaux pluviales, des eaux de surface (ruisseaux), des emplacements ayant la possibilité d'être affectés par l'agriculture, des eaux marines et des sédiments.

Le programme de surveillance proposé doit rester adaptable et prendre en compte les constatations des investigations connexes planifiées par le Comité directeur sur la qualité de l'eau à la plage Parlee.

## RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX ET CONTEXTE

Au cours de l'été de 2016, on a observé à la plage Parlee un nombre de jours où le score de la qualité de l'eau était mauvais. Cette constatation a stimulé une attention renouvelée à la qualité de l'eau à la plage, ainsi qu'une volonté de poursuivre une variété d'interventions destinées à y améliorer la qualité de l'eau. Le présent rapport fait partie d'un plan de travaux scientifiques préparé par le Comité directeur sur la qualité de l'eau à la plage Parlee à l'appui de ce but général. Ce comité se compose de membres du personnel provenant des ministères de l'Environnement et des Gouvernements locaux, du Tourisme, du Patrimoine et de la Culture, de la Santé et de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches. On peut obtenir de plus amples renseignements à ce sujet en visitant le site : <http://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/corporate/promo/PlageParlee.html>.

### Buts et objectifs

Les travaux de ce présent rapport visent le but principal suivant :

Offrir des recommandations pratiques pour la collecte des données sur la qualité de l'eau et des facteurs connexes qui soutiendront une compréhension plus complète des sources qui contribuent à la contamination bactérienne dans les eaux balnéaires et l'environnement immédiat de la plage Parlee au Nouveau-Brunswick.

Objectifs connexes :

- Déterminer et délimiter les zones de captage ayant le potentiel d'influencer la qualité de l'eau à la plage Parlee.
- Déterminer toutes les activités de surveillance de l'eau qui se poursuivent dans ces bassins versants.
- Élaborer un plan de surveillance de l'eau conçu pour cerner des sources de contamination bactérienne dans les eaux balnéaires de la plage Parlee et de son environnement connexe (p. ex. terres humides adjacentes, cours d'eau mineurs).
- Décrire le plan de surveillance proposé dans un rapport écrit.
- Consulter les intervenants clés dans l'élaboration du plan de surveillance.
- Concevoir le plan de surveillance afin de permettre la détermination des sources ponctuelles et non ponctuelles de bactéries dans la région d'étude.

Le but principal et les objectifs précisés ci-dessus constituent le cadre du présent rapport.

### Terminologie – Bactéries

Le présent rapport traite des enjeux relatifs à la contamination bactérienne. L'annexe A (page 33) contient quelques renseignements de base pertinents sur les bactéries, aux fins de référence. Les différences entre certaines analyses de laboratoire qu'on utilise couramment pour des bactéries telles que les coliformes, *E. coli*, et les entérocoques, par exemple, peuvent être déroutantes. Dans le présent rapport, le terme "*bactéries indicatrices de contamination fécale*", en abrégé BICF, est utilisé comme appellation collective.

### BAIE DE SHEDIAC ET PLAGES PARLEE – CADRE PHYSIQUE

La plage Parlee se trouve dans le sud-est du Nouveau-Brunswick, à environ 50 kilomètres au nord-est

de la ville de Moncton, au bord méridional de la baie de Shediac et à côté du détroit de Northumberland.

Les plus grandes rivières qui entrent dans la baie sont la rivière Shediac et la rivière Scoudouc. Le bassin versant de la rivière Shediac s'étend sur une superficie de 201,8 km<sup>2</sup>. La rivière est divisée en deux grandes branches qui se rejoignent près de la rivière Shediac et sont versées dans la partie nord de la baie, près du pont Shediac. La rivière Scoudouc, plus petite, a une zone de drainage de 143,3 km<sup>2</sup> (Henderson, 1999). La bouche du système de la rivière Scoudouc se trouve dans la ville de Shediac. En outre, il y a plusieurs petits ruisseaux tributaires qui entrent directement dans la baie, et se trouvent dans plusieurs bassins versants côtiers composites.

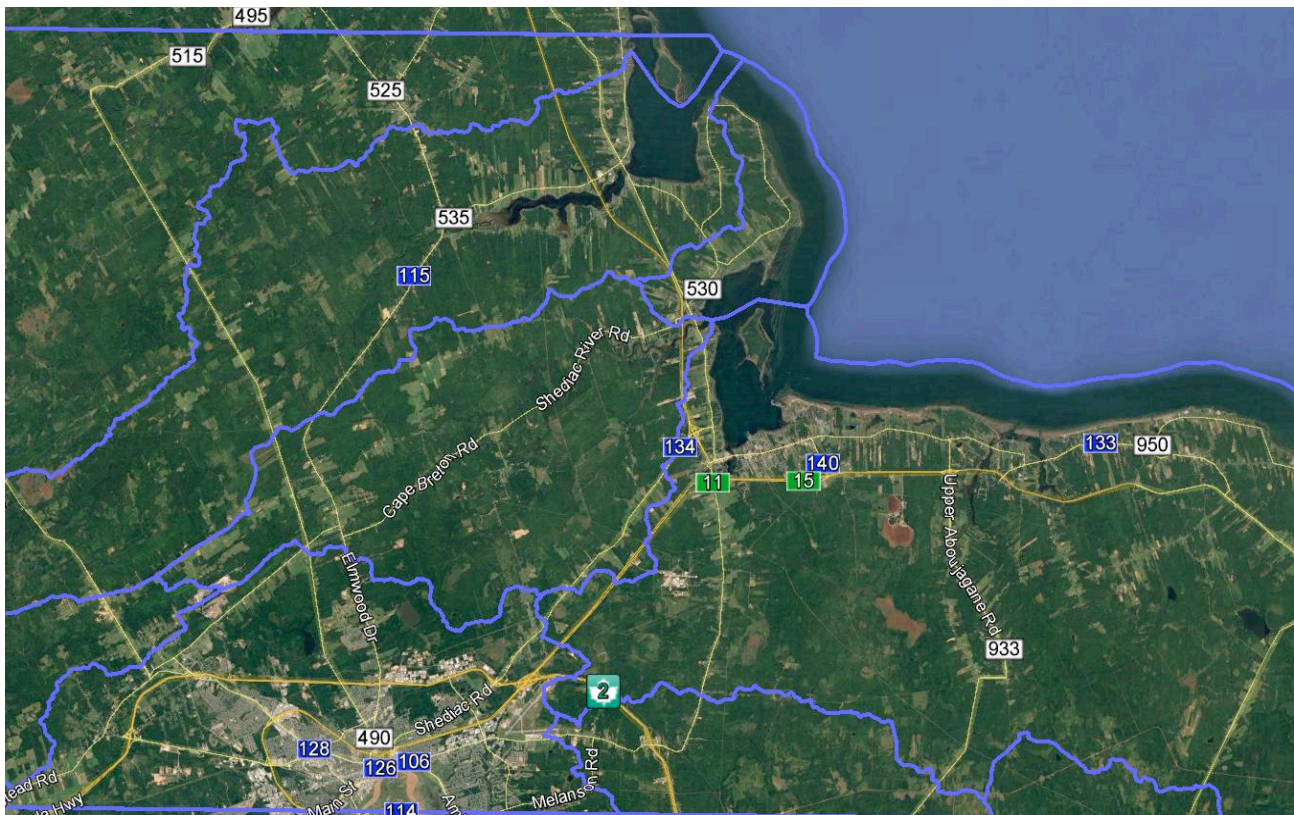


Figure 1 Limites des bassins versants majeurs dans la région d'étude

En plus des bassins versants sur terre qui se versent dans la baie de Shediac et contribuent certainement des BICF à ces eaux, on devrait reconnaître également une autre forme de « captage », à savoir les eaux de la baie même. Les bateaux se servant de la baie ont le potentiel de décharger des vidanges non traitées directement dans les eaux de celle-ci. Ce « captage » n'a pas de limite fixe.

Les caractéristiques physiques et écologiques de la baie de Shediac et de ses bassins versants ont été bien résumées dans l'ouvrage de LeBlanc et coll., (2009). Il s'agit d'un tour d'horizon complet qui mérite d'être consulté au complet. Quelques-uns des aspects les plus pertinents sont résumés ici.

La topographie des bassins versants dans l'arrière-pays côtier consiste en des pentes douces et ondulées ayant des élévations allant du niveau de la mer à la côte jusqu'à plus 560 m près de la montagne Lutes, à une distance de 29 km à l'intérieur des terres, à la tête du bassin versant de la rivière Shediac.

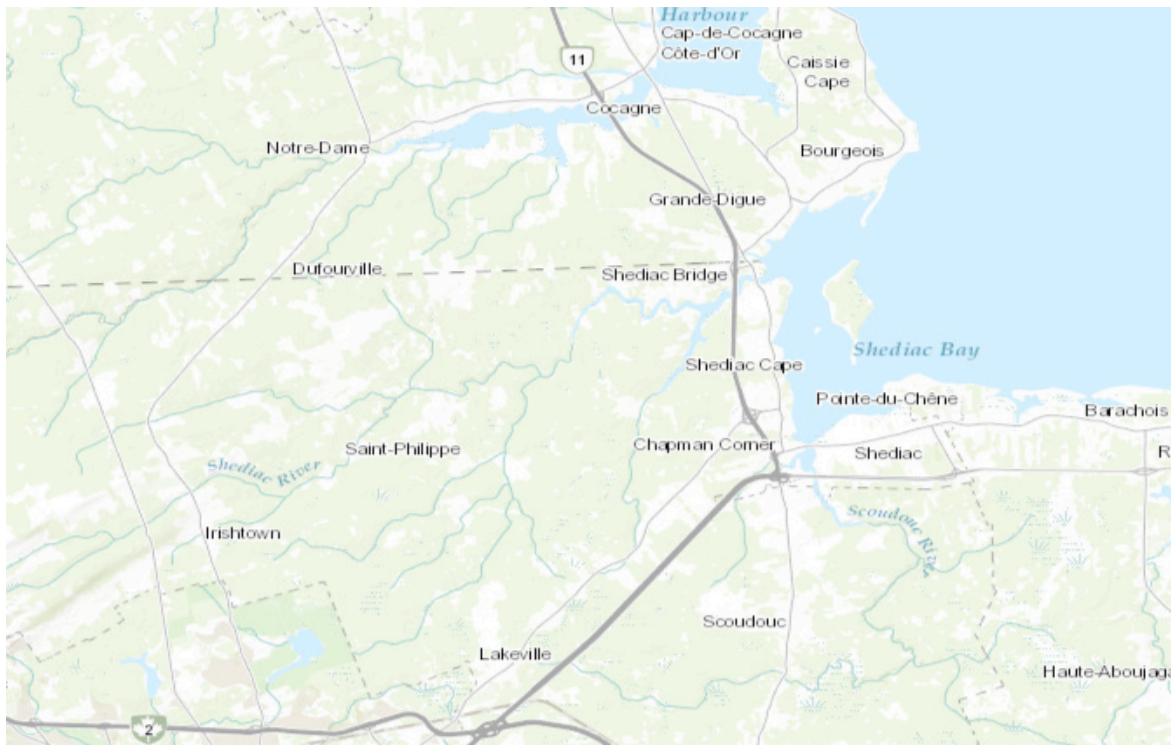


Figure 2 Carte de localisation montrant Shediac et ses environs dans le sud-est du Nouveau-Brunswick

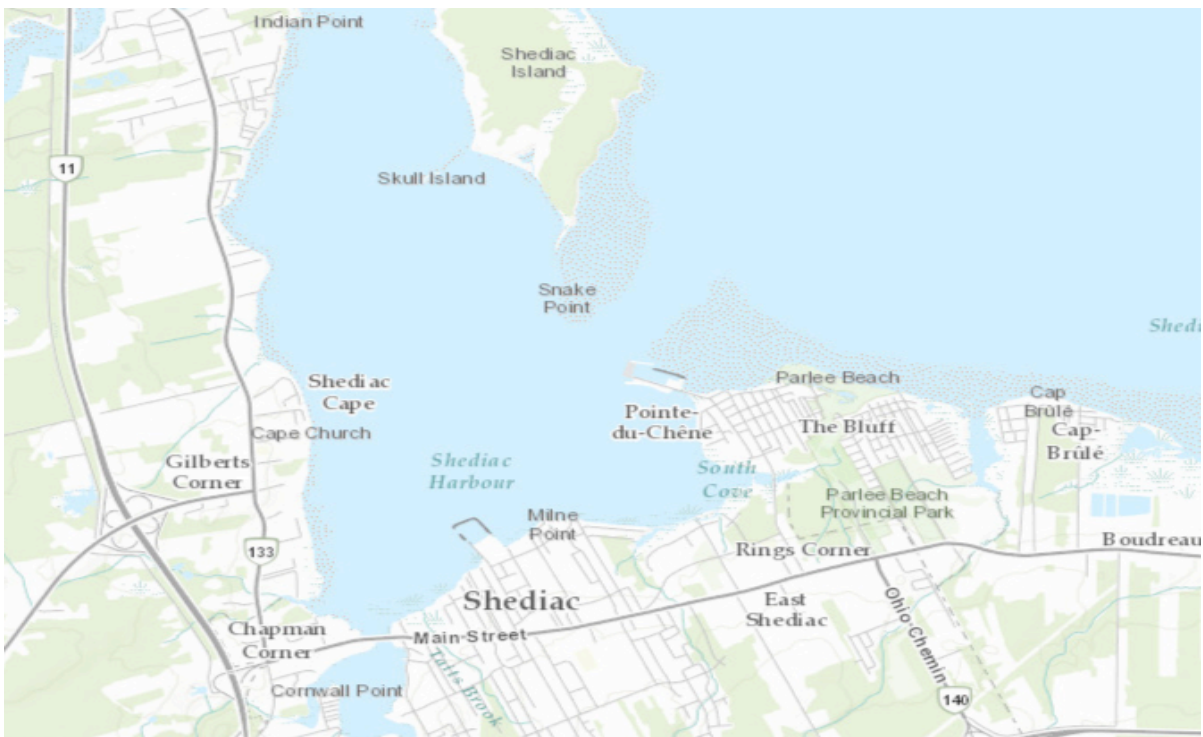


Figure 3 Carte de localisation montrant les environs immédiats de Shediac, de Pointe du Chêne et de la plage Parlee

Le temps de renouvellement de l'eau de la baie de Shediac est d'environ 40 heures. L'intrant de l'eau douce a tendance à être le plus bas vers la fin de l'été (au mois de septembre). L'influence des marées sur la rivière Shediac s'étend sur une distance d'environ 6,5 km en amont. La même distance est constatée pour la rivière Scoudouc; le lit de la rivière est toutefois encore peu profond.

Une caractéristique notable de la baie de Shediac est son caractère peu profond. De grandes aires, se trouvant à des centaines de mètres du littoral, ont une profondeur de moins de 2 à 3 m. Ce facteur, réuni à de faibles intrants d'eau douce et un mélange tidal relativement faible, permet aux eaux de la baie d'atteindre des températures élevées pendant l'été (typiquement au-dessus de 20 °C [moyenne mensuelle]). Ces températures élevées augmentent l'attractivité des plages balnéaires locales.

Dans le contexte de la contamination bactérienne, un facteur important touchant la qualité de l'eau est le ruissellement, soit l'écoulement de l'eau sur la terre, qui peut charrier des contaminants directement dans des eaux réceptrices, des lacs, des rivières, des ruisseaux ou directement dans l'océan. L'emplacement faisant l'objet de l'étude est assez typique d'une bonne partie du Nouveau-Brunswick en ce sens que le ruissellement intense se produit souvent au printemps pendant la période des crues, quand le sol est soit gelé, soit saturé. La fonte rapide de la neige ou des pluies intenses à cette époque de l'année provoquent souvent des événements de ruissellement majeurs. Des pluies intenses à n'importe quelle période de l'année peuvent également produire un ruissellement important, normalement pour des périodes plus courtes.

Le rapport de LeBlanc et coll. (2009) comprend également une courte section qui traite des pathogènes et de la contamination bactérienne, principalement du point de vue des mollusques, leur habitat, leur qualité et les zones fermées à leur cueillette. En plus, les sources habituelles, les effluents des usines de transformation du poisson sont notées comme une catégorie de sources préoccupantes pour la contamination des mollusques. Une liste des questions qui préoccupent dans la région comprend une mauvaise qualité d'eau épisodique, les zones fermées à la cueillette des mollusques, la pollution par des nutriments, le chargement des sédiments dans les cours d'eau et la perte d'habitats côtiers importants.

## **INFORMATION DE BASE POUR L'ÉLABORATION D'UNE APPROCHE DE SURVEILLANCE**

### **Études précédentes sur la qualité de l'eau**

Les préoccupations concernant la contamination bactérienne à la plage Parlee ne sont pas nouvelles. Dans le rapport de 2006, *Status of Shediac Bay and its Watershed* (ABVBS 2006), on fait remarquer que la détermination des problèmes sur la qualité de l'eau dans la région remonte aux années 1940, et qu'en 1947 certaines zones étaient fermées à la cueillette de mollusques. Au cours des années 1980 et 1990, on a noté d'autres épisodes de qualité d'eau ayant subi une détérioration, entre autres, plusieurs cas où des lignes directrices en matière de santé ont été excédées. L'épisode des années 1990 a mené à une étude des facteurs influençant la qualité de l'eau dans la région. Cette étude (Henderson, 1999) a été supervisée par un comité technique dont les membres représentaient notamment les ministères provinciaux de la Santé et de l'Environnement, des instances locales, la Commission des égouts de Shediac et banlieues et l'Université Mount Allison.

#### **Études et rapport par Henderson Consulting de 1999**

Dans le rapport sommaire de Henderson Consulting de 1999 (Henderson Consulting, 1999), on a fait le point de toute une gamme d'activités de surveillance sur la qualité de l'eau dans la région de la baie de Shediac, telles que suivies par plusieurs organismes gouvernementaux, y compris les ministères



de la Santé et de l'Environnement, du Développement économique, du Tourisme et de la Culture (responsable des parcs) du Nouveau-Brunswick ainsi qu'Environnement Canada. On a effectué un échantillonnage à proximité d'un bon nombre de sources connues ou soupçonnées ou de points chauds pour la contamination bactérienne ou la décharge des bactéries. Pendant les mois d'été, à de nombreux endroits d'échantillonnage, on a observé une grande turbidité et des dénombrements élevés de coliformes. Par exemple, en 1998, tous les sites sauf un avaient au moins un échantillon dépassant les lignes directrices applicables pour les bactéries (recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada).

Sur la base des données disponibles, les auteurs du rapport Henderson ont spéculé que des endroits démontrant une contamination bactérienne « chronique » ont été influencés par « des décharges des systèmes d'égout résidentiels et industriels, par des ruissellements provenant de l'agriculture ou de pâturages ou des deux ». Les marinas de Shediac et de Pointe du Chêne ont été notées comme des endroits où la qualité de l'eau était généralement bonne. Pour tous les sites faisant l'objet de l'échantillonnage, d'autres sources possibles de bactéries énumérées comprenaient les eaux usées provenant des motels, les raccordements entrecroisés des usines de transformation de mollusques, les fosses septiques des chalets, et des bateaux locaux. Il importe de noter que toutes ces attributions à des sources étaient le fruit de la spéculation et étaient fondées sur des preuves anecdotiques, car il n'y avait pas, à l'époque, d'étude à l'aide des indicateurs ou d'autres investigations approfondies qui auraient pu relier, de façon définitive, des sources ou des régions spécifiques aux dénombrements élevés de bactéries qu'on avait mesurés. Néanmoins, les travaux effectués pour enquêter sur les problèmes de la qualité de l'eau vers la fin des années 1990 sont utiles pour le contexte et les données qu'ils fournissent.

Le rapport Henderson a conclu en notant qu'une variété de catégories de sources (telles que notées ci-dessus) contribuaient au problème de la qualité de l'eau dans la baie de Shediac. Les auteurs ont noté également que certaines sources additionnelles, telles que la faune, les nageurs et les chiens, pourraient être également des facteurs contributifs importants. Ce rapport a présenté également une série de recommandations concernant la surveillance, la planification, la gestion et les investigations futures dans la région, plus particulièrement à la plage de Parlee.

### ***Modelage marin***

Une autre étude pour accompagner le rapport Henderson, produite également en 1999, a porté sur la zone d'influence potentielle concernant la qualité de l'eau à la plage Parlee, en modélisant les courants des marées et des écoulements marins dans la baie (Coastal Ocean Associates, 1999). Cette étude, malgré sa brièveté et son caractère exploratoire, a pu arriver à une conclusion que la dérive nette du rivage était vers l'ouest, et que l'advection des marées est susceptible d'apporter des décharges marines à la plage à partir des endroits se trouvant à des distances de 1,5 km de l'est et de l'ouest.

### ***Rapport de classification des eaux de l'ABVBS de 2003***

Poirier (2003) a résumé les résultats de l'échantillonnage de l'eau qu'on avait effectué sur les bassins versants des rivières Shediac et Scoudouc au cours de la période 2000-2002. Des exemples des endroits d'échantillonnage sont montrés à la figure 4. En général, les résultats indiquaient que la qualité de l'eau dans les deux bassins versants était généralement bonne, bien qu'on ait constaté plusieurs dépassements des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : Protection de la vie aquatique pour l'aluminium, le calcium et le fer.



Figure 4 Emplacements des sites de surveillance utilisés aux fins de la classification des eaux en 2000-2002

On a mesuré à l'occasion des niveaux élevés de  $\text{NO}_3$  et de  $\text{NO}_2$  dans la rivière Shediac ainsi que des concentrations élevées de phosphore dans la rivière Scoudouc. En outre, on a observé des concentrations élevées d'*E. coli* à de nombreuses stations. Bien qu'on ait fait remarquer que la source des BICF aurait pu être des tas de fumier, des fosses septiques débordantes ou la faune, le travail de classification des eaux ne comprenait pas d'enquête ou de détermination systématique de sources spécifiques d'*E. coli*.

#### **Investigations et rapport par l'ABVBS de 2016**

En 2015-2016, l'Association du bassin versant de la baie de Shediac a mené une campagne de surveillance de la qualité de l'eau dans la baie de Shediac. Les résultats de la campagne sont résumés par Weldon et Donelle (2016). Des échantillons d'eau marine ont été prélevés à 11 sites autour de la baie pour un total de 10 occasions au cours des étés de 2015 et de 2016.

On a analysé ces échantillons pour des coliformes fécaux. Certaines autres données physiques, telles la température et la salinité, ont été enregistrées également. Des dénombrements élevés de coliformes, dépassant les recommandations pour la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives, ont été observés à de multiples dates au cours des deux saisons, et dans la plupart des sites d'échantillonnage, il y avait au moins une occasion où des valeurs élevées ont été constatées. Les dénombrements de coliformes les plus élevés ont été mesurés le 11 octobre 2016, à la suite d'un événement de pluie d'envergure (plus de 45 mm au cours des deux journées précédentes). À cette date, des valeurs dépassaient 35 CFU/100 ml à tous les cinq sites surveillés, et ont dépassé 1500 CFU/100 ml à deux endroits. Ces résultats sont compatibles avec d'autres travaux effectués dans cette région et aussi ailleurs dans le monde, qui ont montré que les niveaux les plus élevés de coliformes apparaissent typiquement après des pluies abondantes.

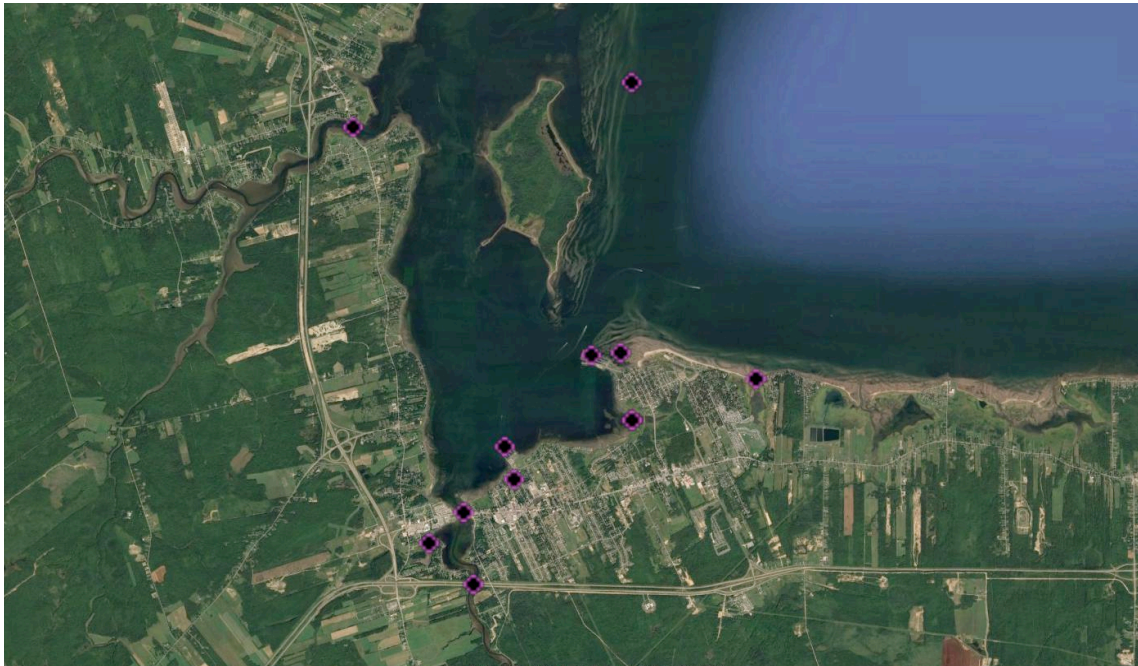


Figure 5 Sites de surveillance faisant l'objet d'un échantillonnage par l'ABVBS en 2015-2016

L'échantillonnage de 2015-2016 a montré des résultats et des schémas semblables à ceux des travaux précédents : des dénombrements élevés de coliformes peuvent se produire presque partout dans la baie et ont tendance à être le plus fréquents et avec des concentrations plus élevées tard dans la saison. Le nombre total d'échantillons et des occasions d'échantillonnage était assez petit. Les auteurs ne se trouvaient pas en mesure de faire des conclusions définitives concernant l'importance de différentes sources potentielles, sauf pour faire remarquer que l'épandage du fumier sur les champs de ferme à l'automne aurait pu être important à un endroit, et à un autre endroit, des niveaux élevés de coliformes auraient pu être attribués en partie à la proximité d'un radeau de nidification de sternes.

### **Analyses d'ADN**

On a effectué des analyses d'ADN sur des échantillons prélevés en 2016 à cinq endroits. Ces analyses permettent d'attribuer l'origine de tout coliforme détecté à divers groupes de mammifères ou d'oiseaux. Les constatations provenant de ces analyses indiquaient que des coliformes provenant des humains, du bétail et des chiens étaient les plus courants, en outre, on a trouvé des coliformes de mouettes à un endroit et de cochons à un autre. Il n'est pas possible d'arriver à des conclusions détaillées à partir d'échantillons prélevés à une date unique et dans un petit nombre d'endroits. Néanmoins, cette information donne une certaine indication que la charge des coliformes observée se compose de bactéries provenant de sources multiples. Des travaux antérieurs (Henderson 1999) ont fait naître la spéculation que la faune et les chiens pourraient y apporter une contribution, et ces analyses ont appuyé cette opinion. Il convient toutefois de reconnaître quelques mises en garde. Des analyses génomiques basées sur une banque de données de référence de peu d'envergure et élaborée localement peuvent produire des résultats trompeurs. Des faux positifs sont possibles dans cette situation (Edge, 2017, communication personnelle).

### **Autres activités de surveillance**

En plus des études de 1999 et de 2006 qui avaient pour but d'évaluer des conditions dans la baie du point de vue des effets de la contamination bactérienne sur l'agrément général et l'utilisation des eaux, des plages et de l'environnement local, il y a eu d'autres activités de surveillance et des enquêtes occasionnelles liées à des projets de recherches universitaires, l'évaluation de l'habitat des mollusques, des relevés de bassins versants dans le but d'en arriver à une classification des bassins versants locaux, et une surveillance des ruisseaux et des rivières par le personnel du gouvernement provincial. L'échantillonnage marin le plus important a été effectué à l'appui du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM). Les eaux côtières sont surveillées tous les ans afin d'appuyer le PCCSM et des rapports sont produits tous les trois ans (Richard, 2017). La figure 6 montre les différents endroits où on a prélevé des échantillons au cours de la période de 1940 à 2016 dans la baie de Shediac et les environs dans le cadre de divers programmes pour lesquels des données sont disponibles (cette information est tirée principalement de l'ouvrage de Campbell et de Corkum, 2017). Les sites d'échantillonnage sont indiqués par codes de programme, et des détails sont fournis dans le sous-titre de la figure.

### **Sondages RCBA**

Le Réseau canadien de biosurveillance aquatique (RCBA), qui est supervisé par Environnement et Changement climatique Canada, organise des évaluations périodiques des rivières et des bassins versants par l'échantillonnage des collectivités d'invertébrés. Ces évaluations permettent de mieux comprendre la vie aquatique et la qualité des eaux. Des événements d'échantillonnage ont eu lieu sur les bassins versants de Shediac et de Scoudouc en 2012, 2014, 2015 et 2016. Les endroits d'échantillonnage sont montrés à la figure 7. Bien que les résultats des sondages d'invertébrés ne fournissent aucune mesure spécifique des concentrations de bactéries dans les cours d'eau, certains assemblages d'invertébrés sont des indications d'une dégradation de la qualité de l'environnement. Cette information peut être utile pour mettre le doigt sur des endroits où une investigation plus approfondie est justifiée afin de déterminer les causes de telles incidences néfastes.

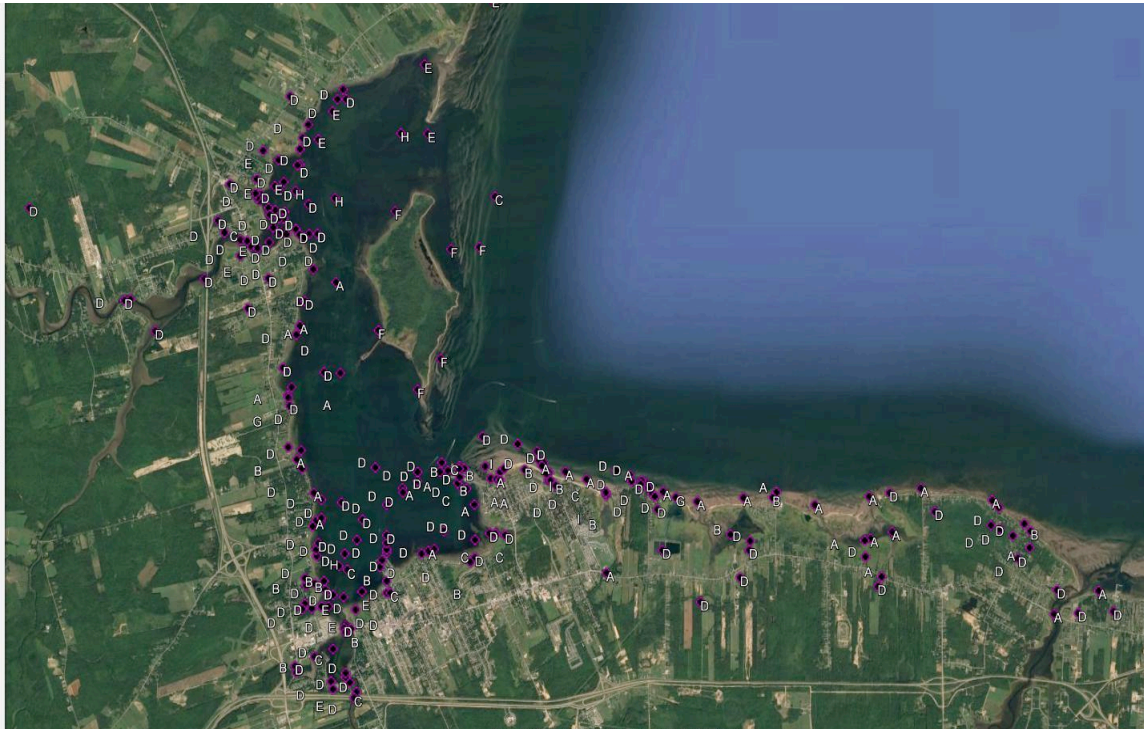
### **Échantillonnage sur la plage**

En plus de la surveillance à l'échelle du bassin versant qu'on a mentionnée ci-dessus, des mesures de concentration de bactéries (à la fois des entérocoques et d'*E. coli*) ont été effectuées au cours de la plupart des saisons d'été à la plage Parlee depuis les années 1990. Des dénombrements élevés (dépassant 100 CFU/100 ml) ont été observés dans la plupart des années, surtout tard dans la saison. Même s'il y a certains éléments probants d'une variation d'une année à l'autre dans les résultats qui serait peut-être attribuable à des différences de la météo, la majorité des résultats se trouvent à l'intérieur d'une enveloppe semblable de valeurs dans la plupart des années. Pendant toute la période d'observation, on n'a pas maintenu, semble-t-il, d'uniformité parfaite concernant les délais d'échantillonnage, les emplacements, les marées et les méthodes analytiques. Ce manque d'uniformité ajoute aux difficultés d'interprétation des résultats.

### **Surveillance en permanence**

Bien qu'il n'y ait pas de site à l'intérieur des bassins versants de Shediac et de Scoudouc, ils font l'objet d'une surveillance de routine par le MEGL dans le cadre de son réseau de surveillance de l'eau de surface (MEGL du Nouveau-Brunswick, 2017a), l'ABVBS continue d'être active dans la région, et l'on peut s'attendre à ce qu'elle poursuive son échantillonnage sur ses sites établis (figure 4) et

entreprenne également d'autres échantillonnages spécifiques au projet à d'autres endroits dans les bassins versants. Le sondage du PCCSM des mollusques et du RCBA se poursuit aussi en permanence, tout comme l'échantillonnage régulier à la plage Parlee même à l'appui de l'utilisation de la plage par le public au parc provincial.



(Basé sur des données résumées par Campbell et Corkum, 2017)

Figure 6 Emplacements des sites échantillonnés dans le cadre de divers programmes et études (1940 à 2016)

Sous-titre pour les points tracés (selon l'ouvrage de Campbell et de Corkum, 2017) :

- A Plan de relevé d'Environnement Canada pour le bassin versant de Shediac 2001
- B Investigation de l'ABVBS, partie 4, 1998
- C Échantillonnage de l'eau dans la baie de Shediac, 2015-2016, ABVBS.
- D Relevés de mollusques par EC (divers)
- E B.J. Richards et C.G. Roberts, Environnement Canada. NB-07-010-001(EP-AR-93-1) Rivière Shediac et port 1993
- F Patrice Godin et Bernard Richard, NB-07-010-003 (ST-AR-2013-22-A) Île de Shediac, 2004-2013.pdf
- G Baie de Shediac 2002
- H J.S.S. Lakshminarayana et L. Jean-Pierre, « Changements dans les populations de coliformes des eaux riveraines de la baie de Shediac au Nouveau-Brunswick », *The Science of the Total Environment*, vol. 3 (1975), p. 293-300.
- I Indice de temps de réponse du 30 juin au 21 août 2016 à la plage Parlee, Laura Booth



Figure 7 Emplacements des sites échantillonnés dans le cadre du programme de surveillance des invertébrés du RCBA

Les tracés de site indiquent l'année d'échantillonnage : 12 = 2012, 14 = 2014, etc.

## Ce qu'on a appris des études locales précédentes

Aux fins du présent ouvrage, l'information concernant les concentrations de bactéries ou les sources de BICF sont d'un intérêt primordial, par opposition à d'autres mesures de la qualité de l'eau. Compte tenu de cette réserve, on peut offrir les conclusions suivantes :

- Des concentrations élevées de BICF ont été observées dans de nombreuses parties du système terrestre/marin combiné, et ce, sur de nombreuses années.
- Les concentrations de bactéries ont tendance à être très variables dans l'espace et dans le temps.
- La qualité de l'eau dans les bassins versants majeurs est bonne en général, bien que des cas de détérioration se produisent de temps à autre.
- Il y a souvent une corrélation entre les dénombrements élevés de bactéries à la plage Parlee et les événements de précipitation majeurs.
- Des sources de bactéries identifiées et suggérées par des relevés et des études spécifiques ont compris : décharge des eaux usées des systèmes résidentiels ou commerciaux; effluent du traitement des eaux usées; déchets industriels (y compris les déchets des usines de transformation de poisson); le bétail / l'agriculture; le ruissellement des eaux pluviales; la faune; les animaux de compagnie; les nageurs; les vidanges des bateaux.

Ces constatations correspondent aux expériences constatées dans de nombreux endroits à travers le monde où des problèmes de contamination bactérienne ont fait l'objet d'une investigation.

Depuis les premières études effectuées dans les années 1990, on a apporté plusieurs changements dans ce secteur qui aurait dû éliminer ou tout au moins réduire l'impact potentiel de certaines des sources. Par exemple, les locaux qui se trouvent sur le quai de Pointe-du-Chêne sont maintenant tous branchés au système des eaux usées à canalisation et les eaux usées sont traitées dans l'installation de la Commission des égouts de Shediac et banlieues. Les systèmes de désinfection à cette usine de traitement ont été modernisés.

Les fosses septiques pour les ménages individuels sont maintenant rares ou inexistantes dans les zones aménagées se trouvant sur les terres immédiatement adjacentes à la plage de Parlee. Cependant, les expériences constatées ailleurs ont démontré que des raccordement entrecroisés souterrains entre la tuyauterie sanitaire et les tuyaux des eaux pluviales ou d'autres tuyaux de drainage sont souvent constatées (p. ex., Hyer, 2007, Edge et Hill, 2007). De tels raccordement entrecroisés peuvent représenter l'héritage d'anciennes tuyauteries abandonnées, de jonctions de tuyau réparées ou improvisées à la suite d'excavation pour le drainage ou pour d'autres travaux souterrains, ainsi que des tuyauteries endommagées par le passage de machinerie lourde, par le soulèvement dû au gel, ou par la défaillance des matériaux provoquée par le vieillissement des tuyaux. Il se peut que ces types de jonctions ne soient actifs que de façon irrégulière pendant des périodes d'eaux souterraines élevées ou de précipitations abondantes. De tels raccordement entrecroisés peuvent entraîner des charges importantes de BICF dans les mélanges d'eaux pluviales et d'eaux usées déchargées, et peuvent exister dans des endroits inattendus qui rendent leur détection difficile.

La plupart, sinon toutes les causes ou sources suggérées comme contribuant à la contamination bactérienne à la plage Parlee qu'on a constatées dans des travaux précédents avaient un caractère essentiellement spéculatif, en ce sens qu'on n'avait pas établi une chaîne claire de causalité ou d'impacts entre la ou les sources et le système récepteur. Des travaux supplémentaires devraient rétrécir les lacunes qui restent dans nos connaissances et notre compréhension, et améliorer la confiance générale dans les conclusions. Étant donné les complexités en cause, de tels efforts devraient sans doute exiger des dépenses importantes en temps et en effort.

## **Ce qu'on a appris d'autres études pertinentes**

De nombreuses études intensives de la contamination bactérienne dans les bassins versants et les plages ont démontré qu'il n'y a pas de « solution magique » ni pour la surveillance ni pour l'évaluation. Cette situation est attribuable aux grandes complexités des environnements du monde réel qui impliquent des êtres vivants, dont certains ont fait l'objet de description ci-dessus. Cependant, une démarche fondée sur le poids de la preuve a le potentiel d'inspirer une confiance suffisante pour guider toutes les activités nécessaires de réduction ou de contrôle (p. ex., Gilpin, Gregor et Savill, 2002, Hyer, 2007). La surveillance systématique est une composante clé de cette démarche.

## **Survie des bactéries dans les sédiments, le sable et le sol**

Traditionnellement, la présence des BICF a été considérée comme indiquant une contamination nouvelle et récente par des déchets fécaux. Cette supposition se fonde sur l'hypothèse que la bactérie *E. coli* ne peut survivre que pour un temps limité dans un environnement riche en oxygène, et à l'extérieur de l'environnement chaud du corps d'un mammifère. Plus récemment, une certaine accumulation d'éléments probants démontre que la bactérie *E. coli* n'est pas seulement capable de survivre pendant de longues périodes dans l'environnement dans des régions à climat tempéré, mais aussi de persister et de se reproduire dans le sol. On donne ici quelques exemples à titre d'illustration. Ce phénomène complique les investigations de la contamination par des BICF, car il peut y avoir une

variété de zones de sources susceptibles de contribuer à la charge des coliformes dans les environnements récepteurs, même si les sources des bactéries à l'origine (qui sont, on présume, plus concentrées) sont bien gérées et contrôlées.

Dans une étude de la dynamique bactérienne concernant la partie sud du lac Michigan, Whitman et coll. (2006) ont constaté que la bactérie *E. coli* persistait dans le système fluvial et lacustre, y compris les sols des forêts, les sédiments entourant des sources, les zones d'infiltration des rivages, les marges des ruisseaux et des bassins, le sable de la zone intertidale, et l'eau de surface, et que le chargement de fond de toute l'année provenant de ces composants peut influencer la qualité de l'eau des plages. Ils ont démontré également qu'après la stérilisation de parcelles de sol local, des bactéries coliformes du sol adjacent ont réussi à coloniser ces parcelles en quelques semaines, indiquant l'existence de populations de bactéries viables et naturalisées. On a démontré également que des entérocoques peuvent persister dans le sable et les sédiments (p. ex., Sadowsky et Whitman, 2011, Pigott et coll., 2012).

Burton et coll. (1987) ont rapporté des concentrations de BICF dans des sédiments qui étaient de nombreuses fois (de 100 à 1000 fois) plus élevées que l'eau sus-jacente. Leur travail a démontré que ces concentrations plus élevées rapportées étaient attribuables en partie à une plus grande survie dans les sédiments (pendant de nombreux mois). Il faut remarquer que la suspension de nouveau de bactéries peut expliquer, en partie, les concentrations de BICF erratiques que l'on rencontre souvent dans les programmes de surveillance des eaux.

Boutillier et coll. (2008) ont examiné le sort et la survie des bactéries coliformes dans des terres humides aménagées pour traiter des déchets agricoles dans la ville de Truro, en Nouvelle-Écosse. Ils ont rapporté que les températures froides de l'hiver peuvent augmenter la survie de bactéries dans ces systèmes de terre humide, diminuant ainsi la capacité de la terre humide de réduire les concentrations de bactéries pendant les mois d'hiver.

Whitman et coll. (2014) ont présenté un examen approfondi des recherches concernant les BICF dans le sable des plages. Ils font remarquer que dans diverses études des plages, on a trouvé que des oies, des mouettes, des chiens et des humains font les plus grandes contributions aux BICF. Il est important de noter que les auteurs rapportent que les BICF peuvent persister et se reproduire dans des environnements secondaires tels que le sable, le sol, les sédiments et les algues marines. Quand ce phénomène se produit, les bactéries sont regardées comme étant « naturalisées » dans de tels environnements – elles constituent alors des populations établies, permanentes ou semi-permanentes. La communauté microbienne dans le sable des plages peut contenir des bactéries, des champignons, des virus et des protozoaires que l'on appelle collectivement le micropsammon. Whitman et coll. sont arrivés à une conclusion importante, à savoir que la réduction des sources de pollution fécale se trouvant au large du rivage, mais à proximité (p. ex. des effluents des eaux usées) peuvent n'aboutir qu'à une amélioration limitée ou à court terme à moins que l'on ne s'attaque également à des sources de pollution fécale sur le littoral (p. ex. les déjections fécales d'oiseaux) et au micropsammon dans le sable. Cette étude comprend également un tour d'horizon détaillé du sujet, et elle est recommandée pour une lecture plus approfondie.

Edge et Hill (2007), dans une étude de contamination bactérienne sur une plage dans le port de Hamilton, sur le lac Ontario, ont trouvé que des mouettes et des oies faisaient des contributions majeures à cette contamination. Les concentrations d'*E. coli* étaient les plus élevées dans les sables mouillés de la basse plage (114 000 CFU/g de sable sec) et dans l'eau arrivant aux chevilles (177 000 CFU/100 ml). À cet endroit, les effets des eaux usées se faisaient sentir plus loin dans les eaux du lac.



La perturbation et la nouvelle suspension de bactéries provenant de sédiments ont la possibilité de toucher d'autres zones, les ensemençant de bactéries qui, dans des conditions propices, pourraient se reproduire davantage. L'environnement marin chaud et peu profond de la baie de Shediac, dans les environs de la plage de Parlee, où l'on trouve de grandes zones de sable et de vasières, semble offrir le potentiel pour le déclenchement de ce mécanisme. Cependant, en ce moment, on ne dispose pas de données qui pourraient confirmer que ce phénomène se produit.

McCulloch (2015), dans une étude réalisée en Caroline du Sud, a trouvé qu'en surveillant les bactéries dans les sédiments ainsi que dans la colonne d'eau sus-jacente, un portrait plus juste de la qualité de l'eau pourrait être obtenu.

De nombreux chercheurs ont démontré que les niveaux des coliformes fécaux dans les sédiments de lit pourraient être plus élevés, par des ordres de grandeur allant de 1 à 4, que le niveau dans l'eau sus-jacente (p. ex., Matson et coll., 1978; Irvine et Pettibone, 1993; Center for Watershed Protection, 1999, Irvine et coll. 2002).

Shibata et coll. (2004), dans une étude effectuée dans le comté de Dade, en Floride, ont utilisé un réseau d'échantillonnage spatial dense pour examiner les concentrations de bactéries dans les eaux du rivage. Ils ont trouvé les concentrations les plus élevées à des points le long du rivage, ces concentrations diminuant plus loin dans la mer. On a observé les concentrations les plus élevées de microbes au moment de la marée haute, quand la zone lavée de la plage était submergée. Les sables de la plage à l'intérieur de la zone lavée ont donné des résultats positifs pour tous les microbes indicateurs, ce qui laisse à penser que cette zone pourrait être une source de microbes indicateurs. On avait l'impression que les sources de microbes pourraient comprendre les humains, les animaux et possiblement la survie et la nouvelle croissance des microbes indicateurs dans la zone de la plage/intertidale. Les conditions d'humidité et les températures dans cette zone sont propices pour la survie et la reproduction des bactéries qui y sont protégées contre les effets stérilisants de la lumière UV (lumière du soleil).

Les vasières tidales s'étendent dans les eaux jusqu'à une distance de 300 mètres à proximité de Pointe-du-Chêne, et de 50 à 75 mètres à la plage Parlee (Henderson 1999). Selon toute probabilité, ces zones jouent un rôle important dans la dynamique bactérienne à proximité de la plage, étant donné que ces vasières sont fréquentées par de grands nombres d'oiseaux de rivage, y compris les pluviers, les bécasseaux et les bécassines des marais. Ces oiseaux se réunissent sur les vasières pour se nourrir de vers marins et de mollusques (Campagne, 1997). Ces vasières pourraient servir de réservoir pour des bactéries mobilisées de nouveau par les courants des marées. Pour leur part, les oiseaux fournissent au système de nouveaux intrants de coliformes.

Converse et coll. (2012), dans une étude de la qualité de l'eau d'une plage sur le lac Michigan, ont démontré une baisse dramatique de la bactérie *E. coli* et des entérocoques dans les eaux balnéaires quand on chassait les mouettes de la plage. Pramod et coll. (2014), ont constaté également que des oiseaux constituaient une source importante des BICF qui se trouvaient sur les plages.

## ***Techniques spécialisées de détermination des sources***

### **Suivi des sources microbiennes (SSM)**

Le suivi des sources microbiennes comprend diverses méthodes d'enquête sur la contamination fécale qui comprennent l'utilisation des BICF, mais vont au-delà de celle-ci. Le SSM est une approche évolutive qui peut recourir à toute une gamme de techniques génomiques sophistiquées. C'est un domaine en évolution, et de nouvelles méthodes sont continuellement déterminées et mises à

l'épreuve.

En 2006, un grand atelier consacré au sujet du suivi des sources de contamination microbienne a eu lieu dans la ville de Burlington, en Ontario. Une conclusion importante qui s'est dégagée de cet atelier est qu'il n'y a pas de meilleure méthode acceptée par tout le monde pour appliquer ce genre de technique. Les méthodes de SSM rentrent toujours dans la catégorie de la recherche appliquée et n'ont pas encore évolué au stage où une méthode normalisée, disponible sur le marché, pourrait être sélectionnée pour une question ou application donnée (confirmé par communication personnelle avec T. Edge, Ph. D., en mai 2017). Bien que les méthodes de SSM puissent offrir des éclaircissements utiles de certains problèmes de contamination bactérienne, on devrait typiquement poursuivre de multiples pistes afin de résoudre les problèmes de suivi des sources de la pollution fécale. Même s'il y a plusieurs études de laboratoire qui appuient l'utilisation des démarches tributaires des banques de données de référence pour le SSM, on a remis en question leur précision dans des situations d'étude sur le terrain parce qu'on a rencontré plusieurs problèmes concernant les organismes ciblés, la stabilité des marqueurs utilisés et des protocoles d'échantillonnage peu efficaces. Les méthodes à base de banques de données de référence, comme celles qui se fondent sur l'examen de la bactérie *E. coli*, avaient été regardées également comme ayant le défaut de produire des taux élevés de classifications erronées et de nécessiter le recours à des banques de données toujours plus grandes afin de représenter la diversité d'isolats potentiels de la bactérie *E. coli*, provenant de sources fécales.

Staley et Edge (2016) ont utilisé des méthodes de suivi des sources microbiennes pour enquêter sur les enjeux de SSM concernant des plages de la région de Toronto sur le lac Ontario. Dans leur examen des sites à l'échelle du bassin versant de la rivière Humber, ils ont trouvé des BICF le long de la rivière et sur la plage. Des indicateurs de contributions provenant de sources humaines et aviaires se trouvaient partout, mais le signal aviaire (mouettes) était le plus fort sur la plage. Certains marqueurs indiquant la présence de ruminants ont été trouvés le long de la rivière, mais n'étaient pas vus sur la plage. Les auteurs ont conclu que de multiples méthodologies de SSM peuvent produire une valeur ajoutée importante pour l'interprétation des données de BICF afin d'évaluer plus complètement des sources de contamination fécale et des risques pour la santé publique, et aussi pour guider les stratégies de remédiation rentables.

Staley et coll. (2016) ont recouru à un éventail de techniques de suivi des sources chimiques et de contamination microbienne pour faire des investigations des BICF sur la rivière Humber, en Ontario. Ils ont constaté une contamination étendue par des eaux usées d'origine humaine dans les exutoires des eaux pluviales et partout dans le bassin versant urbain. Ils ont constaté également que même si les marqueurs de SSM étaient utiles pour déterminer la contamination par des eaux d'égout brutes, l'utilisation supplémentaire des méthodologies de SSM assurait une identification plus fiable des sources de contamination fécale et ont aidé à atténuer l'influence éventuelle de facteurs confusionnels liés au seul recours à des méthodes de SSM.

En plus des références citées ci-dessus, on peut consulter un tour d'horizon de base utile de SSM au site suivant d'Environnement Canada :

<https://www.ec.gc.ca/raps-pas/default.asp?lang=Fr&n=58AC19A1-1>

### **Suivi des sources chimiques**

Le suivi des sources chimiques (SSC) tire parti du fait qu'il y a de nombreuses substances qui sont libérées dans des flux de déchets par l'activité humaine et qui peuvent servir de traceurs. Ces substances sont souvent persistantes et n'ont pas de sources naturelles qui pourraient compliquer l'interprétation. Par exemple, il n'y a pas de source naturelle des agents fluorescents d'avivage ajoutés aux détergents. Si ces substances se trouvent dans l'environnement, leur présence est donc

attribuable à l'activité humaine. Les substances qu'on utilise dans le SSC comprennent des produits chimiques industriels, des produits pharmaceutiques et d'autres substances qui peuvent être tracées directement à la contamination fécale. Elles se trouvent typiquement dans les eaux de surface ou dans des eaux pluviales touchées par des eaux usées dans des concentrations allant de quelques microgrammes à des nanogrammes par litre.

Le tableau présenté ci-dessous énumère plusieurs substances qui figurent souvent dans les études de SSC. Les données dans ce tableau sont basées sur les références citées dans la présente section.

<b>Substance</b>	<b>Notes</b>
Caféine	Ubiquiste et dont la présence persiste assez longtemps dans des eaux usées provenant de l'activité humaine.
Agents fluorescents d'avivage (AFA), appelés également des agents d'avivage optiques	Utilisés dans des détergents à lessive; persiste assez longtemps dans les eaux usées. Solubles dans l'eau.
Carbamazépine	Médicament anticonvulsivant qui se retrouve dans la plupart des eaux usées d'origine humaine.
Agents tensioactifs (divers)	Se trouvent couramment dans les eaux usées.
Cotinine	Produit métabolique de la nicotine. Se trouve couramment dans les eaux usées.
Coprostanol	Un ratio coprostanol/cholestanol supérieur à 0,5 indique une contamination par les eaux usées.
Menthol	Fragrance
Scatole	Fragrance
Triclosan	Antimicrobien utilisé dans un grand nombre de produits de consommation
Phtalate de diéthyle	Plastifiant
Phtalate diéthylhexyle (DEHP)	Plastifiant
Galaxolide	Fragrance
Tonalide	Fragrance
Acétaminophène	Analgésique
Acésulfame	Édulcorant artificiel

Standley et coll. (2002) ont utilisé divers traceurs moléculaires pour déterminer des signaux d'eaux usées et d'effluents agricoles dans des eaux réceptrices. Les indicateurs dont les auteurs se sont servis comprenaient notamment la caféine, les stéroïdes fécaux (pour le suivi des sources de matière fécale telles que les humains, les fumiers agricoles et la faune), la caféine et les fragrances (utilisées pour aider à séparer les sources humaines de matière fécale des sources agricoles et d'origine faunique), et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (utilisés pour suivre le ruissellement des chaussées).

Les stérols et les stanols fécaux, la caféine, les détergents, les agents d'avivage de lessive, les ingrédients des fragrances et les produits pharmaceutiques sont parmi les produits chimiques que l'on propose comme marqueurs de la pollution fécale (Elhmmali et coll. 2002; Roser et coll. 2003; Glassmeyer et coll. 2005).

Derriena et coll. (2012) ont également utilisé six composés de stanol (à savoir coprostanol, épiscoprostanol, campestanol, sitostanol, 24-éthylecoprostanol et 24-éthylepicoprostanol) comme agents de discrimination pour déterminer l'origine de la contamination fécale dans les eaux de surface.

Sankararamakrishnan et Guo (2005) ont examiné les concentrations de caféine, d'agents tensioactifs anioniques, du fluorure et d'agents fluorescents d'avivage (AFA) comme indicateurs chimiques de la contamination de l'eau par les BICF. Ils ont trouvé une forte corrélation entre les dénombrements des coliformes fécaux et les valeurs des paramètres chimiques. En outre, une forte corrélation parmi les paramètres chimiques a laissé à penser qu'un seul de ceux-ci pourrait suffire comme traceur chimique pour détecter la présence des intrants humains.

Sauvé et coll. (2012) ont testé l'efficacité de la caféine et de la carbamazépine (un anticonvulsivant courant) comme traceur chimique des eaux usées. Ils ont trouvé que la caféine avait une forte corrélation avec les dénombrements de coliformes fécaux. Tous les échantillons d'eau ayant une teneur en caféine supérieure à 400 ng/l – un seuil arbitraire sélectionné par les auteurs – étaient contaminés avec des coliformes fécaux à des concentrations dépassant 200 CFU/100 ml.

Hyer (2007) a adopté une démarche à traceurs multiples pour son investigation intensive des incidences des eaux usées sur des cours d'eau urbains dans un bassin versant en Virginie. Dans cette étude, on a pu déterminer des incidences des eaux usées d'origine humaine par le recours à une série de composés indicateurs des sources chimiques. Les chercheurs ont constaté qu'une conductance spécifique relativement haute, la chlorure, le bore, le ratio chlorure/bromure, les agents tensioactifs et les bactéries coliformes fécales, réunis à des concentrations relativement faibles de l'oxygène dissous, ont fourni des éléments probants de la contamination par des eaux usées. Cette étude est un bon exemple de l'application d'une multiplicité de techniques dans l'investigation de la contamination par des bactéries à l'échelle d'un bassin versant, et on la recommande pour consultation ultérieure.

### **Sources bactériennes**

Dans le tableau présenté ci-dessous, certaines sources potentielles sont énumérées qui peuvent contribuer à la contamination par des BICF. Ces sources figurent sur la liste dans aucun ordre particulier, et la liste n'est pas forcément complète. La présentation d'une source donnée comme zone ou comme source ponctuelle n'est pas toujours une distinction rigoureuse.

<b>Sources potentielles de contamination bactérienne</b>	<b>Type de source</b>
Bateaux qui déchargent des vidanges	Zone
Faune (mammifères, oiseaux)	Zone
Fèces des animaux de compagnie (sur les rues, les sentiers ou les plages)	Zone
Fermes – bétail en pâturage, épandage du fumier	Zone
Abreuvement du bétail dans des ruisseaux	Zone
Décharge des déchets résidentiels	Zone
Ruissellement de routes, de sentiers et terrains de stationnement (eaux pluviales)	Zone/ Ponctuelle
Opération des camions de pompage des fosses septiques	Ponctuelle

Zones d'étape des bennes à rebuts	Ponctuelle
Usines de transformation du poisson ou des mollusques	Ponctuelle
Abattoirs, conditionnement et traitement de la viande	Ponctuelle
Décharges/lieux d'enfouissement/stations de transfert	Ponctuelle
Terrains de camping, parcs pour caravanes	Ponctuelle
Infrastructure des systèmes d'eaux usées	Ponctuelle
Usines et lagunes pour le traitement des eaux usées	Ponctuelle
Fermes et parcs d'engraissement pour le bétail, les porcs, la volaille, autres animaux	Ponctuelle
Fosses septiques résidentielles ou commerciales	Ponctuelle/Zone
Opérations de compostage	Ponctuelle/Zone

### ***Transport des bactéries***

Les bactéries peuvent entrer dans l'eau à travers des sources ponctuelles ou non ponctuelles (zone) de contamination. Les sources ponctuelles sont celles que l'on peut déterminer facilement et leurs décharges se font typiquement par un tuyau. Les sources non ponctuelles ou zonales sont celles dont les origines s'étendent sur une superficie importante et il peut être difficile de les tracer jusqu'à un point de départ spécifique. Les sources non ponctuelles sont aussi régies d'habitude par des conditions hydrologiques. Parmi les exemples de sources non ponctuelles, on peut citer les champs agricoles et les agglomérations. Dans de tels cas, la contamination peut provenir de tas de fumier, de parcs d'engraissement, ou de bétail, donc la défécation se fait directement dans les ruisseaux. Dans les agglomérations, des déchets chargés de bactéries, tels que les excréments d'animaux de compagnie et de la faune, s'accumulent sur les surfaces imperméables, et peuvent être charriés par la suite dans des cours d'eau à travers des systèmes des eaux pluviales. Whitman et coll. (2014) ont fait remarquer que le degré d'urbanisation d'un bassin versant est l'un des plus grands facteurs prédictifs d'une abondance de bactéries indicatrices de contamination fécale.

L'eau ayant des concentrations élevées de BICF peut être libérée dans le souterrain ou près de la surface à partir de tuyaux d'eaux usées cassés (que l'on appelle souvent des « lignes latérales »), par exemple, des tuyaux qui relient des résidences à la canalisation d'égout dans la rue. Ces tuyaux sont parfois endommagés par des travaux d'excavation, par l'affaissement ou la corrosion, ou par la machinerie lourde qui se déplace sur la surface immédiate. Les fosses septiques résidentielles ou les réservoirs de rétention peuvent subir toute une gamme de pannes semblables entraînant la libération d'eau polluée. Selon la porosité du sol et les caractéristiques géologiques du substrat rocheux, des canaux de haute conductivité hydraulique peuvent également permettre à ces flux d'eau polluée de se déplacer sur des distances importantes. Ces eaux impactées peuvent alors entrer dans des canaux ouverts à l'atmosphère et peuvent polluer des ruisseaux, des lacs ou d'autres étendues d'eau.

À la surface ou près de la surface, des bactéries peuvent être transportées dans le ruissellement de surface pendant la fonte de la neige au printemps ou à tout autre moment quand le taux de précipitation dépasse le taux d'infiltration dans le sol. Des bactéries peuvent également se déplacer dans le sol dans les flux souterrains, et monter ensuite pour rejoindre les eaux de surface. Des bactéries peuvent être transportées librement par suspension dans l'eau ou par des films d'eau, et peuvent s'attacher également à des particules de sol ou de sédiment. Pendant les périodes de saturation du sol et de ruissellements élevés, les égouts sanitaires ou les stations de pompage peuvent être inondés par l'eau de surface, provoquant ainsi des décharges incontrôlées d'eau contaminée par les

BICF dans l'environnement.

### **Fonction de transfert pour la prédiction des concentrations de BICF**

Il y a, en règle générale, une corrélation positive marquée entre le taux de précipitation (et par conséquent le taux de ruissellement), la charge des sédiments dans les eaux de surface, et les dénombrements ou concentrations de bactéries. Un écoulement plus rapide de l'eau de surface est capable de mobiliser et de suspendre une plus grande quantité de sol ou de particules de sédiment, ou de laver des matières accumulées des chaussées, des toits et des terrains de stationnement. Les bactéries sont plus abondantes dans le sol et les sédiments, et par conséquent, un ruissellement plus important entraîne des concentrations plus élevées dans les eaux réceptrices. La turbidité, qui est une mesure de l'opacité optique de l'eau, augmente directement en fonction de la charge des sédiments. Il y a donc, en règle générale, une corrélation positive marquée entre la turbidité et les concentrations de bactéries.

Kistemann et coll. (2002) ont examiné le rapport entre la turbidité et la charge microbienne dans l'eau de surface. Lawrence (2012), dans une étude menée dans l'état de Géorgie, a utilisé la régression multiple pour établir une relation entre la densité d'*E. coli*, la turbidité, les caractéristiques des flux d'eau et la saison à deux sites. L'équation de régression a expliqué 78 pour cent de la variabilité dans la densité d'*E. coli* par la variabilité dans les valeurs de turbidité, les flux d'eau, la saison (froide ou chaude) et un terme d'interaction qui est le produit croisé de l'écoulement fluvial et de la turbidité. On a mis le modèle à l'épreuve par rapport à des données indépendantes, et on a pu prédire la densité d'*E. coli* en temps réel aux deux sites, à l'intérieur des intervalles de prédiction de 90 pour cent dans les équations.

Aldom et coll. (1997) ont utilisé un système de prédiction basé sur les conditions de vent et de météo pour des plages sur le lac Huron. Ils ont trouvé que des niveaux élevés d'*E. coli* se produisaient, à quelques exceptions près, quand les vents se dirigeaient vers le rivage à une vitesse d'environ 0 à 40 km par heure. En revanche, les niveaux d'*E. coli* les plus bas se produisaient quand la hauteur des vagues était réduite et les vents partaient du rivage. Dans leur communication, les auteurs ont attiré l'attention du lecteur au fait que le processus de prise de décision portant sur la fermeture des plages est normalement vicié par le fait que des résultats de l'échantillonnage bactériologique et des analyses connexes ne sont d'habitude disponibles qu'après 32 à 36 heures au plus tôt. Cela permet d'apprécier la valeur importante d'un système de prédiction fondé sur des données en temps réel ou presque en temps réel.

King (2016) a mené une étude des niveaux de BICF et d'autres variables environnementales sur la plage Edgewater, dans l'État de l'Ohio, sur le lac Érié. Les résultats des tests de corrélation ont démontré que la turbidité de l'eau avait la plus grande corrélation avec les concentrations d'*E. coli* et d'entérocoques, les deux dépassant 0,52.

Ces exemples mettent en évidence le potentiel d'élaborer des relations prédictives utiles entre les concentrations des BICF et d'autres données supplémentaires qui peuvent être mesurées plus facilement en temps réel. Cette approche est recommandée pour investigation dans le cadre des travaux futurs de surveillance et d'évaluation à la plage Parlee.

### **Pour faire le point...**

Bien que la question « Qu'est-ce qui cause des concentrations élevées de bactéries dans les eaux balnéaires à la plage Parlee? » puisse paraître très simple, l'expérience obtenue à partir des études connexes à travers le monde démontre qu'elle ne l'est pas.

Bien qu'il puisse être clair qu'une source ponctuelle évidente de pollution bactérienne influence l'environnement récepteur immédiat (immédiat en termes de mètres), il devient beaucoup plus difficile de déterminer quelles sources individuelles ou collectives sont responsables de la contamination bactérienne qui se trouve à une grande distance (centaine de mètres ou kilomètres) des sources multiples de pollution. Cette détermination devient particulièrement difficile quand l'emplacement récepteur est une plage sur l'océan; à part les conséquences possibles de vidanges de bateaux locaux, et des sources possibles de bactéries dans l'environnement même de la plage, toutes les autres sources potentielles ne se trouvent pas dans la proximité immédiate. Dans l'environnement marin, les décharges de sources multiples se mélangent, ce qui complique énormément l'identification de chaque source.

Même dans des études intensives comme celle effectuée dans le bassin versant Accotink en Virginie (Hyer, 2007), qui a porté sur 140 sites dans une région de moins de 50 kilomètres carrés, on avait encore une grande difficulté à déterminer certaines sources de contamination bactérienne. Les jonctions croisées entre les flux des eaux pluviales et des eaux usées, même quand celles-ci étaient localisées, ont souvent échappé à une explication et à une compréhension complète. Dans cette étude, on a recouru à de multiples cas d'échantillonnage chaque heure, et elle illustre combien il peut être difficile d'obtenir une compréhension parfaite du sort des bactéries et de la dynamique bactérienne, même avec l'appui de ce niveau de détail dans les données d'échantillonnage.

### **Défis**

Parmi d'autres défis importants, on peut mentionner les suivants :

- La pollution bactérienne est particulièrement difficile à évaluer parce que les bactéries ne se comportent pas comme les substances chimiques dans leur environnement. Il est possible d'utiliser une approche de bilan massique dans une région définie comme un bassin versant pour suivre de nombreux types de polluants et d'en tenir compte. Cette approche ne fonctionne pas bien avec les bactéries, parce qu'après leur libération elles peuvent soit mourir, soit se reproduire.
- Des détails sont manquants concernant le transport, le sort et particulièrement la persistance des BICF dans la baie de Shediac et ses nombreux environnements à créneaux. Même si on croyait dans le passé que des bactéries telles qu'*E. coli* avaient une durée de vie relativement courte dans l'environnement, de nombreuses études des dernières années ont démontré que ce n'est pas le cas. On a trouvé que les BICF (y compris les entérocoques) peuvent persister dans un état viable pour de longues périodes dans les sables, les sols et les sédiments, et ce, dans un vaste éventail d'environnements.
- À un emplacement receveur donné, il n'y a pas de méthode établie de surveillance et d'analyse qui permettra de déterminer quelle proportion d'une mesure, disons, d'*E. Coli*, est attribuable à diverses catégories de sources telles que les eaux usées résidentielles, le fumier agricole ou la faune. Ce commentaire s'applique notamment aux « essais d'ADN » ou d'autres techniques génomiques. De telles techniques peuvent fournir des éclaircissements utiles concernant la présence d'un indicateur d'un type de source particulier (p. ex. une contribution des oiseaux), mais ne peuvent quantifier son impact.
- Des informations détaillées sur les dynamiques hydrologiques et océanographiques dans la zone d'étude sont rudimentaires. Les rivières Shediac et Scoudouc n'ont pas de dossier de jauge hydrométrique (flux) (Burrell et Anderson, 1991). On constate une incertitude concernant les courants marins, les taux de renouvellement de l'eau et les temps de résidence.

- Le flux des eaux souterraines à de petites profondeurs dans des zones près de la côte pourrait transporter des bactéries à des eaux marines.

Des études sont déjà prévues qui pourraient trancher les deux dernières questions ci-dessus. Cela aidera à mieux comprendre la dynamique bactérienne et l'hydrologie de la région.

Malgré ces défis, un programme systématique de collecte de données et d'investigation devrait permettre de faire des progrès constants dans la compréhension des enjeux, et devrait soutenir une prise de décision améliorée dans les domaines où l'action s'impose.

## ÉLABORATION D'UNE APPROCHE DE SURVEILLANCE

On a conçu le programme de surveillance présenté dans le présent rapport en gardant à l'esprit les constatations des études locales précédentes et en passant en revue la documentation et les méthodes d'investigation qui s'emploient dans les études semblables de la contamination bactérienne à travers le monde.

Ayant pris en considération la diversité des études, rapports et communications techniques cités ci-dessus, on a retenu quelques hypothèses de base :

- Même si un programme de surveillance devrait comprendre une composante à l'échelle du bassin versant, les sources et les emplacements potentiels plus rapprochés de l'emplacement récepteur (plage de Parlee) seront probablement plus importants, et devraient recevoir une attention prioritaire.
- L'influence de la décharge de la rivière Shediac, bien qu'elle soit importante, risque d'avoir moins d'impact que les décharges provenant de la rivière Scoudouc en raison de l'emplacement, de la distance et des schémas de circulation de l'eau.
- Les plus grands intrants d'eau chargés de bactéries ont lieu pendant et après des événements de précipitation importants; par conséquent, l'échantillonnage devrait se concentrer sur ces événements.
- L'existence de la persistance des BICF dans le sable et les sédiments n'ont pas fait l'objet d'une investigation dans le passé, et méritent donc une attention particulière.
- Dans le même ordre d'idée, les eaux pluviales, qui constituent une source connue de contamination bactérienne, n'ont pas été étudiées dans la région dans le passé, et doivent faire l'objet d'une investigation.

On tient à souligner qu'il s'agit là de jugements basés sur des données disponibles et des informations et indications provenant d'autres recherches. Ces jugements devraient être révisés à mesure qu'on fera la collecte de données supplémentaires, car il se peut que des ajustements s'imposent.

## Données supplémentaires

On pourra beaucoup améliorer les résultats des tests si on obtient des renseignements supplémentaires quand les échantillons seront prélevés. On recommande vivement que les éléments suivants soient enregistrés au moment de la collecte de tous les échantillons :

**Données sur la qualité de l'eau :** à l'aide d'une sonde manuelle, enregistrer la température de l'eau, la conductivité, le pH, l'oxygène dissous et la turbidité. La turbidité en particulier peut être très utile pour relier les niveaux de BICF à des conditions environnementales, et devrait



donc être établie comme priorité.

**Des observations visuelles et autres** sur l'échantillon et sur l'eau prélevée, surtout la couleur, les odeurs, la présence de particules ou de mousses, ou toute autre caractéristique notable de l'eau échantillonnée.

**Conditions régnantes** : éléments importants de la météo (y compris toute précipitation au moment de l'observation et pendant les 24 heures précédentes, la direction et la vitesse du vent, la couverture nuageuse, la température de l'air et l'état de la marée).

**Activités à proximité** : activités qui peuvent influencer l'échantillon, p. ex. la construction, la navigation de plaisance, la foresterie, les activités agricoles ou d'aménagement de paysage, les dénombrements de la faune et tout élément jugé pertinent.

## Protocoles d'échantillonnage

La mise en œuvre de la surveillance recommandée dans le présent rapport sera probablement supervisée et gérée par le Comité directeur sur la qualité de l'eau à la plage Parlee et par la Division de la qualité et de la quantité de l'eau du ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux. En fin de compte, ces instances devront approuver tous les détails spécifiques de la collecte des échantillons, de la manutention et de la gestion, et de l'acceptabilité de toute méthode d'épreuve analytique utilisée. En grande partie, ces procédures sont bien établies, et une bonne orientation est offerte par des références existantes telles que le NB Volunteer's Guide to Water Quality Monitoring (MEGL du Nouveau-Brunswick, 2000), les *Guidelines for River Sample Collection and Lab Submission for Watershed Groups in New Brunswick* (MEGL du Nouveau-Brunswick, 2017b) et le *Guide des protocoles du CCME* (CCME, 2011).

L'obtention de données de haute qualité exige la mise en œuvre rigoureuse d'un système complet d'échantillonnage et d'analyse qui engage un personnel bien formé et respectueux des techniques d'échantillonnage acceptables, et aussi une tenue de dossiers précise et un contrôle de la qualité. Ceci est particulièrement important quand on fait l'échantillonnage de substances d'indicateur trace qui sont présentes à de très faibles concentrations. Si ces tests sont entrepris, le laboratoire qui s'occupe de l'analyse devrait fournir des consignes définitives sur la méthodologie d'échantillonnage (p. ex. échantillons de filtres obtenus pour analyse PCR ultérieures).

Le Comité directeur a indiqué qu'un spécialiste en microbiologie sera embauché pour aider la planification sur le terrain et l'interprétation des résultats. On recommande vivement que l'on accueille la prestation d'un tel expert pour réviser ces plans de surveillance, et aussi pour aider à interpréter les résultats.

## Analyses

La majorité des tests recommandés concernent *E. coli* et les entérocoques. En plus, certains sites sont recommandés pour l'analyse générale de tous les éléments de l'eau de surface, y compris les métaux traces. Une liste complète de cet ensemble est incluse dans le dossier de fichier tableur qui accompagne le présent rapport. Les renseignements supplémentaires fournis par l'ensemble pour l'eau de surface permettront une analyse et une interprétation plus détaillée des résultats, par exemple, les ratios de certains éléments/ions peuvent être utilisés comme indicateur des eaux usées d'origine humaine, comme le ratio bore/chlorure. Une analyse multivariable serait également possible, et celle-ci pourrait indiquer et éclaircir des relations et des schémas dans les résultats pour les échantillons dans différents endroits.

Pour certains endroits, l'analyse des composés indicateurs des eaux usées a été prévue. Ces substances, énumérées au tableau à la page 13, exigent des services d'un laboratoire spécialisé. La capacité d'obtenir de tels tests dépendra des ressources disponibles, mais si celles-ci sont disponibles, ces tests pourraient être utiles pour clarifier la présence de l'impact des déchets humains dans un échantillon donné, si on trouve que la contamination bactérienne est importante.

Dans le même ordre d'idée, certains emplacements d'échantillonnage sont prévus pour des tests PCR. Il s'agit d'une technique génomique moléculaire qui sert à déterminer l'origine des BICF dans les échantillons grâce à des tests servant à découvrir des marqueurs génétiques spécifiques. Comme c'est le cas pour les substances indicateur trace des eaux usées, l'analyse PCR exige des services de laboratoire spécialisé, ainsi qu'un encadrement et une interprétation. Si cette méthode est disponible, elle serait un outil de plus pour aider à interpréter les résultats globaux.

## **Délais d'échantillonnage**

Le présent rapport a été commandité en avril 2017, pour livraison avant le 31 mai. Par conséquent, le mois de juin sera, semble-t-il, le premier mois complet des opérations en 2017. Cependant, pour que le plan soit utilisable au besoin dans les années à venir, le plan est présenté en un format générique, indiquant la saison cible des échantillonnages comme la période de mai à octobre.

## **Considération de gestion et publication des résultats**

La gestion des activités d'échantillonnage sur le terrain qui seront susceptibles d'impliquer une multiplicité de personnes, de groupes et d'autres organismes, constitue un défi de taille. Il est recommandé qu'un seul point d'autorité soit établi pour superviser l'organisation des travaux sur le terrain. Il serait également utile de faire en sorte que toutes les données soient, en fin de compte, gérées dans un seul système de base de données, afin de promouvoir une interprétation efficace et complète. Il serait d'une grande valeur de résumer les constatations réunies dans cet ouvrage dans une publication scientifique où il pourrait tirer parti d'une révision par les experts, et serait également disponible pour l'utilisation future par les instances provinciales, municipales ou autres ainsi que par le grand public. En revanche, les informations figurant dans des rapports de « littérature grise » publiés localement ont tendance à être difficiles d'accès et disparaissent souvent avec le temps.

## **Souplesse, révision et ajustement**

Les plans mis de l'avant dans le présent rapport sont des recommandations qui ne devraient pas être regardées comme étant inflexibles. Le processus de collecte des données sera réalisé régulièrement à mesure que les données seront collectées, et au besoin, rajusté. Il est fort probable qu'on rencontrera quelques surprises chemin faisant, et dans ce cas, la surveillance devrait changer de cap pour être ajustée en conséquence. Il est impossible de prédire quels sites dans un groupe particulier (eaux pluviales, agriculture, etc.) peuvent éprouver des niveaux élevés de contamination bactérienne. Des sites démontrant de hautes valeurs peuvent bénéficier d'un échantillonnage additionnel, et si possible, on devrait faire des efforts pour que la surveillance dans son ensemble reste suffisamment agile pour répondre aux indications des résultats à mesure que ceux-ci s'accumulent. Dans le même ordre d'idée, il ne vaut pas la peine d'allouer des ressources à une analyse de substance trace et aux tests génomiques qui coûtent cher pour des échantillons qui démontrent des concentrations faibles de bactéries.

## **Relation avec d'autres projets**

L'effort de surveillance devrait rester étroitement lié à plusieurs autres projets prévus dans le cadre du plan des travaux scientifiques publiés par le Comité directeur.

### ***Station météorologique à la plage Parlee***

Les données météorologiques sont très importantes dans les études environnementales de ce type, et offrent le potentiel de développer des relations fonctionnelles avec les concentrations observées de BICF. L'établissement de stations météorologiques pourrait permettre des options de gestion plus sophistiquées en ce qui concerne les mises en garde ou les fermetures des plages. Les données obtenues des observations de la météo réunies dans le cadre du présent projet seraient précieuses pour soutenir l'interprétation des données.

### ***Modelage hydrodynamique***

De plus amples détails sur les flux marins, les courants et le transport permettraient d'avoir une plus grande confiance dans la planification de la surveillance future et aussi de la gestion des plages.

### ***Bactéries sous le sable de la plage et trajets d'écoulement des eaux souterraines peu profondes***

Dans l'étude de la documentation, on a noté l'importance des bactéries dans le sable et dans les sédiments. Certaines recommandations de base sont présentées pour les essais des sédiments. On présume qu'un plus grand nombre de travaux de ce genre seront entrepris dans le cadre de l'étude des eaux souterraines peu profondes.

### ***Relevé de reconnaissance des bassins versants***

On devrait prendre en considération les constatations de n'importe quel relevé supplémentaire sur le terrain, comme des intrants au plan de surveillance à mesure que l'information en question deviendra disponible. Ces relevés pourraient inclure des observations directes concernant des éléments tels que les sources potentielles de contamination, les voies de flux et volumes dans le réseau des eaux pluviales de surface, les odeurs, ou de grandes congrégations d'oiseaux de rivage ou d'autre faune.

## **PLAN DE SURVEILLANCE PROPOSÉ**

La surveillance proposée est groupée selon le support de l'échantillon (eau douce, eau marine, effluent, etc.).

Des détails complets des types et d'emplacements des sites, des types d'échantillonnage recommandés, des données supplémentaires requises, des conditions d'échantillonnage et d'autres notes figurent dans un fichier tableur qui accompagne le présent document.

Les emplacements des sites de surveillance sont montrés dans les figures 8 à 10.

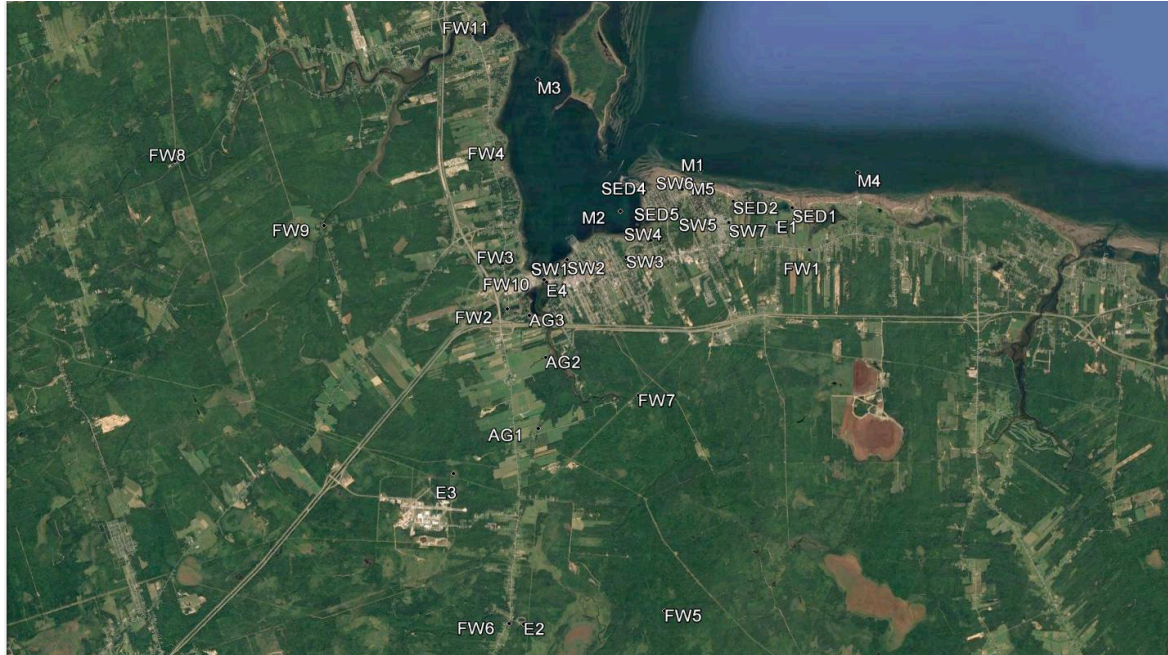


Figure 8 Emplacements des sites recommandés pour la surveillance en 2017

Types de sites :

E = Effluent, SW = Eaux pluviales, FW = Eau douce, AG = Agricole M = Marin, SED = Sédiment.

## Surveillance des effluents

Quatre sites sont recommandés pour les essais d'effluent.

Il y a 13 installations dans les bassins versants de Scoudouc et de Shediac qui sont exploitées en vertu des certificats d'approbation pour la décharge des eaux usées délivrés par le ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux. Le tableau suivant résume ces exploitations (informations fournies par la Section des processus industriels du MEGL).

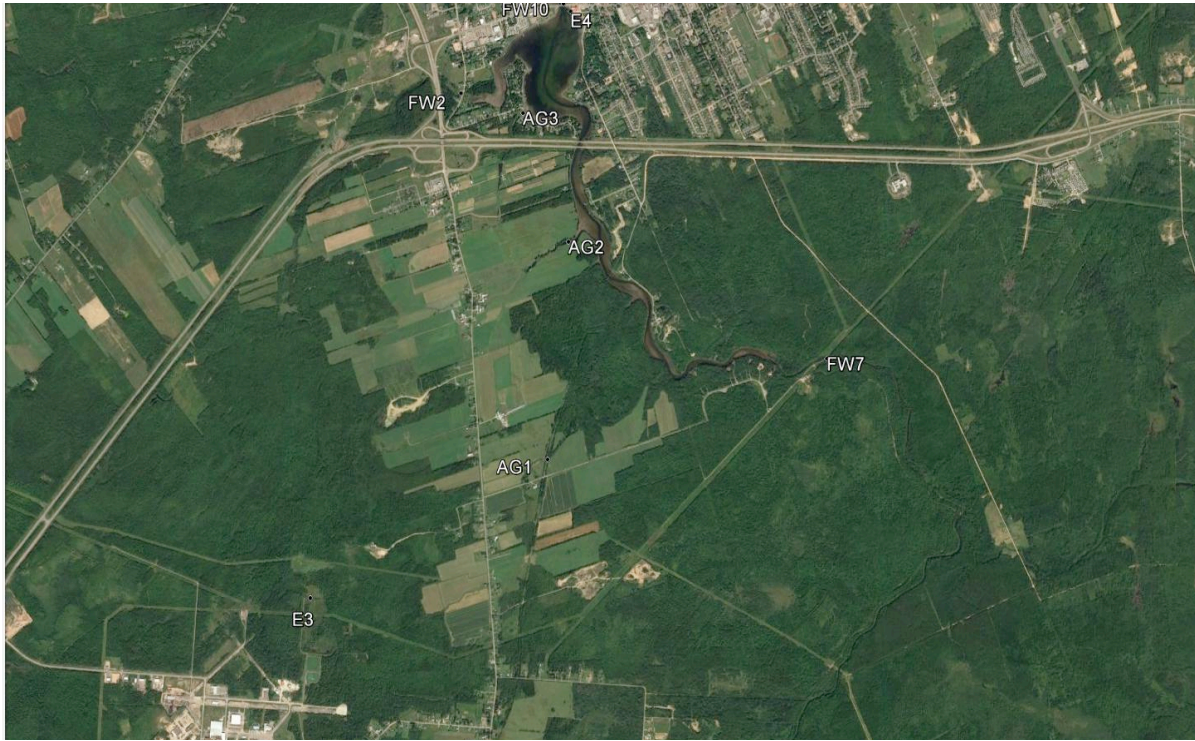
ID	Installation/emplacement/distance de la plage Parlee	Type	Décharge (m <sup>3</sup> /jour)	Notes
1	La Commission des égouts de Shediac et Banlieues - Cap-Brûlé 3 km vers l'est	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	De 5 000 à 9 000	L'effluent final est désinfecté par stérilisation UV
2	Commission des égouts de Shediac et Banlieues - Scoudouc, 3180, Route 132 11 km vers le sud	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	De 300 à 400	Aucune désinfection avant la décharge de l'effluent
3	Parc industriel de Scoudouc 55, avenue Brenan, Scoudouc 9 km vers le sud	Usine de traitement des eaux usées commerciales et industrielles	De 300 à 500	Aucune désinfection avant la décharge de l'effluent
4	Shediac Lobster Shop Ltd., 261, rue principale, Shediac 2 km vers le sud-ouest	Transformation des crustacés, eau de traitement	Environ 500	Pendant l'été seulement. Aucun traitement à part le

				tamassage des particules jusqu'à 0,71 mm
5	Terrain de camping du parc provincial de Murray Beach, 1679, route 955, Murray Corner 40 km vers l'est	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	Environ 2 à 10	Aucune désinfection avant la décharge de l'effluent
6	Camping Plage Gagnon Beach Inc., 30, chemin Plage Gagnon, Grand-Barachois 14,5 km vers l'est	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	S/O	Champ de drainage dans le sous-sol
7	Condominium du comté Westmorland, n° 45 - Villa sur Plage, 90, chemin de la Brèche, Grand-Barachois 12 km vers l'est-sud-est	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	de 4 à 6	Système de lit filtrant
8	H&J Mullin Holdings Inc. – Terrain de camping KOK, 1884, route 530, Grande-Digue 10 km vers le nord	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	S/O, jusqu'à 55 potentiellement	Effluent final chloré
9	Le Village Gedaique Inc., 3954, route 134, Grande-Digue 7 km vers le nord-ouest	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	Environ 16	Système de désinfection UV pour l'effluent final
10	Le P'tit Chez-Nous, 38, route 530, Grande Digue 7 km vers le nord-ouest	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	Environ 10	Système de filtrage de la tourbe
11	La Résidence Monseigneur Arsène Richard Inc., 3148, route 132, Scoudouc 12 km vers le sud-ouest	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	< 2	Système de filtrage de la tourbe
12	KC Properties (GP) Limited — Lakeside Estates 16 km vers le sud-ouest	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	De 300 à 350	Aucune désinfection avant la décharge de l'effluent
13	Cap-Pelé, rue de l'aréna, Cap-Pelé 17 km vers l'est	Usine de traitement des eaux usées résidentielles	De 1100 à 1700	Aucune désinfection avant la décharge de l'effluent

Il y a une vaste gamme des volumes d'effluents déchargés, dans les types de traitement et dans l'incidence potentielle sur la plage Parlee entre ces différentes installations, en raison de la distance qui varie et l'emplacement des décharges d'effluents. L'usine de Cap Brûlé a de loin la plus grande décharge, et se trouve plus ou moins proche de la plage Parlee. Son effluent final est désinfecté. Cependant, il convient de prêter une attention à cette installation, en raison du haut volume déchargé et de sa proximité. Dans le cadre du calendrier de surveillance de 2017, on pourrait songer à une surveillance continue de la turbidité pour l'effluent de l'usine de Cap Brûlé. Cette activité pourrait permettre d'établir une relation utile entre les considérations de BICF et la turbidité.

L'incidence potentielle de quelques-unes des autres installations sera prise en compte dans le cadre de la surveillance de l'eau marine et de l'eau douce.

Les objectifs de la surveillance des lieux de décharge d'effluents sont de vérifier l'existence de BICF résiduels dans les effluents, et de fournir une information complémentaire sur la composition de ces sources d'effluents. Cette caractérisation devrait aider à déterminer la présence de toute jonction entrecroisée entre le réseau des eaux de surface/eaux pluviales et l'effluent provenant de sources résidentielles, si l'on trouve qu'une telle jonction existe.



Codes tels qu'ils se trouvent dans la figure 8.

Figure 9 Emplacements des sites recommandés pour la surveillance en 2017 (section sud)

### **Surveillance des eaux pluviales**

Huit sites sont recommandés pour la surveillance des eaux pluviales. Dans la région d'étude, il y a une infrastructure de tuyauterie pour les eaux pluviales, principalement dans la ville de Shediac. À part cette zone d'agglomération relativement petite, les eaux pluviales sont gérées au moyen de tranchées le long des routes. Ces tranchées pourraient représenter une source importante des BICF quand elles se déchargent dans les cours d'eau. À la différence des grands systèmes munis de tuyauterie pour gérer les eaux pluviales dans les grands centres aménagés, il y a peu ou pas d'écoulement de base dans le réseau des eaux pluviales de Shediac (Margot Allain Bélanger, Ville de Shediac, communications personnelles, 2017). Cela veut dire que l'échantillonnage devra être ciblé pour suivre des événements de précipitation.



Codes tels qu'ils se trouvent à la figure 8.

Figure 10 Emplacements de sites recommandés pour la surveillance en 2017 (section centrale)

Bien que les petits ruisseaux dans la ville de Shediac constituent des canaux de drainage naturels, on peut s'attendre à ce que ces ruisseaux subissent une influence importante provenant de contaminants qui entrent depuis plusieurs drains locaux des eaux pluviales qui sont branchés sur les canaux d'écoulement. Par conséquent, ils sont classifiés comme étant des sites « des eaux pluviales ».

La possibilité existe que des eaux pluviales contiennent des concentrations de bactéries relativement élevées, celles-ci provenant éventuellement d'une gamme de sources. Si l'on constate régulièrement des concentrations élevées, des tests pour des substances indicatrices des eaux usées d'origine humaine et des tests moléculaires pourraient s'avérer utiles pour déterminer les sources en question. Ces tests sont prévus pour certains sites, mais selon les résultats obtenus, on devrait réviser les plans et les ajuster au besoin.

Dans le plan d'échantillonnage, on prévoit un échantillonnage de ces sites à la suite des événements de précipitation de > 10 mm en 24 heures. Aucune indication n'existe sur la question de savoir si ce critère produira un écoulement adéquat à tous les sites, afin de permettre la collecte des échantillons. Si ce n'est pas le cas, on pourrait prélever moins d'échantillons que prévu, bien qu'il soit acceptable d'échantillonner les écoulements à faible débit par la collecte de l'eau dans les parties peu profondes des canaux à l'aide d'une seringue ou en utilisant d'autres méthodes semblables.

## Surveillance de l'eau douce

Onze sites sont recommandés pour la surveillance de l'eau douce.

Bon nombre des sites d'eau douce sont de petits tributaires locaux qui peuvent être influencés par

une gamme de sources locales des BICF, telles que de petits systèmes de traitement par fosses septiques, les intrants d'eaux pluviales ou le ruissellement provenant des champs. D'autres sites sont sélectionnés pour évaluer les intrants de certaines sources d'effluents qui pourraient s'avérer importantes (p. ex. le parc industriel de Scoudouc) ou pour servir de sites plus en amont dans la rivière principale ou des systèmes de ruisseaux afin de permettre de faire des contrastes et des comparaisons avec les sites se trouvant à des points plus en aval. Un mélange d'analyses est recommandé suivant le type du site.

## Surveillance agricole

Trois sites sont recommandés pour la surveillance agricole. On prévoit l'utilisation de ces sites pour vérifier l'influence éventuelle de certaines exploitations de bétail. On ajoute également un site permettant de faire des comparaisons et des contrôles. On ne s'attend pas à ce que ce site soit influencé par le bétail au même degré. Cependant, on y trouve une certaine activité d'horticulture. Selon les concentrations de BICF constatées, on pourra faire des analyses PCR additionnelles pour aider à vérifier l'origine des BICF.

## Surveillance marine

Cinq sites sont recommandés pour la surveillance marine.

Les sites marins sélectionnés sont choisis pour les raisons suivantes :

- dresser un portrait général des concentrations de BICF dans les eaux de mer;
- vérifier les concentrations dans la partie nord-ouest de la baie au cas où le modelage marin laisserait à penser qu'un intrant important se dirige vers la plage Parlee provenant de ce secteur (et de l'estuaire de la rivière Shediac en particulier);
- surveiller le secteur de South Cove, qui est influencé par les décharges provenant du bassin versant Scoudouc;
- évaluer l'impact éventuel des bateaux faisant du « rafting »;
- fournir un emplacement de comparaison ou de contrôle (Cap Bimet) pour des observations obtenues directement sur la plage de Parlee.

Les données collectées dans les eaux de mer peuvent être comparées également aux mesures enregistrées quotidiennement directement à la plage Parlee.

## Échantillonnage de la plage

L'échantillonnage de l'eau à la plage Parlee même a été organisé par le Comité directeur, et est déjà en cours depuis le mois de mai 2017. Des échantillons sont prélevés tous les jours à cinq sites le long de la plage (dans la mesure que le permet les conditions) afin de faire les analyses de la bactérie *E. coli* et des entérocoques. Comme activité accessoire de cet échantillonnage, on recommande d'obtenir deux échantillons par mois en utilisant la filtration sur membrane et de conserver les filtres dans un congélateur à basse température en vue d'une analyse PCR éventuelle (au cours de la période de mai à octobre). Une décision d'analyser ces filtres ou non pourrait être prise en fonction des concentrations de BICF observées. On pourra obtenir les échantillons additionnels à n'importe lequel des emplacements d'échantillonnage sur la plage. Afin de garantir la plus haute probabilité que les filtres soient utilisables pour ces analyses, on devrait prélever ces échantillons aux jours où les



vents sont peu forts et que l'eau est plus turbide, ou bien à la suite d'événements de précipitation majeurs.

## Échantillonnage des sédiments

Cinq sites sont recommandés pour l'échantillonnage des sédiments.

Bien que le but principal de ces travaux soit une surveillance de l'eau, l'un des objectifs retenus par le Comité directeur est le suivant :

- Concevoir le plan de surveillance afin de permettre la détermination de toute source de bactéries dans la région d'étude, que celle-ci soit ponctuelle ou non.

Étant donné ce que nous avons appris déjà en consultant de nombreuses autres études, il est peu probable qu'on parvienne à une compréhension adéquate des sources bactériennes et de leur sort, sans fournir des efforts pour échantillonner le sol, le sable et les sédiments. Par conséquent, on inclut certains sites suggérés qui pourraient fournir des renseignements utiles sur la question de savoir si les sédiments dans certains endroits adjacents à la plage Parlee contiennent des BICF. Ces sites sont proposés dans l'attente que cet aspect de l'investigation soit couvert dans le projet prévu sur les bactéries du sable de la plage et de l'eau souterraine peu profonde.

### Reconnaisances

Bon nombre de personnes ont contribué à ces travaux en nous prodiguant des données et des conseils. Un grand merci à tous.	
Don Fox, Ph. D.	Gestionnaire par intérim, Section de la qualité et de la quantité de l'eau, ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick
Erin Douthwright	Spécialiste, Section de la qualité et de la quantité de l'eau, ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick
Francis LeBlanc	Ingénieur, Section des processus industriels, ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick
Thomas Edge, Ph. D.	Chercheur scientifique, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington (Ontario)
Ben Forward, Ph. D.	Chef de département, Division des aliments, de la pêche et de l'aquaculture, Conseil de la recherche et de la productivité, Fredericton
Rémi Donelle	Gérant, Association du bassin versant de la baie de Shediac
Bruce Kinnie	Gestionnaire, Unité des services de l'environnement, ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches
Margot Allain Bélanger	Directrice des Opérations municipales, Ville de Shediac, Nouveau-Brunswick
Lisa Parsons	Surintendante, ministère des Transports et de l'Infrastructure du Nouveau-Brunswick, Moncton
Michael Green	Ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick, Moncton
Duncan Fraser	Agent de développement, ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick, Moncton
Kerry MacQuarrie, Ph. D.	Directeur des Sciences, Canadian Rivers Institute; professeur, UNB, Génie civil
Douglas Campbell, Ph. D.	Professeur, faculté de Biologie, Université Mount Allison, Sackville, N.-B.
Vincent Mercier	Chef, Intégration et rapport, Environnement et Changement climatique Canada, Moncton
Bernard Richard	Biologiste principal de programme, Environnement et Changement climatique Canada, Moncton
Bernie Connors	Ingénieur en géomatique, Secrétariat de l'infrastructure de l'information foncière (Unité)

	Services Nouveau-Brunswick
Todd Arsenault, Ph. D.	Conseiller scientifique principal, ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick
Eric Luiker	Biologiste aquatique, Environnement et Changement climatique Canada, UNB, Fredericton
James Bornemann	Analyste en géomatique, Commission de services régionaux du Sud-Est, Sackville, Nouveau-Brunswick
Jacques Paynter	Directeur, Environnement et Infrastructure, AMEC Foster Wheeler, Fredericton

## 1.0 RÉFÉRENCES

- ALDOM, Jason, Erin JAMIESON, Tom PROUT, Maureen WALSH, Daniel VAN BAKEL, Ronald GRIFFITHS et Garry PALMATEER, 1997. *Rapid fecal coliform and escherichia coli detection in the recreational waters of Lake Huron beaches and an inland beach in 1997*. Rapport préparé pour Santé Canada.  
[http://agrienvarchive.ca/download/rapid\\_pathogen\\_detect\\_L\\_huron97.pdf](http://agrienvarchive.ca/download/rapid_pathogen_detect_L_huron97.pdf)
- BOUTILIER, Leah, Rob JAMIESON, Robert GORDON, et Craig LAKE, 2008. « Transport of lithium tracer and *E. coli* in agricultural wastewater treatment wetlands », *Water Quality Research Journal of Canada*, vol. 43, n° 2/3 (2008), p. 137-144.
- BURRELL, Brian C. et James E. ANDERSON. « Regional hydrology of New Brunswick », *Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques*, vol. 16, n° 4 (1991), p. 317-330. Doi : 10.4296/cwrj1604317
- BURTON, G. Allen, Jr., T. Douglas GUNNISON et Guy R. LANZAL. « Survival of pathogenic bacteria in various freshwater sediments ». *Applied and Environmental Microbiology*, 1987, p. 633-638 0099-2240/87/040633-06 American Society for Microbiology Graduate Program in Environmental Sciences, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas 75083.
- CAMPAGNE, A. *Au bord de la mer : Guide de la zone côtière du Canada Atlantique*, 1997 [En ligne]. Disponible : <http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/sci-sci/bysea-enmer/index-e.html> (consulté le 29 novembre 2005). Pêches et Océans Canada.
- CAMPBELL, Douglas A. et Miranda CORKUM (2017). *Microbial water quality in the Northumberland Strait*. Rapport soumis au médecin-hygiéniste en chef du Nouveau-Brunswick.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (2009). *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : Protection de la vie aquatique – Bore*. Dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 2009. Conseil canadien des ministres de l'Environnement, Winnipeg.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT, 2011. *Guide sur les protocoles d'échantillonnage pour la qualité des eaux au Canada*. PN 1461.
- CENTER FOR WATERSHED PROTECTION (1999). *Watershed Protection Techniques Special Issue – Bacteria*. Ellicott City (MD), Center for Watershed Protection.
- COASTAL OCEAN ASSOCIATES (1999). *Initial Oceanographic Assessment of Currents and Exchange in Shediac Bay*. Coastal Ocean Associates Inc., Dartmouth (N.-É.), 14 p.
- CONVERSE R.R., J.L. KINZELMAN, E.A. SAMS, E. HUDGENS, A.P. DUFOUR, H. RYU, J.W. SANTO-DOMINGO, C.A. KELTY, O.C. SHANKS, S.D. SIEFRING, R.A. HAUGLAND et T.J. WADE. « Dramatic improvements in beach water quality following gull removal », *Environmental Science & Technology*, vol. 46, n° 18 (18 septembre 2012), p. 10206-10213.

- DERRIENA, E., G. JARDÉA, A.M. GRUAUA, M. POURCHERB, A. GOURMELONC, A.C. JADAS-HÉCARTD et Pierson WICKMANN. « Origin of fecal contamination in waters from contrasted areas: stanols as microbial source tracking markers », *Water Research*, vol. 46, n° 13 (2012), p. 4009-4016.
- DORNER, S.M., W.B. ANDERSON, T. GAULIN, H.L. CANDON, R.M. SLAWSON, P. PAYMENT et P.M. HUCK. « Pathogen and indicator variability in a heavily impacted watershed », *Journal of Water and Health*, vol. 5, n° 2 (2007), p. 241-257.
- EDGE, T., Institut national de recherche sur les eaux, Burlington (Ontario). Communications personnelles avec l'auteur, mai 2017.
- EDGE, T.A., et K.A. SCHAEFER (éd.), 2006. *Le dépistage des sources de pollution microbienne dans les écosystèmes aquatiques : état de la science et évaluation des besoins*, Institut national de recherche sur les eaux, Burlington (Ontario). Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE : rapport n° 7 et Science de l'eau et politiques.
- EDGE, Thomas A. et Stephen HILL, 2007. « Multiple lines of evidence to identify the sources of fecal pollution at a freshwater beach in Hamilton Harbour, Lake Ontario », *Water Research*, vol. 41, n° 16 (août 2007), p. 3585–3594.
- ELHMMALI, M., D. ROBERTS et R. EVERSHERD. « Combined analysis of bile acids and sterols/stanols from riverine particulates to assess sewage discharges and other fecal sources », *Environmental Science & Technology*, vol. 34 (2002), p. 39-46.
- Environnement Canada : information sur les mollusques et la surveillance des eaux : <https://www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators/default.asp?lang=Fr&n=72040A1A-1&printfullpage=true>
- GLASSMEYER, S.T., E.T. FURLONG, D.W. KOLPIN, J.D. CAHILL, S.D. ZAUGG, S.L. WERNER, M.T. MEYER et D.D. KRYAK. « Transport of chemical and microbial compounds from known wastewater discharges: potential for use as indicators of human fecal contamination », *Environmental Science & Technology*, vol. 39, n° 14 (2005), p. 5157-5169.
- GRANT, S. et B. SANDERS. « Beach boundary layer : a framework for addressing recreational water quality impairment at enclosed beaches », *Environmental Science & Technology*, vol. 44, n° 23 (2010), p. 8804-8813.
- HENDERSON ENVIRONMENTAL CONSULTING LTD. *Analysis of factors that influence water quality in Shediac Bay, NB*. Final Report, vol. 1, 1999.
- HYER, K.E. *A multiple-tracer approach for identifying sewage sources to an urban stream system*, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006–5317, 2007, 89 p.
- IRVINE, K.N. et G.W. PETTIBONE. « Dynamics of Indicator Bacteria Populations in Sediment and River Water Near a Combined Sewer Outfall », *Environmental Technology*, vol. 14 (1993), p. 531-542.

- IRVINE, K.N., E.L. SOMOGYE, et G.W. PETTIBONE. « Turbidity, suspended solids, and bacteria relationships in the Buffalo River watershed », *Middle States Geographer*, vol. 35 (2002), p. 42-51. [http://msaag.org/wp-content/uploads/2013/05/5\\_Irvine\\_et\\_al.pdf](http://msaag.org/wp-content/uploads/2013/05/5_Irvine_et_al.pdf).
- MCCULLOCH, KAITLIN J. « Analysis of Relationships Between Water Quality Parameters and Stream Sediment with Fecal Bacteria in Hidden Creek, Rock Hill, SC », Winthrop University. Thèse de M.Sc., 2015. Peut être consultée à : <http://digitalcommons.winthrop.edu/graduatetheses/14/>
- KING, Anna. « Relationships Between Environmental Factors and Fecal Indicator Bacteria at Edgewater Beach » (2016). Honors Research Project : Biology, University of Akron (Ohio). Peut être consultée à : [http://ideaexchange.uakron.edu/honors\\_research\\_projects/331/](http://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/331/)
- KISTEMANN, T., T. CLASSEN., C. KOCH, F. DANGENDORF, R. FISCHER, J., GEBEL, V. VACATA et M. EXNER. « Microbial load of drinking water reservoir tributaries during extreme rainfall and runoff », *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 68, n° 5 (2002), p. 2188-2197.
- LAWRENCE, S.J. *Escherichia coli* bacteria density in relation to turbidity, streamflow characteristics, and season in the Chattahoochee River near Atlanta, Georgia, October 2000 through September 2008—Description, statistical analysis, and predictive modeling, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012–5037, 2012, 81 p. Disponible en ligne à <http://pubs.usgs.gov/sir/2012/5037/>
- LEBLANC, C., A. TURCOTTE-LANTEIGNE, D. AUDET et E. FERGUSON. *Ecosystem Overview of the Shediac Bay Watershed in New Brunswick*, Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2863, 2009, x, 123 p.
- MATSON, E.A., S.G. HOMER et J.D. BOCK. « Pollution Indicators and Other Microorganisms in River Sediment », *Journal of the Water Pollution Control Federation*, vol. 50 (1978), p. 13-19.
- MCCULLOCH, Kaitlin J. « Analysis of Relationships Between Water Quality Parameters and Stream Sediment with Fecal Bacteria in Hidden Creek, Rock Hill, SC » (2015), mémoire de maîtrise, Winthrop University, 14. <http://digitalcommons.winthrop.edu/graduatetheses/14>
- NOUVEAU-BRUNSWICK. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES GOUVERNEMENTS LOCAUX. *Volunteer Guide to Water Quality Monitoring*, 2000.
- NOUVEAU-BRUNSWICK. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES GOUVERNEMENTS LOCAUX. Portail de données sur la qualité des eaux de surface, 2017. Peut être consulté à : <http://www.elgegl.gnb.ca/WaterNB-NBEau/>
- NOUVEAU-BRUNSWICK. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES GOUVERNEMENTS LOCAUX. *Directives pour l'échantillonnage dans les rivières et la présentation d'échantillons au laboratoire à l'intention des groupes de gestion de bassins hydrographiques du Nouveau-Brunswick*, 2017.

- PANDEY, Pramod K, Philip H. KASS, Michelle L. SOUPIR, Sagor BISWAS, et Vijay P. SINGH. « Contamination of water resources by pathogenic bacteria », *AMB Express*, vol. 4 (2014), p. 51. Publié en ligne le 28 juin 2014 : 10.1186/s13568-014-0051
- PIGGOT, A.M., James S. KLAUS, Sara JOHNSON, Matthew PHILLIPS et Helena M. SOLO-GABRIELE. « Enterococci Levels are Related to Sediment Biofilms at Recreational Beaches in South Florida », *Applied and Environmental Microbiology*, 2012. Doi : 10.1128/AEM.00603-12.
- RICHARD, B., biologiste principal de programme, Environnement et Changement climatique Canada, communications personnelles avec l'auteur en mai 2017.
- ROSER, D.J., N.J. ASHBOLT, R. LEEMING, R. KAGI et T.D. WAITE. « Source water fingerprinting using sterols and particle size analyses and the management of faecal pollution and turbidity », dans M.J. Boyd, J.E. Ball, M.K. Babister et J. Green (éd.), *28th International Hydrology and Water Resources Symposium: About Water; Symposium Proceedings*, vol. 2, p. 355-362. Institution of Engineers, Australie.
- SADOWSKY, M.J., et R.L. WHITMAN. *The Fecal Bacteria*, Washington (D.C.), American Society for Microbiology, 2011.
- SANDERS, Emily C., Yongping YUAN et Ann PITCHFORD. « Fecal coliform and *E. coli* concentrations in effluent-dominated streams of the Upper Santa Cruz watershed », *Water*, vol. 5, n° 1 (2013), p. 243-261. Doi : 10.3390/w5010243
- SANKARARAMAKRISHNAN, Nalini, et Qizhong GUO. « Chemical tracers as indicator of human fecal coliforms at storm water outfalls », *Environment International*, vol. 31, n° 8 (2005), p. 1133-1140.
- SAUVÉ, S., et coll. « Fecal coliforms, caffeine and carbamazepine in stormwater collection systems in a large urban area », *Chemosphere*, vol. 86, n° 2 (2012), p. 118-123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.09.033>. [PubMed]
- ASSOCIATION DU BASSIN VERSANT DE LA BAIE DE SHEDIAC / SHEDIAC BAY WATERSHED ASSOCIATION. *Status of Shediac Bay and its Watershed*, 2006 (en anglais seulement).
- SHIBATA, Tomoyuki, Helena M. SOLO-GABRIELE, Lora E. FLEMING et Samir ELMIRC. « Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment », *Water Research*, vol. 38, n° 13 (juillet 2004), p. 3119-3131.
- ST. PIERRE, K., S. LÉVESQUE, E. FROST, N. CARRIER, R.D. ARBEIT et S. MICHAUD. « Thermotolerant coliforms are not a good surrogate for *Campylobacter* spp. in environmental water », *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 75, n° 21 (2009), p. 6736-6744.
- STALEY Z.R., J. GRABUSKI, E. SVERKO, et T.A. EDGE. « Comparison of microbial and chemical source tracking markers to identify fecal contamination sources in the Humber River (Toronto, Ontario, Canada) and associated storm water outfalls », *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 82, n° 21 (2016), p. 6357–6366. Doi : 10.1128/AEM.01675-16.

- STALEY, Zachery R., et Thomas A. EDGE. « Comparative microbial source tracking methods for identification of fecal contamination sources at Sunnyside Beach in the Toronto region area of concern », *Journal of Water and Health*, vol. 14, n° 5 (2016), p. 839-850.
- STANDLEY, Laurel J., Louis A. KAPLAN et J. Denis NEWBOLD. *Final Report : Molecular Tracers of Contaminant Sources to Surface Water Drinking Supplies*, 2002.  
[https://cfpub.epa.gov/ncer\\_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.abstractDetail/abstract/369/report/F](https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.abstractDetail/abstract/369/report/F)
- TEIXEIRA, L.M., Maria da Gloria Siqueira CARVALHO et R.R. FACKLAM. « Enterococcus », dans P.R. Murray (éd.), *Manual of Clinical Microbiology*, 9<sup>e</sup> éd., Washington (D.C.), ASM, 2007, p. 430-442).
- TORONTO AND REGION CONSERVATION. *Humber River State of the Watershed Report – Surface Water Quality*, 2008. Peut être consulté à : <http://www.trca.on.ca/dotAsset/50153.pdf>
- WELDON, J., et R. DONELLE. *Water sampling in Shediac Bay 2015-2016 by the Shediac Bay Watershed Association*, 2016.
- WHITLOCK, John E., David T. JONES et Valerie J. HARWOOD. « Identification of the sources of fecal coliforms in an urban watershed using antibiotic resistance analysis », *Water Research*, vol. 36, n° 17 (octobre 2002), p. 4273-4282.
- WHITMAN, Richard L., Valerie J. HARWOOD, Thomas A. EDGE, Meredith B. NEVERS, Muruleedhara BYAPPANAHALLI, João BRANDÃO, Kannappan VIJAYAVEL, Michael J. SADOWSKY, Elizabeth WHEELER ALM, Allan CROWE, Donna FERGUSON, Zhongfu GE, Elizabeth HALLIDAY, Julie KINZELMAN, Greg KLEINHEINZ, Kasia PRZYBYLA-KELLY, Christopher STALEY, Zachery STALEY et Helena M. SOLO-GABRIELE. « Microbes in beach sands: integrating environment, ecology and public health », *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, vol. 13, n° 3 (2014), p. 329-368.
- WHITMAN, Richard L., Meredith B. NEVERS et Muruleedhara N. BYAPPANAHALLI. « Examination of the Watershed-Wide Distribution of *Escherichia coli* along Southern Lake Michigan: an Integrated Approach », *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 72, n° 11 (nov. 2006), p. 7301-7310. Doi : 10.1128/AEM.00454-06.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1636137/>
- ZECKOSKI, W., B.L. BENHAM, S.B. SHAH, M.L. WOLFE, K.M. BRANNAN, M. AL-SMADI, T.A. DILLAHA, S. MOSTAGHIMI, et C.D. HEATWOLE. « BSLC : A tool for bacteria source characterization for watershed management », *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 21, n° 5 (2005), p. 879-889.

## Annexe A

### Bactéries : Terminologie

Le présent rapport s'intéresse principalement aux bactéries dans l'environnement, plus particulièrement les bactéries indicatrices qu'on utilise couramment dans le domaine de la santé environnementale afin de déterminer la présence potentielle de pathogènes, par exemple dans l'eau (eau potable, eau de surface ou eau de mer) ou dans l'alimentation.

Comme il n'est pas faisable de tester l'eau ou d'autres types d'échantillons pour tous les pathogènes porteurs de maladies possibles, on mesure habituellement les **bactéries indicatrices de contamination fécale** qui se trouvent typiquement dans les intestins des humains et d'autres mammifères. La présence de ces bactéries indicatrices laisse à penser que l'eau peut être contaminée par des eaux usées ou par des matières fécales provenant d'autres sources, et que d'autres organismes, encore plus dangereux, peuvent être présents.

Selon le support qu'on examine ou l'objectif des tests, on peut utiliser des mesures différentes. Parmi les tests utilisés couramment, on retrouve notamment :

**Coliformes globaux** : Cette mesure de contamination est obtenue par une analyse de laboratoire où l'échantillon est incubé à  $35 \pm 0,5$  °C. La plupart des coliformes représentés par ce test ne sont pas eux-mêmes pathogènes.

**Coliformes fécaux** : Cette mesure de contamination est obtenue par une analyse de laboratoire qui se distingue par les coliformes globaux par une incubation à  $44,5 \pm 0,2$  °C.

Les coliformes fécaux sont des bactéries coliformes qui proviennent spécifiquement des voies intestinales des animaux à sang chaud (p. ex. les humains, les castors, les rats laveurs, etc.). Le test pour les coliformes fécaux a été un test standard pour certains aspects de la contamination fécale depuis de nombreuses années, mais pour certaines applications, il a été évincé par des tests spécifiques soit pour *E. coli*, soit pour des entérocoques (voir ci-dessous).

***E. coli*** : *Escherichia coli* est une bactérie qui se trouve dans le tube digestif des mammifères et qui est en général bénigne. Cependant, certaines souches d'*Escherichia coli* peuvent provoquer des maladies. Une souche de ce genre est *E. coli* O157 : H7, qui se trouve dans le tube digestif du bétail. Comme on le fait pour les coliformes fécaux, on utilise la présence d'*E. coli* comme indicateur d'une contamination par des eaux usées ou par d'autres déchets animaux. Ce test est utilisé couramment pour détecter la contamination dans les eaux de surface, les eaux souterraines ou l'eau potable.

**Entérocoques fécaux** : C'est un autre groupe de bactéries qui se trouve dans les fèces. Les entérocoques fécaux indiquent la présence d'une contamination fécale provenant d'animaux à sang chaud, des oiseaux, des insectes ou des reptiles. Ce test est utilisé couramment pour détecter la contamination dans les eaux marines ou sur les plages.

Références pour cette annexe :

<http://www.water-research.net/index.php/bacteria-in-the-environment-and-drinking-water>

Teixeira, L.M., Maria da Gloria Siqueira Carvalho et R.R. Facklam, (2007). Enterococcus. Dans P.R. Murray (éd.), *Manual of Clinical Microbiology* (9<sup>e</sup> éd., p. 430-442). Washington (D.C.) : ASM.