

Bureau
d'audiences
publiques sur
l'environnement

Rapport 297

**Les effets liés à l'exploration et l'exploitation
des ressources naturelles sur les nappes
phréatiques aux Îles-de-la-Madeleine, notamment
ceux liés à l'exploration et l'exploitation gazière**

Rapport d'enquête et d'audience publique

Octobre 2013

La mission

Le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement a pour mission d'éclairer la prise de décision gouvernementale dans une perspective de développement durable, lequel englobe les aspects biophysique, social et économique. Pour réaliser sa mission, il informe, enquête et consulte la population sur des projets ou des questions relatives à la qualité de l'environnement et fait rapport de ses constatations et de son analyse au ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs.

La déontologie et l'éthique

Les commissaires sont soumis aux règles du Code de déontologie des membres du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. Ils adhèrent aux valeurs de respect, d'impartialité, d'équité et de vigilance énoncées dans la Déclaration de valeurs éthiques du Bureau, lesquelles complètent celles de l'administration publique québécoise.

La documentation relative aux travaux de la commission est disponible au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement.

Édifice Lomer-Gouin
575, rue Saint-Amable, bureau 2.10
Québec (Québec) G1R 6A6
communication@bape.gouv.qc.ca
www.bape.gouv.qc.ca

Téléphone : 418 643-7447
(sans frais) : 1 800 463-4732

Mots clés : BAPE, îles de la Madeleine, nappes phréatiques, exploration, exploitation, ressources naturelles, gaz naturel.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2013
ISBN 978-2-550-68950-8 (version imprimée)
ISBN 978-2-550-68951-5 (PDF)

Québec, le 11 octobre 2013

Monsieur Yves-François Blanchet
Ministre du Développement durable,
de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
Édifice Marie-Guyart, 30^e étage
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Monsieur le Ministre,

Je vous transmets le rapport du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement relativement aux effets liés à l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles sur les nappes phréatiques aux Îles-de-la-Madeleine, notamment ceux liés à l'exploration et l'exploitation gazière. Le mandat d'enquête et d'audience publique, qui a commencé le 14 mai 2013, était sous la présidence de Michel Germain, avec la participation du commissaire Jacques Locat.

L'analyse et les constatations de la commission d'enquête reposent sur le dossier que vous avez transmis ainsi que sur la documentation et les renseignements que la commission a ajoutés au dossier au cours de son enquête. Elles prennent également en considération les préoccupations, les opinions et les suggestions des participants à l'audience publique.

La commission d'enquête a examiné le mandat dans une perspective de développement durable. À cet égard, elle soumet à l'attention des instances décisionnelles concernées divers avis et orientations.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le président,



Pierre Baril

Québec, le 10 octobre 2013

Monsieur Pierre Baril
Président
Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
Édifice Lomer-Gouin
575, rue Saint-Amable, bureau 2.10
Québec (Québec) G1R 6A6

Monsieur le Président,

J'ai le plaisir de vous remettre le rapport d'enquête et d'audience publique de la commission chargée d'examiner les effets liés à l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles sur les nappes phréatiques aux Îles-de-la-Madeleine, notamment ceux liés à l'exploration et l'exploitation gazière.

Je tiens à remercier les personnes et les groupes qui se sont intéressés aux travaux de la commission d'enquête en posant des questions ou en déposant un mémoire. Je remercie également les personnes et les organismes qui ont collaboré à ce processus public. En terminant, je fais part de ma reconnaissance à mon collègue Jacques Locat ainsi qu'aux membres de l'équipe qui nous ont accompagnés tout au long de nos travaux.

Veuillez recevoir, Monsieur le Président, mes salutations les plus distinguées.

Le président de la commission d'enquête,



Michel Germain

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1 Le portrait des îles de la Madeleine	5
Le territoire et la population	5
Le milieu écologique	7
L'activité économique	12
L'énergie	14
La gestion de l'approvisionnement en eau.....	15
Chapitre 2 Les préoccupations et les opinions des participants	21
Les considérations sociales	21
Des craintes pour la santé.....	21
Le maintien de la qualité de vie.....	22
La préservation du paysage	22
L'acceptabilité sociale	23
Les consultations de Gastem	25
Le manque d'information et de certitudes	25
Les considérations écologiques.....	26
L'eau douce, une ressource vitale et vulnérable	26
Les écosystèmes des îles	27
La capacité d'intervention en cas de désastre	27
Les considérations économiques.....	28
L'engrenage de l'exploration.....	29
L'encadrement légal des forages.....	30
Des propositions	30
La précaution et la concertation	31
Des énergies de remplacement	31
Des stratégies énergétiques.....	32
Un encadrement légal adapté	33
Le mandat du BAPE	34

Chapitre 3 Le contexte géologique et hydrogéologique des îles de la Madeleine.....	37
Les bassins sédimentaires	37
La géologie des îles de la Madeleine	38
Le contexte hydrogéologique.....	44
Le rôle de la surface du sol.....	51
Le rôle des milieux naturels	53
La qualité de l'eau souterraine.....	59
La vulnérabilité des aquifères	60
Chapitre 4 L'eau souterraine : un patrimoine à protéger.....	63
Les pressions existantes sur la nappe phréatique.....	63
Les pressions sur la qualité de l'eau	63
Les pressions sur la disponibilité de l'eau.....	74
Les pressions liées aux changements climatiques et la subsidence	75
La protection des sources d'alimentation en eau potable	78
Les conséquences d'une contamination des nappes phréatiques	79
Les solutions possibles en cas de contamination.....	80
La récupération de l'eau de pluie	81
Le recyclage des eaux usées.....	81
Le dessalement de l'eau de mer	82
Chapitre 5 L'exploration et l'exploitation des ressources naturelles et les effets potentiels sur les nappes phréatiques	85
Les ressources du sous-sol.....	85
Les enjeux relatifs aux ressources minières	85
Les enjeux de l'exploration et de l'exploitation des hydrocarbures	91
Les enjeux énergétiques aux îles de la Madeleine.....	113
La production d'électricité et le chauffage.....	114
Les carburants dans les transports	120
L'avenir énergétique aux îles de la Madeleine.....	124
Chapitre 6 Des considérations d'ordre légal pour la protection de la nappe phréatique	127
La protection de la nappe phréatique hors Québec.....	127
La moraine d'Oak Ridges	127
L'eau souterraine au Texas	128

La sécurité civile et les obligations des entreprises	130
La protection des personnes et des biens en cas de sinistre.....	130
Le plan de sécurité civile de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	132
La responsabilité civile et statutaire des entreprises	134
Chapitre 7 Un renforcement de la protection de la ressource en eau	139
Des considérations sociales.....	139
Les spécificités et les vulnérabilités des petits espaces insulaires.....	139
Les mécanismes pour contrer les vulnérabilités.....	142
Des moyens pour mieux protéger l'aquifère	145
La gestion intégrée de la ressource en eau	146
La gestion durable de la ressource en eau	148
L'exploration et l'exploitation des ressources naturelles	150
Le besoin d'acquisition de connaissances	151
La connaissance des aquifères des îles de la Madeleine	151
La migration du gaz naturel	153
L'interface entre l'eau douce et l'eau salée	153
Les changements climatiques	154
Conclusion	155
Annexe 1 Les renseignements relatifs au mandat.....	159
Annexe 2 La documentation	167
Annexe 3 Les seize principes du développement durable et leur définition.....	185
Bibliographie.....	1 à J

Liste des figures et des tableaux

Figure 1	Le territoire couvert par l'analyse	9
Figure 2	La géologie des îles de la Madeleine.....	17
Figure 3	Le contexte géologique régional	39
Figure 4	Les diapirs et les forages	41
Figure 5	Coupe géologique schématique	41
Figure 6	Coupe schématique d'un aquifère insulaire.....	45
Figure 7	Bilan hydrologique simplifié	49
Figure 8	Différents types de piège à hydrocarbures	93
Tableau 1	La consommation des réseaux des îles du Cap aux Meules, du Havre aux Maisons et du Havre Aubert (2007)	20
Tableau 2	La compilation des besoins en eau actuels et futurs	20
Tableau 3	La nomenclature stratigraphique des formations permo-carbonifères des îles de la Madeleine.....	43
Tableau 4	La synthèse des formations géologiques et de leurs propriétés hydrogéologiques.....	48
Tableau 5	Les sources anthropiques de contamination de la nappe phréatique.....	64
Tableau 6	Les volumes d'eaux usées gérés par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine calculés à partir du débit annuel moyen	82
Tableau 7	Les données de puits du bassin des Maritimes	111

Glossaire

Complétion de puits : Toutes les étapes nécessaires pour passer d'un forage à un puits producteur de gaz. Cela comprend notamment la perforation du tubage de production et la stimulation du puits (CIRAIG, 2012).

Diapir : Formation géologique constituée par l'ascension de roches salines et plastiques à travers des couches géologiques situées au-dessus d'elles.

Évaporite : Dépôts laissés par l'évaporation de l'eau de mers fermées, de lagunes ou de lacs salés.

Forage : Action de forer un trou dans une ou plusieurs formations géologiques. Correspond aussi à l'ensemble des techniques permettant de creuser un puits gazier (CIRAIG, 2012).

Fracturation hydraulique : Méthode pour stimuler un puits. Un liquide sous haute pression est injecté dans le forage afin de fracturer la roche et libérer le gaz (CIRAIG, 2012).

Graben : Terrain qui s'est effondré entre deux failles.

Horizon géologique : Entité la plus mince que l'on peut distinguer dans une séquence stratigraphique (*Dictionnaire des sciences et techniques du pétrole*, 1993).

Horst : Terrain stable, situé entre deux failles, autour duquel les terrains environnants se sont effondrés.

Stimulation : Toute action ou ensemble d'actions visant à libérer le gaz emprisonné dans la roche (CIRAIG, 2012).

Subsidence : Affaissement lent d'une partie de l'écorce terrestre.

Unités de mesure particulières

Mcf : Millier de pieds cubes.

MMcf : Million de pieds cubes (*million of cubic feet*).

Bcf : Milliard de pieds cubes (*billion of cubic feet*). Dans la littérature francophone, le milliard de pieds cubes peut être représenté par l'abréviation Gpi³ au lieu de Bcf : 1 Bcf = 1 Gpi³.

Tcf : Billion (mille milliards) de pieds cubes (*trillion of cubic feet*).

Définitions hydrogéologiques

Aquifère : Formation géologique saturée en eau, suffisamment perméable pour permettre un écoulement important de l'eau souterraine et son exploitation. La définition d'aquifère inclut donc le milieu poreux (roche ou dépôts meubles) et l'eau souterraine.

Nappe : Eau souterraine contenue dans un aquifère. La définition de nappe exclut le milieu poreux. Il s'agit de l'eau souterraine uniquement.

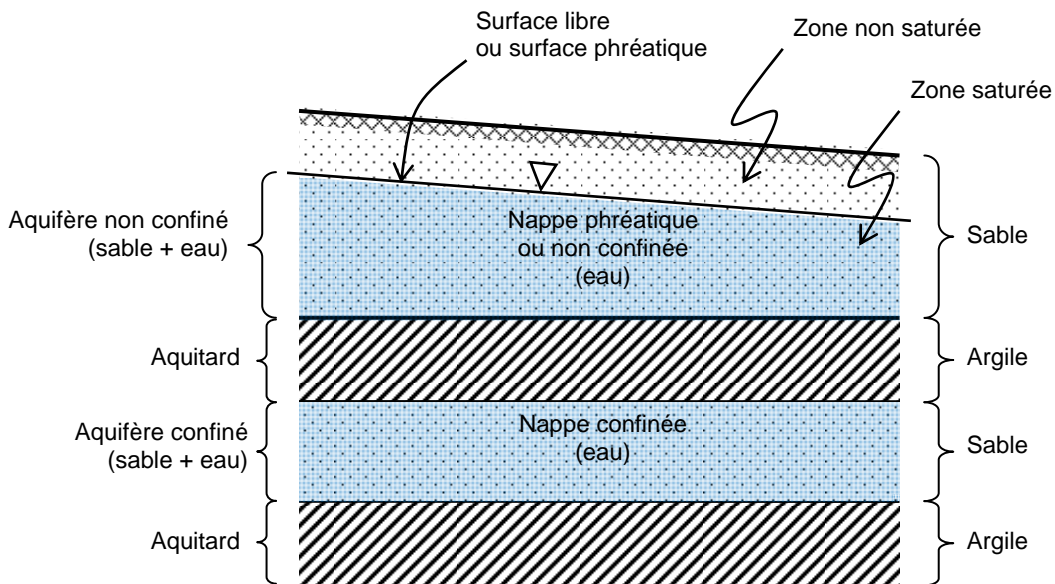
Surface libre (syn. *surface phréatique*) : Par définition, la surface libre, ou surface phréatique, correspond à la profondeur dans le sol où la pression de l'eau est égale à la pression atmosphérique. En pratique, cette profondeur correspond assez bien à la transition entre la zone saturée et non saturée.

Aquifère non confiné (syn. *aquifère à nappe libre*) : Aquifère dont la surface phréatique, ou surface libre, constitue la limite supérieure.

Aquifère confiné (syn. *aquifère à nappe confinée*) : Aquifère dont la nappe est confinée par des formations moins perméables (aquitards).

Nappe phréatique (syn. *nappe libre*) : Nappe d'eau souterraine contenue dans un aquifère non confiné ou à nappe libre.

Illustration d'un aquifère non confiné et d'un aquifère confiné :



Source : modifié de Freeze et Cherry (1979).

Introduction

Le 28 mars 2013, le ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, M. Yves-François Blanchet, confiait au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) le mandat de créer une commission d'enquête sur les effets liés à l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles sur les nappes phréatiques aux Îles-de-la-Madeleine, notamment ceux liés à l'exploration et l'exploitation gazière. Ce mandat, confié en vertu de l'article 6.3 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, a pour but d'informer la population sur les enjeux de ces activités en milieu insulaire, de la consulter et d'éclairer le gouvernement dans sa réflexion quant aux mesures à prendre pour assurer la protection des nappes phréatiques des îles de la Madeleine. Par la même occasion, le ministre demandait au BAPE de rendre public, à compter du 11 avril 2013, le document *Synthèse de l'état des connaissances sur les eaux souterraines aux Îles-de-la-Madeleine — Impacts de l'exploration et de l'exploitation des ressources naturelles sur les eaux souterraines*, publié par l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) en décembre 2012.

Le 3 avril 2013, le président du BAPE, M. Pierre Baril, formait une commission d'enquête dont le mandat a commencé le 14 mai 2013 et s'est étalé sur cinq mois.

L'audience publique a été conduite en deux parties. La première s'est déroulée à L'Étang-du-Nord, du 14 au 16 mai 2013, pour recueillir l'information auprès des personnes et organismes convoqués par la commission. La deuxième partie a permis aux participants d'exprimer leurs opinions au cours de deux séances qui se sont tenues les 18 et 19 juin 2013 à L'Étang-du-Nord (annexe 1). La commission a reçu 24 mémoires, dont 16 ont été présentés lors des séances publiques, de même que 6 prestations orales (annexe 2).

La structure du rapport

Le présent rapport est subdivisé en sept chapitres. Le premier chapitre dresse un portrait des îles de la Madeleine au regard des milieux naturel et humain afin de saisir le contexte de l'approvisionnement en eau potable. Le second fait la synthèse des enjeux et des préoccupations soulevés par les participants à la seconde partie de l'audience publique. Le troisième présente un portrait géologique et hydrogéologique de l'archipel. Le quatrième traite de la vulnérabilité de l'eau souterraine et le cinquième, des effets potentiels de l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles sur la nappe phréatique. Le sixième chapitre fait état de l'analyse de la commission d'enquête sur les considérations d'ordre légal en lien avec la protection

de la nappe phréatique aux îles de la Madeleine. Enfin, le dernier chapitre propose un renforcement de la protection de la ressource en eau.

Le cadre d'analyse

Les deux premiers alinéas de l'article 6.3 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (R.L.R.Q., c. Q-2) prévoient que :

6.3. Le Bureau a pour fonctions d'enquêter sur toute question relative à la qualité de l'environnement que lui soumet le ministre et de faire rapport à ce dernier de ses constatations ainsi que de l'analyse qu'il en a faite.

Il doit tenir des audiences publiques dans le cas où le ministre le requiert.

Cette disposition permet au ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs de déterminer, sur un sujet de son choix lié à la qualité de l'environnement, l'étendue d'un mandat d'enquête qu'il confie au BAPE et d'en fixer la durée. Le présent mandat a été donné dans ce cadre, tout comme les mandats génériques confiés au BAPE par le ministre dans les secteurs des déchets dangereux, de la forêt, des matières résiduelles, de l'eau, de la production porcine, des levés sismiques ou de l'industrie du gaz de schiste. Dans chaque cas, les enjeux ont été définis par les commissions sans qu'une étude d'impact ait été réalisée au préalable. En outre, le délai pour réaliser ces mandats a varié selon divers facteurs, dont celui de tenir des consultations dans l'ensemble du Québec ou de les circonscrire à certaines régions, comme dans le présent dossier.

Un mandat donné en vertu de l'article 6.3 de la Loi est donc différent de celui donné en vertu de l'article 31.3, alors que le ministre est tenu de suivre la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement d'un projet selon laquelle la réalisation d'une étude d'impact par le promoteur est suivie d'une période d'information et de consultation du dossier par le public au cours de laquelle un citoyen, un groupe ou une municipalité peut demander la tenue d'une audience publique. Dans ce cas, s'il juge la demande non frivole, le ministre donne un mandat au BAPE dont la durée, fixée par règlement, est de quatre mois.

En outre, en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, la décision de confier un mandat au BAPE appartient exclusivement au ministre. À aucun moment le BAPE ne peut le refuser ou le modifier et il ne peut pas, de sa propre initiative, mener une enquête ni tenir une audience publique.

La portée du mandat

Le présent mandat vise les effets de l'exploration et de l'exploitation des ressources naturelles sur la nappe phréatique des îles de la Madeleine. Ainsi, il ne porte pas sur les enjeux tels que la qualité de l'air ou encore sur la nappe phréatique de l'île d'Anticosti ou de la péninsule de la Gaspésie.

Pour son analyse, la commission d'enquête a dû interpréter d'entrée de jeu la portée de son mandat en ce qui a trait à la notion de nappe phréatique. Ainsi, une nappe phréatique correspond à une nappe d'eau souterraine contenue dans un aquifère non confiné. Un aquifère réfère quant à lui à une formation géologique saturée et suffisamment perméable pour permettre un écoulement important de l'eau souterraine et une éventuelle exploitation de la ressource en eau douce disponible. Cette interprétation se veut plus large que celle se limitant aux sources d'eau souterraine actuellement exploitées.

Par ailleurs, l'analyse vise à estimer, par exemple, si des activités d'exploration ou d'exploitation des ressources naturelles sont susceptibles de réduire éventuellement la disponibilité et la qualité de l'eau souterraine des îles de la Madeleine. Cette approche ne vise pas à évaluer des conséquences précises ou à déterminer des seuils acceptables d'une activité projetée sur un lieu déterminé, puisqu'il n'y a, dans le cas du présent mandat, ni description détaillée d'un ou de projets, ni d'étude d'impact.

L'analyse et la rédaction du rapport ont été basées sur les faits recueillis à partir du témoignage de citoyens, de groupes et de municipalités, d'avis de spécialistes, de documents scientifiques et gouvernementaux ainsi que sur l'expérience des personnes responsables d'appliquer la réglementation au Québec. Certaines situations, pertinentes au mandat, là où les ressources naturelles sont exploitées au Canada et aux États-Unis, ont été examinées.

Les seize principes énoncés à l'article 6 de la *Loi sur le développement durable* (R.L.R.Q., c. D-8.1.1), lesquels doivent orienter les actions du gouvernement du Québec, ont été pris en compte.

L'organisation des travaux

La commission d'enquête a retenu les services d'un conseiller scientifique, soit M. Jean-Michel Lemieux, hydrogéologue et professeur au Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval. Elle a également profité de la

participation de représentants des divers ministères et organismes gouvernementaux les plus concernés qui ont agi à titre de personnes-ressources.

Puisque l'audience publique ne portait pas sur un projet en particulier et qu'aucun promoteur n'était concerné, la commission d'enquête a néanmoins invité des représentants de l'industrie minière et gazière locale pour s'enquérir de leurs pratiques et des techniques qu'ils utilisent (annexe 1).

Pour la réalisation de son mandat, la commission d'enquête a visité, le 17 mai 2013, les secteurs ciblés par Gastem pour d'éventuels forages sur l'île du Cap aux Meules ou sur l'île du Havre aux Maisons. Elle a également visité l'installation de Mines Seleine, située à Grosse-Île, le 19 juin 2013.

Chapitre 1 **Le portrait des îles de la Madeleine**

Le présent chapitre trace un portrait sommaire des milieux naturel et humain des îles de la Madeleine. La première section présente quelques données sur le territoire, alors que la deuxième section traite de ses caractéristiques écologiques. Les principales activités économiques et la production d'énergie sont abordées dans les troisième et quatrième sections respectivement. Le chapitre se conclut par une section axée sur la consommation d'eau.

Le territoire et la population

Situées en plein cœur du golfe du Saint-Laurent, à 205 km au sud-est des côtes de la péninsule gaspésienne et à près de 100 km au nord-est des provinces de l'Île-du-Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse, les îles de la Madeleine sont un archipel regroupant une quinzaine d'îles d'une superficie totale de 360 km², qui comprend les zones submergées lors des marées et les divers plans d'eau (figure 1). La surface terrestre reconnue, y compris les dunes et les autres zones inhabitables, atteint 205,6 km². L'archipel comptait, en 2006, une population de près de 13 000 personnes qui habitent 8 des îles (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 6 et 7).

Sur le territoire des îles de la Madeleine, on compte deux municipalités, soit la municipalité des Îles-de-la-Madeleine et la municipalité de Grosse-Île. Comme le prévoit la *Loi sur l'exercice de certaines compétences municipales dans certaines agglomérations* (R.L.R.Q., c. E-20.001), l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine est formée par les territoires de ces deux municipalités, laquelle est notamment responsable de l'élaboration et de la mise en œuvre du schéma d'aménagement pour tout le territoire.

Suivant le décret d'agglomération 1130-2005 du 23 novembre 2005 (2005 G.O. 2, 6879), les compétences d'agglomération sont celles définies à la *Loi sur l'exercice de certaines compétences municipales dans certaines agglomérations*, plus particulièrement à l'article 19. Au nombre des compétences d'agglomération, les compétences municipales sur les matières en lien avec l'objet du présent mandat sont les suivantes :

- l'alimentation en eau et l'assainissement des eaux (paragraphe 5) ;
- l'élimination et la valorisation des matières résiduelles, ainsi que tout autre élément de leur gestion si elles sont dangereuses, de même que l'élaboration et l'adoption du plan de gestion de ces matières (paragraphe 6) ;
- les éléments de la sécurité publique que sont :
 - les services de police, de sécurité civile, de sécurité incendie et de premiers répondants ;
 - l'élaboration et l'adoption du schéma de sécurité civile et du schéma de couverture de risques en matière de sécurité incendie (paragraphe 8).

Suivant les articles 17 et 19 de la *Loi sur l'exercice de certaines compétences municipales dans certaines agglomérations*, seule la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine peut agir à l'égard des compétences d'agglomération. Aux fins des actes qui peuvent être accomplis à l'égard de ces matières, elle a compétence non seulement sur son propre territoire, mais aussi sur celui de la Municipalité de Grosse-Île.

Le conseil de la municipalité des Îles-de-la-Madeleine constitue le conseil d'agglomération. Sa composition est toutefois élargie pour constituer le conseil d'agglomération. Le conseil de la municipalité des Îles-de-la-Madeleine est formé des membres qui y ont été élus et du maire de la municipalité de Grosse-Île.

La Loi établit que, lors d'une séance du conseil de la municipalité de Grosse-Île, le maire informe le conseil des sujets qui doivent faire l'objet de délibérations lors d'une prochaine séance du conseil d'agglomération, il expose la position qu'il entend prendre, discute de celle-ci avec les autres membres présents et propose l'adoption d'une résolution établissant l'orientation du conseil. Il fait rapport des décisions prises par le conseil d'agglomération lors d'une séance précédente. Lorsque le conseil ordinaire de la municipalité des Îles-de-la-Madeleine ou le conseil de la municipalité de Grosse-Île prend une orientation à l'égard d'un sujet dont doit être saisi le conseil d'agglomération, tout membre de celui-ci qui y représente cette municipalité doit agir, lors des délibérations et du vote sur ce sujet auxquels il participe, d'une façon conforme à l'orientation prise.

La municipalité des Îles-de-la-Madeleine regroupe 96 % des habitants et inclut les villages de Cap-aux-Meules, de L'Île-d'Entrée, de Fatima, de L'Étang-du-Nord, de Havre-aux-Maisons¹, de Grande-Entrée et de L'Île-du-Havre-Aubert. La municipalité

1. Inclut le hameau de Pointe-aux-Loups.

de Grosse-Île compte environ 550 citoyens et occupe tout le territoire de l'île de Grosse-Île. Parmi les îles habitées, seule l'île d'Entrée n'est pas reliée aux autres et n'est atteignable que par voie aérienne ou maritime. L'île Brion constitue la plus grande des sept îles inhabitées et une réserve écologique occupe presque toute sa superficie¹ (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 3, 5, 7 et 12).

Selon les prévisions démographiques de l'Institut de la statistique du Québec, la population des îles de la Madeleine augmenterait légèrement au cours des prochaines décennies. Elle atteindrait 13 518 habitants en 2021 et 13 625 habitants en 2031 (ISQ, 2009, p. 5).

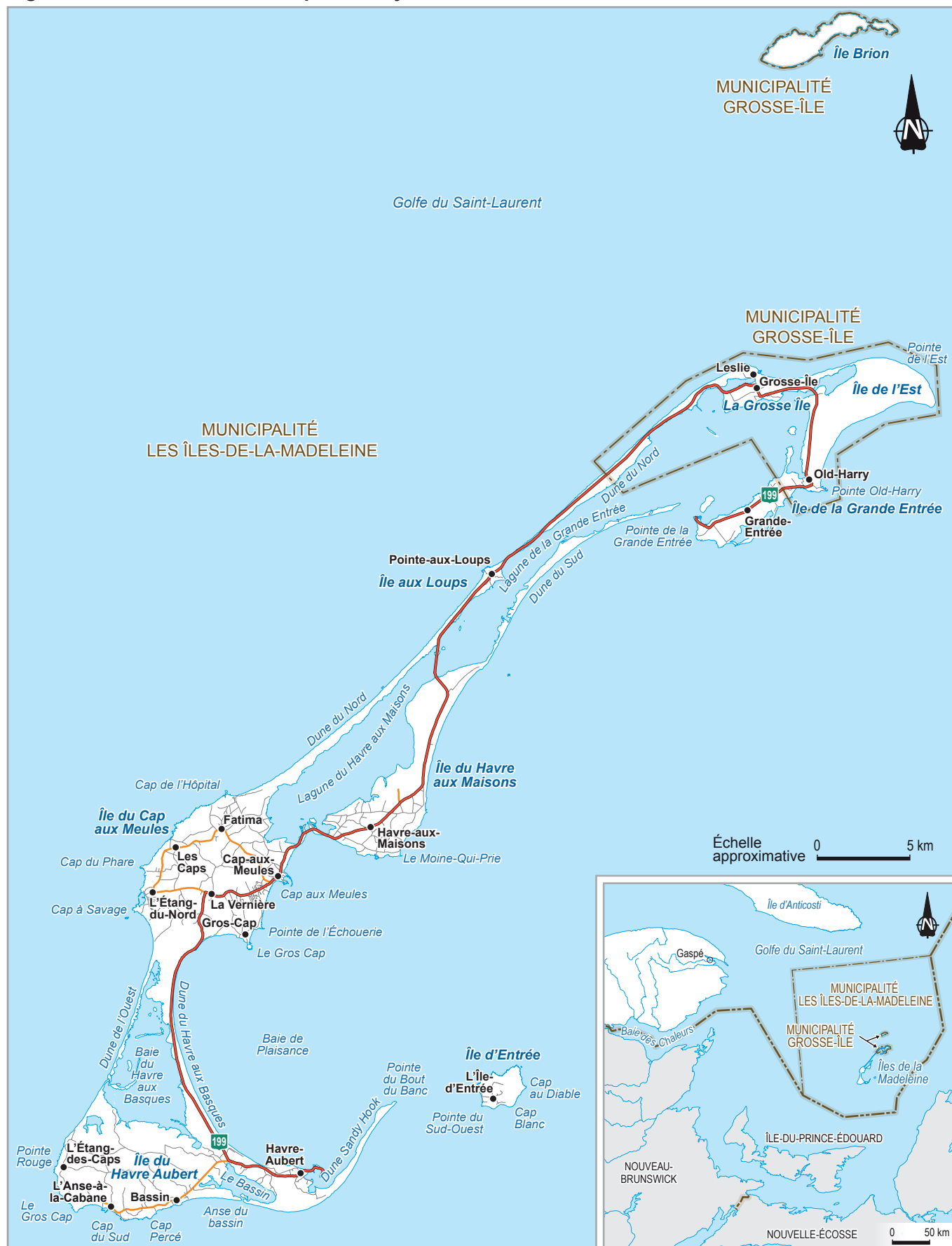
Le milieu écologique

L'archipel madelinot présente la particularité de reposer sur de nombreux dômes de sel qui ont notamment contribué à façonner le paysage ondulé. Ces dômes se forment quand des dépôts d'évaporites, moins denses que les autres types de roche les entourant, remontent vers la surface sous l'effet d'un phénomène nommé *diapirisme*. Ils peuvent atteindre des épaisseurs de plusieurs kilomètres. L'un d'entre eux est exploité par Mines Seleine, à Grosse-Île (PR3, p. 32 et 33).

L'archipel se caractérise aussi par la présence de caps et de falaises, et on observe, au centre de plusieurs de ces îles, la présence d'un noyau rocheux peu perméable d'origine volcanique et formant des collines de hauteur variable. Le socle rocheux autour des collines se distingue par la présence de grès (rouges, gris ou verdâtres) friables et perméables qui forment de bons aquifères. Ces grès poreux sont particulièrement sensibles à l'érosion et à l'action des vagues sur les falaises qu'ils composent. Cette action contribue notamment à la formation du profil découpé des îles (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 8 ; PR3, p. 32, 33, 35 et 37). Les aquifères, qui constituent la source d'eau potable des Madelinots, se distinguent par la présence d'une interface avec l'eau salée du golfe du Saint-Laurent qui les entoure (DB48, p. 2 ; M^{me} Gwénaëlle Chaillou, DT1, p. 19).

1. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Réserve écologique de l'Île-Brion* [en ligne (5 septembre 2013) : www.mddefp.gouv.qc.ca/biodiversite/reserves/ile_brion/res_20.htm].

Figure 1 Le territoire couvert par l'analyse



Sources : adaptée de DB13, p. 6 ; carte routière du ministère des Transports [en ligne (25 septembre 2013) : www.quebec511.gouv.qc.ca/images/fr/carte_routiere/PDF/web01_Iles_Madln_290k.pdf] ; carte régionale du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire [en ligne (25 septembre 2013) : www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/organisation_municipale/cartotheque/Region_11.pdf] ; Commission de toponymie, recherche de noms de lieux [en ligne (25 septembre 2013) : www.toponymie.gouv.qc.ca/CT/toposweb/recherche.aspx].

La conservation des propriétés de l'eau puisée des aquifères dépend en bonne partie du maintien de l'intégrité de milieux naturels, comme les marais, les marécages, les étangs et les tourbières. Ceux-ci jouent le rôle de filtre et retiennent une portion de l'eau de pluie et de la fonte des neiges, lesquelles contribuent à la recharge des aquifères. Ces milieux abritent diverses espèces fauniques qui ont un statut particulier, dont le bruant de Nelson, le hibou des marais, le râle jaune et le grèbe esclavon de même que des espèces floristiques, dont l'aster du golfe Saint-Laurent et le gaylussaquier de Bigelow (DQ30.1 ; Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 39 et 40).

La présence de nombreuses dunes et les lagunes qu'elles abritent est un des aspects les plus distinctifs du paysage des îles de la Madeleine. Les dunes sont de minces cordons littoraux surtout constitués de sable et en constante mouvance parce que soumises à la force du vent, des vagues et des marées. En outre, les dunes forment une barrière naturelle qui protège certaines zones habitées et des infrastructures situées en retrait. On leur reconnaît un rôle de premier plan dans l'écosystème et elles favorisent la nidification et l'alimentation de plusieurs espèces d'oiseaux, dont le pluvier siffleur et la sterne de Dougall (DQ30.1). Les dunes constituent aussi l'habitat de plusieurs espèces floristiques typiques des milieux dunaires, notamment l'aster du golfe Saint-Laurent, le genévrier à gros fruits et l'HUDSONIE TOMENTEUSE (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 22 à 24).

Les lagunes sont de grandes baies intérieures qui maintiennent un contact avec les eaux du golfe du Saint-Laurent et avec lesquelles se produisent des échanges sous l'influence des marées. La zone limitrophe des lagunes et de la terre ferme est connue sous le vocable de *pré salé*. En plus d'accueillir plusieurs espèces fauniques et floristiques, les lagunes sont des zones favorables à la reproduction et la croissance de divers poissons, crustacés et mollusques. Elles permettent également la pratique de l'aquaculture, la cueillette de mollusques et des activités récréatives, comme la chasse et la pêche sportive, ainsi que les sports de voile (*ibid.*, p. 25).

Les forêts (sapinière à bouleau blanc) recouvraient, en 2001, une superficie de 5 161 ha qui correspond à 25,5 % du territoire terrestre. Les îles du Havre Aubert et du Cap aux Meules regroupent respectivement 41 % et 25 % des forêts de l'archipel. La végétation qu'on y retrouve croît et se régénère sous des conditions climatiques difficiles, caractérisées par la présence de vents constants et parfois violents. La grive de Bicknell, l'engoulevent d'Amérique de même que le quiscale rouilleux fréquentent les forêts (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 29 à 32 ; DQ30.1).

De toutes les espèces fauniques et floristiques présentes sur l'archipel, plusieurs possèdent un statut particulier¹ en raison de leur précarité et de leur vulnérabilité. Ainsi, en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (R.L.R.Q., c. E-12.01), trois espèces floristiques sont désignées menacées sur l'archipel : le gaylussaquier de Bigelow, le corème de Conrad et l'aster du golfe Saint-Laurent. Ce dernier est « endémique du golfe du Saint-Laurent et désigné menacé au Canada » (DQ30.1, p. 13). Le bident différent, le genévrier des îles de la Madeleine et le suéda de Roland sont susceptibles d'être désignés menacés ou vulnérables et, sur tout le territoire du Québec, ne se retrouvent qu'aux îles de la Madeleine (*ibid.*). Toujours en vertu de cette Loi, diverses espèces fauniques présentes sur l'archipel sont reconnues comme menacées ou vulnérables : le râle jaune, le grèbe esclavon, le pluvier siffleur, la sterne de Dougall, la grive de Bicknell de même que la tortue Luth. De son côté, la *Loi sur les espèces en péril* du Canada (L.C. 2002, c. 29) désigne 18 espèces fauniques à titre d'espèces préoccupantes, menacées ou en voie de disparition présentes aux îles de la Madeleine. C'est le cas notamment du pluvier siffleur (sous-espèce melodus), du grèbe esclavon, du râle jaune et de la grive de Bicknell (DQ33.1).

L'activité économique

L'activité économique des îles de la Madeleine repose essentiellement sur la pêche et le tourisme. Le secteur des pêcheries fournit un emploi saisonnier à près de 2 000 personnes, dont environ 1 100 travaillent sur les bateaux à titre de pêcheurs-propriétaires ou d'aides-pêcheurs. Les autres personnes sont affectées aux activités de transbordement, de transformation ainsi qu'à des tâches administratives (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 71). Les débarquements ont totalisé environ 7 000 t en 2010, pour une valeur de près de 33 millions de dollars. Ils se divisent en trois grandes catégories : poissons de fond, espèces pélagiques et de l'estuaire du Saint-Laurent ainsi que mollusques et crustacés².

Notons que les usines de transformation du poisson sont parmi les principaux utilisateurs d'eau. Madelipêche, Pêcheries Gros-Cap et Fruits de mer Madeleine utilisent, lorsqu'elles sont en activité, en moyenne 15,0 m³/j, 62,6 m³/j et 70,8 m³/j respectivement (DB6, p. 7). Durant la saison de la pêche au homard, soit en mai et en juin, on observe d'ailleurs une augmentation marquée de la consommation journalière

1. Le terme *statut particulier* s'applique à toute espèce faunique ou floristique reconnue comme espèce en péril, préoccupante, en voie de disparition ou menacée de l'être en fonction de la terminologie de la loi fédérale ou encore de toute espèce reconnue comme espèce menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée en vertu de la loi provinciale.

2. PÊCHES ET OCÉANS CANADA. *Répartition sectorielle des débarquements* [en ligne (5 septembre 2013) : www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/revue-annuelle/2009-2010/iles-fra.pdf].

moyenne. En mai et juin 2007, cette consommation s'élevait respectivement à 6 924 et 6 942 m³/j, comparativement à 5 249 m³/j en avril et à une moyenne annuelle de 5 857 m³/j (DB6, p. 6 et 7).

Quant à elle, l'industrie touristique génère des retombées évaluées à environ 50 millions de dollars et crée environ 1 500 emplois, surtout saisonniers¹. Elle représente la deuxième activité économique en importance après les pêcheries. L'année 1971 a été marquée par l'instauration d'un lien maritime permanent entre l'archipel et l'Île-du-Prince-Édouard, l'expansion du tourisme et le développement d'activités connexes, comme les arts et spectacles. L'organisme Tourisme Îles-de-la-Madeleine estime qu'entre les années 2000 et 2008, le nombre moyen de visiteurs a atteint 49 500 et varierait entre 45 000 et 50 000 dans un avenir prévisible (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 82). Le tourisme se concentre sur une dizaine de semaines en été et la durée moyenne des séjours est évaluée à huit jours (DB6, p. 2). Ce surcroît temporaire de population se traduit par une hausse des prélèvements (PR3, p. 90). Pour l'année 2007, la consommation quotidienne moyenne des 3 principaux réseaux d'aqueduc² pour les mois de juillet à septembre a atteint 6 531 m³/j comparativement à 5 857 m³/j durant le reste de l'année (DB6, p. 6 et 7).

Selon les plus récentes données du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, les îles de la Madeleine comptaient 31 entreprises agricoles en 2010. Les activités sont principalement reliées à l'élevage laitier et la culture maraîchère. Ces producteurs cultivent une superficie totale de 600 ha et emploient une centaine de personnes. En 2010, 25 entreprises de transformation, dont 15 producteurs et transformateurs, complétaient le portrait du secteur agroalimentaire de l'archipel (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 86 à 90 ; MAPAQ, 2013 ; MAPAQ, 2011).

Parmi les autres activités économiques d'importance, notons les opérations minières souterraines de Mines Seleine qui ont commencé en 1983, à Grosse-Île, là où les diapirs se trouvent le plus près de la surface. La compagnie emploie près de 160 personnes afin d'extraire du sel servant au déglacage des routes. L'eau douce nécessaire aux besoins sanitaires et au lavage de la machinerie et de l'équipement provient de 6 puits privés desquels la compagnie puise 17 m³/j d'eau en moyenne. L'ajout d'un anti-agglomérant à base de ferrocyanure de sodium dissous préalablement et exclusivement avec de l'eau de mer constitue le seul traitement que subit le sel avant son expédition par bateau (M. Mark Joncas, DT3, p. 7 et 8 ; DB15, p. 8 ; DQ32.1).

1. MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. *Les secteurs d'activités économiques* [en ligne (5 septembre 2013) : www.muniles.ca/vie_economique_secteur_activites.html].
2. Ces réseaux sont ceux de Cap-aux-Meules, de Havre-aux-Maisons et de Havre-Aubert et desserviraient jusqu'à 95 % des touristes des îles de la Madeleine (DB6, p. 3).

L'énergie

L'essence, le diesel et les huiles lourdes comblent les besoins énergétiques des Madelinots et des entreprises. En plus d'alimenter les véhicules et les appareils de chauffage, les carburants dérivés du pétrole servent aussi à la production de l'électricité. La centrale thermique qui dessert la majorité du territoire des îles de la Madeleine¹ compte 6 moteurs d'une puissance de 11,2 MW pour une puissance installée totale de 67 MW. Hydro-Québec a mis ces installations en activité en 1991 et estime que la fin de leur vie utile surviendra en 2023 ou 2024 (DB21).

Une étude réalisée à la demande de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine et rendue publique en août 2013 montre que la consommation prévisible d'énergie primaire² passerait de 3 400 000 GJ³ en 2011 à plus de 4 000 000 GJ en 2025, une hausse principalement causée par une augmentation anticipée de la consommation de mazout à des fins de production d'électricité. L'étude montre également que près de la moitié de l'énergie primaire est utilisée pour la production d'électricité et environ 8 % pour le chauffage à l'huile. Toutefois, puisque les deux centrales thermiques ne sont efficaces qu'à environ 40 % pour brûler leur carburant, la production d'électricité représente moins de 20 % du bilan énergétique net (Dunsky, 2013).

Afin de procéder au remplacement de l'actuelle centrale et d'adopter une solution qui garantira l'alimentation à long terme de l'archipel, Hydro-Québec étudie actuellement deux scénarios (DB21) :

- le prolongement de la vie utile de la centrale en y installant de nouveaux moteurs plus performants ;
- le raccordement au réseau québécois d'électricité par un câble sous-marin d'une longueur d'environ 225 km à partir du poste de Percé.

Pour chacun d'entre eux, la société d'État a indiqué qu'elle prend en compte le temps de réalisation, les impacts environnementaux et le processus d'autorisation gouvernementale. Indépendamment de ces deux scénarios, Hydro-Québec étudie, en collaboration avec l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, la possibilité d'implanter 3 éoliennes de 2,05 MW qui opéreraient en complémentarité avec la centrale actuelle d'ici les prochaines années. L'exploitation des éoliennes réduirait

1. Une deuxième centrale d'une capacité de 1,2 MW dessert l'île d'Entrée.
2. La consommation exclut celle des traversiers reliant les îles de la Madeleine au continent, puisque ceux-ci s'approvisionnent à leur port d'attache.
3. 1 GJ équivaut à environ 278 kWh.

d'environ 10 % la consommation de diesel à la centrale, diminuant d'autant les émissions de gaz à effet de serre (*ibid.*).

La gestion de l'approvisionnement en eau

L'archipel n'abritant aucun lac ou rivière, les aquifères, alimentés par les eaux de précipitation, représentent la seule source d'approvisionnement en eau (PR3, p. 70). Selon le plan directeur de l'eau, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine opère 26 puits de captage des eaux souterraines, dont 18 sur l'île du Cap aux Meules, 4 sur l'île du Havre aux Maisons et 4 sur l'île du Havre Aubert (DB6, p. 15 à 17). Des puits privés assurent l'alimentation en eau des habitants de quatre îles : Entrée, Grande Entrée, Pointe aux Loups et Grosse Île ainsi que de certains habitants des îles desservies par un réseau d'aqueduc.

Sur l'île du Cap aux Meules, dix puits sont situés à L'Étang-du-Nord, six à Fatima et deux à Cap-aux-Meules. Quatre de ces puits sont munis d'un système de chloration. Le réseau de Cap-aux-Meules possède deux réservoirs d'eau potable où l'eau souterraine est acheminée avant d'être distribuée par gravité. Les quatre puits de l'île du Havre aux Maisons sont situés près de l'aéroport et possèdent un système de chloration inutilisé. Bien que cette île possède un réservoir, l'eau est acheminée directement dans le réseau. Enfin, les quatre puits de l'île du Havre Aubert sont situés près du chemin de la Montagne, près du réservoir où l'eau transite avant d'être acheminée par gravité dans le réseau. Ces puits ne possèdent pas de système de chloration (*ibid.*).

Afin de combler les besoins en eau potable pour les 30 prochaines années, la Municipalité procède actuellement à l'expansion de son réseau de puits de captage. Des demandes d'autorisation ont été faites au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs pour la mise en service de quatre nouveaux puits à L'Étang-du-Nord, quatre à Fatima et deux à Havre-aux-Maisons (M^{me} Caroline Richard, DT1, p. 59 ; DB1, p. 1). Enfin, neuf nouveaux puits de captage ont été aménagés en 2013 sur l'île de la Grande Entrée afin d'alimenter un nouveau réseau d'aqueduc et de distribution d'eau. Ils sont en attente d'autorisation (figure 2) (M. Jean Hubert, DT1, p. 31).

La Municipalité a mis en place diverses mesures visant à protéger et à assurer son approvisionnement en eau potable au cours des prochaines décennies. Parmi les initiatives municipales, on retrouve (DM23) :

- l'installation de compteurs chez les gros consommateurs vers la fin des années 1980 ;
- l'implantation de nouveaux captages municipaux au milieu des années 1990 ;
- l'adoption d'un programme d'économie et de bonne gestion de l'eau en 2001 ;
- la réalisation d'études hydrogéologiques visant à délimiter les aires d'alimentation des puits municipaux et à déterminer des emplacements propices à l'implantation de nouveaux puits au milieu des années 2000 ;
- le dépôt de plusieurs demandes pour la construction de nouveaux puits en 2010 auprès du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs ;
- la mise en service de nouveaux puits à Havre-aux-Maisons et d'un réseau d'aqueduc à Grande-Entrée en 2013.

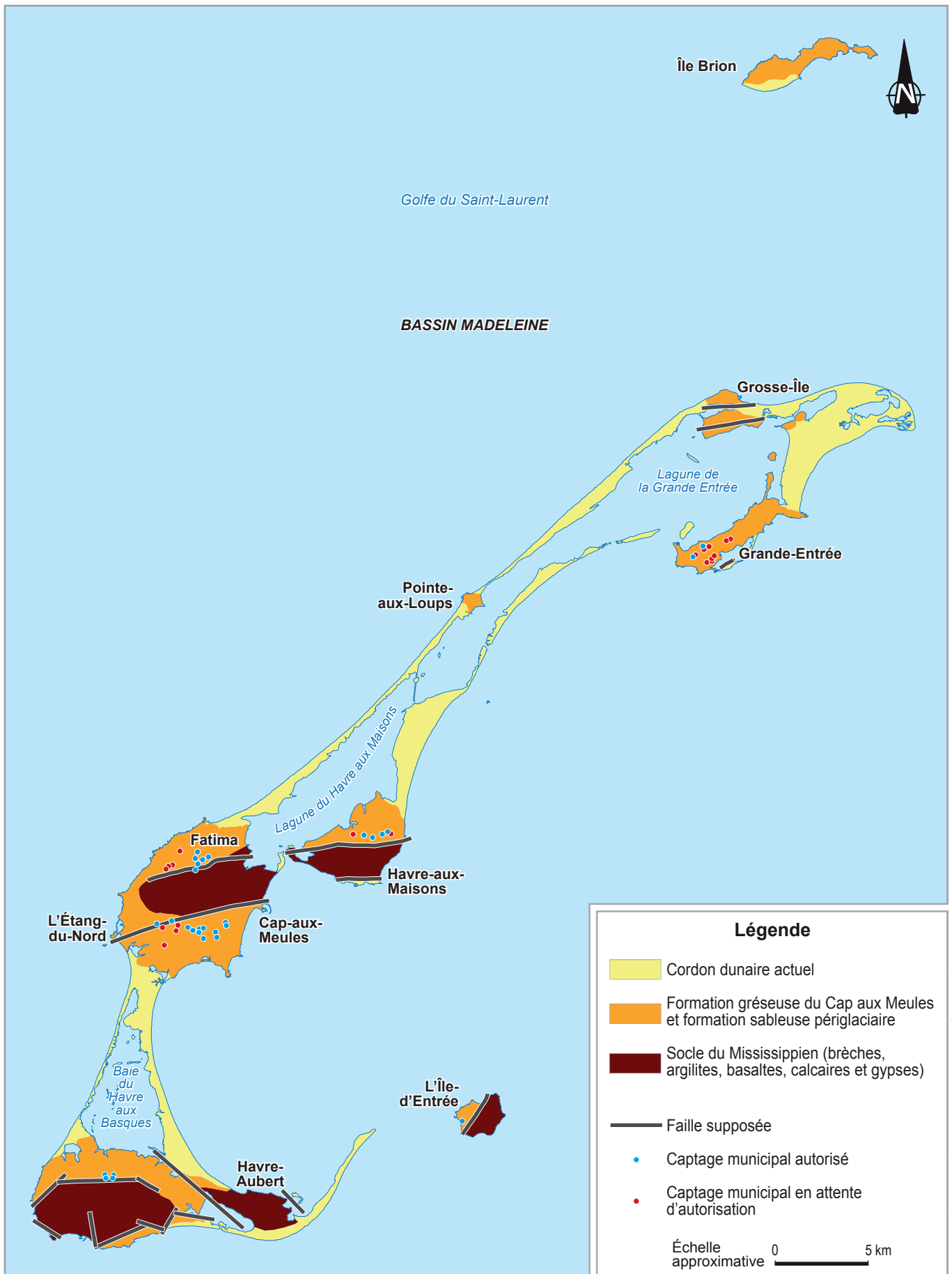
Un suivi journalier est effectué à chacune des stations de pompage. Les débits, les heures de pompage, les niveaux dans les puits et la conductivité de l'eau (qui informe sur le niveau de salinité) sont colligés toutes les 15 minutes avec un système automatisé. Une comparaison avec les jours et les mois précédents permet de déceler les anomalies. À partir de ces renseignements, la Municipalité a pu établir que les Madelinots consommaient en moyenne 408 l d'eau par jour, soit un peu plus que la moyenne québécoise, qui s'établit à 386 l par jour (DM23, annexe 3).

Sur le plan de l'encadrement, la Municipalité se distingue par l'application de deux règlements sur la bonne gestion des ressources en eau potable :

- le *Règlement 2002-33 relatif à l'utilisation de l'eau potable en situation de pénurie* (DB22) ;
- le *Règlement 2003-15 concernant l'utilisation de l'eau potable par les usagers du réseau d'aqueduc* (DB23).

Selon la Municipalité, le début des années 1990 a été marqué par une plus grande prise de conscience à l'égard de la préservation de la qualité de l'eau souterraine et du volume d'approvisionnement.

Figure 2 La géologie des îles de la Madeleine



Sources : adaptée de DB13, p. 6 ; DB 34.1.

Les municipalités de l'époque ont d'abord procédé à l'installation d'égouts sanitaires à proximité des sources d'approvisionnement dans le but de mettre fin aux épisodes de contamination bactériologique causée par la présence de fosses septiques non conformes. Elles ont aussi foré de nouveaux puits après avoir observé, dans les puits existants, une baisse marquée du niveau de la nappe phréatique. Ces nouveaux puits ont permis de corriger le déséquilibre entre la demande en eau et la capacité de pompage et de mieux pourvoir aux besoins futurs (M. Jean Hubert, DT1, p. 30).

Une autre étape a été franchie en 2001 quand un programme d'économie et de bonne gestion de l'eau a été mis en œuvre (*ibid.*, p. 31). Les autorités municipales ont alors installé des compteurs d'eau chez les usagers majeurs et ont commencé à mesurer la consommation résidentielle par échantillonnage¹. Parce que la quantité d'eau accessible sur l'île de la Grande Entrée est plus limitée en fonction des besoins prévus, l'agglomération dotera tous les commerces et les résidences d'un compteur d'eau durant la construction du réseau d'aqueduc (M. Jean Hubert et M^{me} Caroline Richard, DT3, p. 80).

Depuis 2002, la Municipalité a mis en œuvre des mesures et instauré différents mécanismes pour assurer une meilleure gestion de l'eau potable. Elle a adopté des règlements sur l'utilisation de l'eau en situation de pénurie, sur l'utilisation de l'eau potable par les usagers du réseau d'aqueduc et sur les distances séparatrices des sources d'eau et des puits. Des périmètres de protection ont d'ailleurs été inscrits au schéma d'aménagement ainsi qu'au règlement d'urbanisme. Elle a également mis en opération un système informatique et automatique d'acquisitions de données en plus d'assurer un suivi de la qualité de l'eau et du niveau de la nappe phréatique (M. Jean Hubert, DT1, p. 35 et 36 ; DB28, p. 16 à 18).

Les quantités d'eau puisées entre mai et septembre se révèlent nettement supérieures à celles utilisées le reste de l'année (tableau 1). La consommation quotidienne moyenne durant les mois qui couvrent la saison de la pêche au homard ainsi que la saison touristique est de 6 692 m³/j, soit 27 % de plus que la moyenne de 5 261 m³/j observée pour la période d'octobre à avril.

1. Il a été estimé que le coût d'installation de compteurs d'eau pour l'ensemble des résidences des Îles-de-la-Madeleine surpassait les profits espérés.

Tableau 1 La consommation des réseaux des îles du Cap aux Meules, du Havre aux Maisons et du Havre Aubert (2007)

	Consommation journalière moyenne (m ³ /j)
Janvier	5 736
Février	5 428
Mars	5 372
Avril	5 249
Mai	6 924
Juin	6 942
Juillet	6 882
Août	6 582
Septembre	6 130
Octobre	5 227
Novembre	4 885
Décembre	4 932

Source : adapté de DB6, p. 12, 15 et 18.

La Municipalité prévoit, dans la révision de son plan directeur de gestion de l'eau potable, une croissance de 16 % pour les 30 prochaines années (tableau 2). Elle a entamé des démarches afin d'obtenir les autorisations nécessaires à la mise en activité de nouveaux puits (M. Jean Hubert, DT2, p. 6).

Tableau 2 La compilation des besoins en eau actuels et futurs

Île	Consommation journalière moyenne – 2009 (m ³ /j)	Besoins dans 30 ans (m ³ /j)
Cap aux Meules	4 006	4 653
Havre aux Maisons	702	815
Havre Aubert	1 463	1 699

Source : DB6, p. 14, 17 et 20.

Chapitre 2

Les préoccupations et les opinions des participants

Le présent chapitre constitue une synthèse des préoccupations et des opinions exprimées par les participants. Les interventions ont porté principalement sur le projet d'exploration gazière de la société Gastem et, dans une moindre mesure, sur l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent. Par ailleurs, les éléments couverts par les participants ont largement débordé le sujet de la nappe phréatique et ont porté, entre autres, sur la santé et la qualité de vie des Madelinots, l'acceptabilité sociale, l'économie régionale, les craintes quant à l'irréversibilité d'une exploration gazière et, enfin, sur la portée restreinte du mandat du BAPE.

Les considérations sociales

Des craintes pour la santé

Certains participants soulèvent les conséquences que pourrait avoir le projet de forage de Gastem sur la santé humaine (Énergie Alternative, DM14, p. 7 ; Centre de santé et de services sociaux des Îles, DM18, p. 2). Selon le groupe citoyen Énergie Alternative, les impacts potentiels de l'activité gazière sur l'eau, sur le sol et sur l'air représenteraient des menaces pour la santé humaine. Ce groupe s'inquiète notamment de « l'inévitable contamination de l'air par les torchères et le stockage des hydrocarbures, de la pollution potentielle du sol par l'entreposage et le maniement des boues de forage (dont la composition demeure inconnue) » (DM14, p. 7). De son côté, l'Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (AQLPA) souligne qu'une torchère qui brûle peut avoir des impacts importants sur la qualité de l'air (DM7, p. 13).

Comme l'indique le Centre de santé et de services sociaux des îles de la Madeleine (CSSS des Îles), la santé doit primer dans les choix de société : « Le pari collectif de la santé pour tous et pour l'environnement est beaucoup plus important que celui de l'argent » (DM18, p. 12).

Le maintien de la qualité de vie

Le CSSS des Îles se questionne sur les réels bienfaits d'un projet d'exploration et d'exploitation gazière sur le bien-être de la population. Selon lui, l'analyse d'un tel projet « ne devrait-elle pas aussi porter une attention particulière au devenir des communautés ? » (DM18, p. 2). Comme l'indique Énergie Alternative :

La qualité de vie des Madelinots dépend entièrement de la qualité de leur milieu de vie. Celle-ci est tributaire des ressources naturelles, des écosystèmes et des relations qui forment le tissu social de la communauté madelinienne, qui se reflètent dans les paysages et dans les services disponibles. L'ensemble de ces éléments est susceptible d'être affecté par la mise en valeur des hydrocarbures. (DM14, p. 6 et 7)

Une participante souligne que la nature, l'identité propre de la communauté et la qualité de vie sont tributaires de certains éléments comme le mode de vie tranquille, la qualité des milieux naturels, l'occupation du territoire et les paysages. Elle aborde la notion de résilience qui est la capacité d'un système à changer sans perdre son identité. Selon elle, dans un système fragile et de petite taille, comme celui que constitue le territoire des îles de la Madeleine, la résilience générale se trouve réduite, limitant la marge de manœuvre pour maintenir les éléments déterminant l'identité madelinienne et la qualité de vie (M^{me} Natalia Porowska, DM22). Un autre participant indique que les conséquences des activités d'exploration et d'exploitation gazière sur la qualité de vie des Madelinots pourraient être exacerbées par l'exiguïté du territoire et la densité de la population (Attention Fragîles, DM11, p. 7).

La préservation du paysage

En raison de sa géologie remaniée par l'émergence des dômes de sel, ses attraits et ses paysages, des participants s'entendent pour dire que les îles de la Madeleine sont un milieu unique, fragile qui doit être protégé (M. Léonce Arseneau, DT6, p. 68 et 69 ; DM11, p. 7 ; DM20). Un participant souligne que c'est la « seule île sur la planète Terre qui est faite de cette façon » et qu'elle devrait être reconnue par l'UNESCO (M. Léonce Arseneau, DT6, p. 68 et 69).

Afin d'assurer la protection de cet environnement, un participant propose que les îles de la Madeleine soient reconnues comme paysage culturel patrimonial en vertu de la *Loi sur le patrimoine culturel* (R.L.R.Q., c. P-9.062) (M. Raymond Gauthier, DM20).

Attention Fragîles mentionne que l'économie touristique repose en grande partie sur « l'image de marque » développée au fil des ans. Ainsi, selon le groupe, « la simple présence des structures de production disséminées dans le paysage [...] et, à plus forte raison, tout accident qui pourrait survenir, ont la possibilité d'entacher pour

longtemps l'image de marque qu'achètent touristes et consommateurs de produits de la mer » (DM11, p. 8).

L'acceptabilité sociale

Pour Attention Fragîles, « l'acceptabilité sociale est un concept relativement jeune, encore mal défini, qui est de plus en plus incontournable lors de la mise en place d'un projet ». Le groupe souligne que cette acceptabilité « implique un consentement préalable de la population, consentement qui est à la fois libre et informé et qui comporte obligatoirement la possibilité de rejeter le projet » (DM11, p. 8).

Certains participants indiquent que le développement de la filière des hydrocarbures n'obtient pas l'adhésion de la population et qu'il est possible de faire état d'une faible acceptabilité sociale (Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique, DM7, p. 5 ; M^{me} Majorie Lapierre, DM13, p. 4). Plusieurs participants ont mentionné que les résultats d'un sondage mené en 2012 par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine auprès de 920 personnes semblent indiquer un rejet de l'exploitation des hydrocarbures. Selon ce sondage, 73,2 % des répondants sont contre le développement de la filière des hydrocarbures en milieu terrestre (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 14 ; Comité ZIP¹ des Îles-de-la Madeleine, DM9, p. 5 ; Attention Fragîles, DM11, p. 8 ; Conseil d'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, DM23, p. 4).

Des participants soulèvent la méfiance et la réticence des citoyens vis-à-vis le projet d'exploration et d'exploitation pétrolière et gazière aux îles de la Madeleine (M. Léonard Chevrier, DM19, p. 2 ; Attention Fragîles, DM11, p. 8°; Énergie Alternative, DM14, p. 8). Le conseil d'agglomération souligne que ce projet comporte des « risques indéniables [...] à l'égard des ressources halieutiques dont dépend largement notre économie » et, conséquemment, suscite une grande inquiétude dans la population (DM23, p. 4). Ce climat de méfiance découle, selon plusieurs, de l'absence de transparence, de la culture du secret, du manque d'information sur les enjeux réels de même que de l'impression d'un certain mépris à l'égard du citoyen (Corporation de développement communautaire Unîle, DM8, p. 1 et 2 ; Attention Fragîles, DM11, p. 4 et 5 ; Énergie Alternative, DM14, p. 9 ; M. Raymond Gauthier, DM20 ; M. Pierre Chevrier, DT7, p. 62). Certains se questionnent aussi à savoir quelles sont les réelles intentions de Gastem dans ce projet d'exploration (Énergie Alternative, DM14, p. 8 et 9 ; M. Raymond Gauthier, DM20).

1. ZIP : Zone d'intervention prioritaire.

D'autres participants indiquent que cette réticence est également basée sur des événements passés, dont le naufrage du *Irving Whale*, en septembre 1970, qui a déversé 200 t de mazout sur 80 km de plages de la dune de l'ouest. Comme l'indique Attention Fragîles, ce « naufrage [...] est resté dans la mémoire des Madelinots comme preuve des dangers des hydrocarbures et de leur propre fragilité, perdus au milieu du golfe » (DM11, p. 4). De son côté, un participant souligne la mauvaise expérience de l'implantation de l'usine de béton bitumineux au début de l'année 2002. Depuis le début des opérations, l'usine aurait généré plusieurs nuisances, dont du bruit excessif, des émanations gazeuses et des poussières (M. Jean-Yves Gaudet, DM3). Par ailleurs, Attention Fragîles met en perspective les cas de fuites de gaz des puits forés, dont certains sont survenus au Québec et aux États-Unis. Le groupe indique que « tous ces cas de fuites ou de contamination, quelle qu'en soit la cause ou quelle qu'en soit la nature, alimentent les craintes justifiées du public et augmentent le scepticisme par rapport à une industrie parfois particulièrement arrogante » (DM11, p. 5).

Plusieurs participants mettent en lumière la mobilisation citoyenne à la suite de l'annonce du projet de Gastem pour pallier une absence de transparence et le manque d'information (Attention Fragîles, DM11 ; M^{me} Majorie Lapierre, DM13, p. 4 ; M. Raymond Gauthier, DM20). Depuis le 9 juillet 2008, date d'obtention du permis d'exploration par la compagnie Gastem, le groupe Énergie Alternative aurait réalisé diverses actions, notamment des manifestations, des envois de lettres de demandes à différents ministres, des rencontres d'information et l'organisation du Jour de la Terre 2012. En plus de ces activités, le groupe a déposé en audience publique une revue de presse cumulée depuis l'été 2008 et composée notamment d'articles de médias régionaux, d'articles de journaux nationaux, de communiqués ainsi que de lettres à divers ministres (M^{me} Annie Landry, DM21).

Le groupe a également déposé 1 800 lettres signées de propriétaires des îles de la Madeleine qui, en refusant l'accès à leur propriété à la compagnie Gastem, cristallisent ainsi l'opposition citoyenne, selon Attention Fragîles (M^{me} Majorie Lapierre, DT6, p. 14 ; DM11).

De plus, considérant les préoccupations exprimées par des citoyens à l'égard de l'exploitation gazière et pétrolière, tant en milieu terrestre que marin, l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine a créé, en 2004, la Table de concertation sur les hydrocarbures (Conseil d'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, DM23, p. 4). De son côté, la Conférence régionale des élus Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (CRÉGÎM) a mis en place les forums sur les hydrocarbures qui visent « à offrir des espaces publics d'information et de discussion permettant à chacun de se forger une opinion sur la question des hydrocarbures » (DM16, p. 9).

Pour sa part, la Chambre de commerce des Îles-de-la-Madeleine indique que le manque d'acceptabilité sociale représente « un obstacle majeur au développement des Îles » (DM5, p. 1 et 2). L'organisme favorise plutôt un débat constructif sur les hydrocarbures, en tenant compte des valeurs environnementales, sociales et économiques des Madelinots.

Les consultations de Gastem

La qualité des activités de consultation menées par la compagnie Gastem a été soulevée à quelques reprises. De l'avis du groupe Énergie Alternative :

Depuis l'obtention des permis d'exploration en 2008, Gastem a multiplié les annonces de projets, de rencontres, de consultations et d'information dont la majorité a été reportée ou annulée, parfois sans préavis ou justification. Les forages ont été reportés trois fois, et les consultations encore plus souvent. Les dernières, qui devaient présenter les conclusions du rapport Madelin'EAU sur la faisabilité hydrogéologique du projet, ont été coupées court après une seule rencontre houleuse, annoncée en catimini dans le village visé par les forages (Fatima).
(DM14, p. 8)

Attention Fragîles indique que des séances d'information ont été tenues auprès de la population, mais qu'elles ne peuvent être qualifiées de véritables consultations. « L'information transmise n'était fournie que par le promoteur et aucune contre-expertise n'était disponible. De plus, c'est le promoteur lui-même qui évaluait l'acceptation du projet selon sa propre perception de l'humeur des participants aux assemblées » (DM11, p. 5).

Le manque d'information et de certitudes

Malgré les différentes activités d'information et de consultation, une participante souligne que les questions de fond, tel que le besoin réel de développer des ressources gazières, sont récurrentes et qu'elles demeurent sans réponse de la part des autorités publiques (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 5). Une autre participante indique qu'il n'a pas été démontré que la communauté des îles retirerait des avantages de la mise en valeur des hydrocarbures (M^{me} Natalia Porowska, DM22).

En outre, des participants soulèvent le fait qu'aucun cas comparable d'exploration et d'exploitation gazière en milieu insulaire de taille similaire à celle des îles de la Madeleine n'est connu à ce jour, ce qui laisserait planer le caractère expérimental et hautement risqué du projet de Gastem (AQLPA, DM7, p. 12 et 13 ; Attention Fragîles, DM11, p. 10). L'AQLPA croit qu'« en l'absence totale d'études ou d'expérience dans un milieu comparable [...] il est tout à fait inacceptable et, encore

une fois, beaucoup trop risqué, de faire de l'archipel des îles de la Madeleine le cobaye d'une industrie qui a déjà reçu des avis par le MDDEFP pour ce qui est des fuites de puits » (DM7, p. 12 et 13).

Les considérations écologiques

L'eau douce, une ressource vitale et vulnérable

La majorité des participants ont fait état de préoccupations quant au projet d'exploration et d'exploitation gazière et à ses effets sur l'eau souterraine aux îles de la Madeleine. Pour plusieurs, l'eau souterraine est une ressource irremplaçable et vitale (M. Paul Hébert, DM1, p. 2B ; M^{me} Annie H. Landry, DM2, p. 1 ; École aux Iris, DM4, p. 5 ; Corporation de développement communautaire Unîle inc., DM8, p. 2 ; Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, DM9, p. 9 ; CSSS des Îles, DM18, p. 4). De même, le conseil d'agglomération souligne que le *Règlement sur le captage des eaux souterraines* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 6) illustre bien le caractère vulnérable de l'eau sur l'archipel en stipulant que « tout projet d'exploitation d'eaux souterraines sur le territoire des îles de la Madeleine est subordonné à l'autorisation du ministre » (DM23, p. 5).

Plusieurs ont par ailleurs mis en relief la très bonne qualité de l'eau souterraine et le fait qu'elle constitue l'unique source d'alimentation en eau potable pour l'ensemble de l'archipel (M. Paul Hébert, DM1, p. 2B ; Attention Fragîles, DM11, p. 6 ; CSSS des Îles, DM18, p. 4). Attention Fragîles mentionne que l'eau souterraine est « indispensable à toute activité sociale ou économique aux îles » (DM11, p. 6). En ce sens, le Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine précise que :

Aux îles de la Madeleine, les activités de chasse, de pêche et de cueillette, se modelèrent au gré des saisons, avec comme trame de fond, l'eau, celle plus douce, reposant sous nos pieds ou s'étalant avec discrétion dans nos terres intérieures, comme celle des lagunes, des rivages et du grand large.
(DM9, p. 9)

Attention Fragîles souligne que la ressource est déjà soumise aux pressions anthropiques par l'augmentation de la population et le flux de touristes en saison estivale, auxquelles s'ajoutent des pressions d'origine géologique ou climatique, telles que la subsidence, la hausse du niveau marin et l'érosion (DM11, p. 6 et 7).

Enfin, le conseil d'agglomération souligne que l'exploitation des autres ressources naturelles sur l'archipel (le gravier, le grès, le sable, la forêt et les mines) peut avoir une incidence sur la qualité de l'eau souterraine environnante et que diverses mesures de protection doivent être mises de l'avant (DM23, p. 2 et 3).

Les écosystèmes des îles

Des participants ont relevé la grande diversité des écosystèmes des îles de la Madeleine, notamment les dunes, les tourbières, les lagunes et les forêts, qui favorisent une grande biodiversité dont de nombreuses espèces rares ou à statut particulier (espèces menacées ou en voie de disparition) (Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, DM9, p. 5 et 6 ; Attention Fragîles, DM11, p. 7).

Un participant souligne qu'en plus de son rôle essentiel sur la qualité de vie des Madelinots et sur l'économie régionale, l'eau souterraine contribue au maintien de « l'intégrité des écosystèmes à l'intérieur des milieux humides environnants » (Société de conservation des Îles-de-la-Madeleine, DM10, p. 5). Un participant a indiqué qu'il faut protéger les écosystèmes, car « toucher au milieu marin, toucher aux milieux humides, toucher aux eaux semi-salées, c'est toucher à l'eau potable aussi » (M. Ghislain Cyr, DT7, p. 56).

Un autre participant souligne la valeur des biens et services écosystémiques des nappes phréatiques, laquelle réfère aux profits que les sociétés humaines tirent de la nature. Il indique que les nappes phréatiques jouent un rôle essentiel sur la qualité de l'eau et sur le maintien de certains écosystèmes. Afin de quantifier la valeur des services rendus par les nappes phréatiques, il propose la mise en place d'un programme de recherche « relatif à l'évaluation des services écosystémiques des nappes d'eau souterraine des Îles-de-la-Madeleine et de leur valeur économique totale » (M. Daniel Vanier, DM15, p. 2 et p. 4 à 6).

Dans son mémoire, la Société de conservation des Îles-de-la-Madeleine a mis en perspective les sites ciblés par Gastem, les zones ciblées par Madelin'Eau et les habitats d'espèces à statut particulier (DM10, p. 6). Cette analyse a permis à la Société de montrer que « les cinq puits projetés pour le forage se retrouvent [...] à l'intérieur ou à proximité d'habitats essentiels » (*ibid.*, p. 13). À cet égard, une participante indique que la mise en valeur des hydrocarbures « risque de détruire l'équilibre de tout un milieu de vie, un sanctuaire naturel » (M^{me} Majorie Lapierre, DM13, p. 4).

La capacité d'intervention en cas de désastre

Certains participants se questionnent quant à la capacité d'intervention des autorités responsables en cas de déversement, de fuite ou de tout autre incident généré par les activités d'exploration et d'exploitation gazière aux îles de la Madeleine (Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, DM9, p. 8 ; Énergie Alternative, DM14, p. 7). Le Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine mentionne que des accidents « survenus dans le passé

en milieu terrestre [...] laissent croire que les mécanismes d'intervention ne sont pas optimaux » (DM9, p. 8).

Les considérations économiques

La Chambre de commerce des Îles-de-la-Madeleine reconnaît la fragilité de l'économie des îles qui repose sur deux industries : la pêche et le tourisme (DM5, p. 2). Le conseil d'agglomération indique qu'une « éventuelle exploitation gazière ne doit absolument pas se faire au détriment de celles-ci » (DM23, p. 6). Un pêcheur madelinot s'inquiète des répercussions d'un projet gazier sur l'industrie de la pêche, qui éprouve déjà des problèmes (M. Ghislain Cyr, DT7, p. 58 et 59).

Considérant les défis économiques, la Chambre de commerce est d'avis que « l'exploitation responsable de nos ressources naturelles, incluant les hydrocarbures, [...] permettrait collectivement de développer notre autonomie » (DM5, p. 1). Elle croit que l'exploitation des hydrocarbures pourrait mener à la création d'emplois, à l'augmentation de la richesse collective sur l'archipel ainsi qu'à l'indépendance énergétique (DM5, p. 2). Une participante indique qu'ainsi, les Madelinots pourraient être « maîtres de leur développement et de leur avenir » et que cette croissance économique servirait de levier financier afin de considérer d'autres solutions énergétiques à plus long terme (M^{me} Natalia Porowska, DM22).

Certains participants doutent des retombées économiques des activités d'exploration et d'exploitation gazière et redoutent leurs véritables conséquences sur le milieu (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 15 ; Énergie Alternative, DM14, p. 8 ; M^{me} Natalia Porowska, DM22). Le groupe Énergie Alternative croit qu'elles ne généreraient que peu d'emplois et se questionne sur les redevances planchers et sur les crédits d'impôt prévus par le régime actuel ainsi que sur la distribution des coûts et profits parmi les membres de la société (DM14, p. 7).

Pour sa part, une participante met plutôt en perspective l'effet « boomtown » qui pourrait découler de la mise en valeur des hydrocarbures aux îles de la Madeleine. Les études citées dans le mémoire parlent de l'effet « boomtown » lorsqu'une forte croissance économique dans un petit milieu isolé et en faible croissance démographique génère une augmentation rapide de la population. Bien que les impacts économiques associés soient positifs, ces études tendraient à montrer que le bilan à moyen et long termes est plutôt négatif, « en raison de nouvelles dynamiques sociales et d'une demande accrue en matière de services et d'infrastructures de tous secteurs ». Plus précisément en ce qui a trait aux activités liées aux hydrocarbures, ces études indiquent que les régions d'accueil

observeraient une « augmentation des effets de stress, d'anxiété, d'inquiétudes et d'insatisfactions » (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 15).

L'engrenage de l'exploration

Certains participants expriment leur préoccupation à l'égard d'un effet d'engrenage qu'entraîneraient l'autorisation et la réalisation d'un forage exploratoire aux îles de la Madeleine, de même qu'une éventuelle découverte de gaz naturel. Ces participants craignent qu'une découverte contribue au développement des hydrocarbures partout dans le golfe du Saint-Laurent (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 7 ; M. Léonard Chevrier, DM19, p. 5 ; Conseil d'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, DM23, p. 4). De plus, d'autres participants s'inquiètent de la multiplication des infrastructures qu'engendrerait une telle découverte et de la capacité d'accueil limitée du territoire madelinot. Il leur apparaît impensable de concilier le développement gazier avec l'occupation actuelle du territoire (Attention Fragîles, DM11, p. 10 ; Énergie Alternative, DM14, p. 4).

Le groupe Énergie Alternative indique que le cadre réglementaire actuel ne fait pas de distinction claire entre l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures et que nul, sauf la ministre des Ressources naturelles, ne peut réellement empêcher un projet d'exploitation de se concrétiser (DM14, p. 6). Les élèves des 5^e et 6^e années de l'École aux Iris mentionnent qu'il n'y a « aucune possibilité d'améliorer ou de modifier [le] projet » (DM4, p. 6). Le groupe Énergie Alternative souligne que :

Il n'y a pas de pare-feu entre les deux étapes, aucun moment où la population peut décider d'aller ou non de l'avant avec la mise en valeur d'une ressource dont elle est propriétaire. De ce fait, permettre un forage exploratoire équivaut à acquiescer à son exploitation.
(DM14, p. 6)

De son côté, une participante soulève le dilemme dans lequel se trouvent actuellement les Madelinots et les autorités municipales. Sans exploration, il est impossible de connaître avec précision la quantité d'hydrocarbures présente dans le bassin Madeleine. S'il y a exploration, les connaissances sur le potentiel d'hydrocarbures se préciseront, mais il y aura alors une grande incertitude quant aux conséquences de cette activité à court et long termes. D'après cette participante, il faut prévoir conséquemment un mécanisme formel d'audience publique, et ce, dès le stade exploratoire (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 16).

L'encadrement légal des forages

Des participants soulèvent le caractère inadéquat et désuet du cadre légal et réglementaire de l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures au Québec, dont les activités sont actuellement, en l'absence d'une loi sur les hydrocarbures, encadrées par la *Loi sur les mines* (R.L.R.Q., c. M-13.1) (Attention Fragîles, DM11, p. 10 et 11 ; Non à une marée noire dans le Saint-Laurent, DM17, p. 3). À cet effet, un participant s'inquiète du fait que cette loi ne prévoit aucune mesure particulière pour les îles de la Madeleine (M. Pierre Chevrier, DT7, p. 62). De plus, le conseil d'agglomération souligne le fait que l'encadrement actuel laisse peu de place à la participation de la communauté dans les décisions qui toucheraient leur qualité de vie (DM23, p. 9).

Selon le mouvement citoyen Non à une marée noire dans le Saint-Laurent, la *Loi sur les mines* a préséance sur les lois en matière d'environnement. Ainsi, les projets d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures ne sont pas soumis à la procédure québécoise d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (DM17, p. 3).

Attention Fragîles et un autre participant relèvent le caractère désuet de la *Loi sur les mines*. Il cite le pouvoir d'expropriation des compagnies gazières et pétrolières, l'assurance responsabilité contre tout dommage causé par des forages pétroliers et gaziers limitée à un million de dollars ainsi que l'absence de mécanisme formel de redevances ou de compensations pouvant être versées aux administrations locales (DM11, p. 10 ; M^{me} Danielle Giroux, DT7, p. 28). Une participante croit que l'assurance responsabilité exigée des compagnies est nettement insuffisante et elle espère que « la prochaine loi sur les hydrocarbures modifiera substantiellement cette exigence de manière à ce que les finances publiques ne soient pas risquées inutilement dans la réparation potentielle de dégâts issus d'intérêts privés » (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 17).

Des propositions

Attention Fragîles mentionne qu'il « y a présentement un manque flagrant de connaissances entourant les risques et les impacts sociaux, économiques et environnementaux d'une exploration et exploitation de gaz naturel aux Îles-de-la-Madeleine » (DM11, p. 10). En réponse à ce manque d'information et aux diverses préoccupations exposées précédemment, la majorité des participants soumettent des

propositions et des recommandations quant aux activités de mise en valeur des hydrocarbures et à l'avenir énergétique des îles de la Madeleine.

La précaution et la concertation

Le conseil d'agglomération croit que, compte tenu de la vulnérabilité des nappes d'eau douce et de leur caractère irremplaçable, la phase exploratoire de la mise en valeur du gaz naturel doit être abordée avec circonspection et qu'aucun compromis n'est présentement acceptable (DM23, p. 4 et 9).

En l'absence de connaissances scientifiques sur les réels impacts des activités d'exploration et d'exploitation pétrolière et gazière sur les nappes phréatiques des îles de la Madeleine et considérant que le risque zéro n'existe pas, certains participants indiquent que la prudence est de mise et que le principe de précaution devrait primer et guider les décisions (Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, DM9, p. 8 ; Attention Fragiles, DM11, p. 11 ; Conseil régional de l'environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, DM12, p. 8).

En outre, des participants soulignent que la concertation devrait être favorisée pour faciliter les échanges et l'expression des points de vue, faciliter l'arrimage entre les acteurs socioéconomiques et la population et débattre du projet de façon constructive (Chambre de commerce des Îles-de-la-Madeleine, DM5, p. 1 ; Développement communautaire Unîle, DM8, p. 3 ; CSSS des Îles, DM18, p. 12). Le CSSS des Îles souligne que « la vraie démocratie demande du TEMPS » (*ibid.*).

Des énergies de remplacement

Nous ne voulons pas contaminer la nappe phréatique ni la chaîne alimentaire, nous ne voulons pas contribuer à l'accélération des changements climatiques ni à la perte de la biodiversité. Nous ne voulons pas compromettre le bien-être et la survie des générations futures. Nous avons besoin de nous affranchir de notre dépendance à l'énergie fossile et d'entamer le virage énergétique vers des sources d'énergie renouvelable.

(M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 16)

Plusieurs participants suggèrent de développer et d'exploiter diverses sources d'énergie renouvelable qui limiteraient ainsi les impacts sur les nappes phréatiques et sur l'ensemble du milieu biophysique. Les énergies de remplacement invoquées par les participants sont, entre autres, un câble électrique sous-marin alimenté par l'hydroélectricité, l'énergie éolienne, l'énergie solaire, la géothermie, la biomasse et la biométhanisation (M. Paul Hébert, DM1, p. S1 à S4 ; M^{me} Annie H. Landry, DM2, p. 2 ; École aux Iris, DM4, p. 7 ; M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 16 ; Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, DM9, p. 7 ; Non à une marée noire dans le Saint-Laurent,

DM17, p. 5). Une participante propose que les îles de la Madeleine soient un laboratoire pour le développement d'énergies de remplacement, qui pourraient ensuite être exportées (M^{me} Annie H. Landry, DM2, p. 2).

À cet égard, des participants suggèrent que le Québec s'inspire de milieux insulaires de petite taille, tels qu'on en voit en Hollande, en Norvège ou encore au Danemark avec l'île de Samsø, qui ont développé des sources d'énergie de remplacement dans la recherche de solutions durables d'énergie renouvelable (AQLPA, DM7, p. 4 et 14 ; Énergie Alternative, DM14, p. 10). L'AQLPA met en perspective le « projet international *Cradle to Cradle Islands* pour les milieux insulaires [qui] vise à partager diverses expériences et projets, sur les questions d'énergie, de protection de l'eau et de gestion des déchets » (DM7, p. 15).

Des stratégies énergétiques

Des participants soulignent qu'avant d'entrevoir une mise en valeur des hydrocarbures au Québec, le gouvernement doit amorcer une réflexion collective sur l'avenir énergétique et revoir en profondeur la stratégie du Québec tout en s'assurant qu'elle soit adaptée aux réalités des milieux isolés. Selon eux, cette révision devrait nécessairement se baser sur une consultation publique adéquate (M^{me} Marianne Papillon, DM6, p. 18 ; Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, DM9, p. 9 ; M. Daniel Vanier, DM15, p. 7).

Au-delà de la stratégie énergétique du Québec, certains participants soulèvent le besoin d'établir une stratégie énergétique propre aux îles de la Madeleine (Attention Fragîles, DM11, p. 9). Depuis 2007, avec différentes initiatives, le conseil d'agglomération a entrepris une réflexion quant au dossier énergétique de l'archipel. De ces réflexions est née une commission consultative sur les enjeux énergétiques pour « mieux orienter nos choix énergétiques en prenant en considération la fragilité du milieu insulaire, les coûts monétaires et environnementaux de notre dépendance aux hydrocarbures, en particulier pour la production électrique sur l'archipel, et les possibilités de sources énergétique alternatives » (Attention Fragîles, DM11, p. 10 ; Conseil d'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, DM23, p. 7). Le conseil d'agglomération demande d'ailleurs que l'exploration gazière soit subordonnée au résultat de la démarche d'élaboration de la stratégie énergétique en cours (DM23, p. 9).

Des participants soulignent qu'une stratégie territoriale doit être basée sur un dialogue équitable et transparent et que la décision ultime d'orienter les îles de la Madeleine vers les énergies fossiles, ou non, doit être prise par les Madelinots eux-mêmes (Énergie Alternative, DM14, p. 10 ; Non à une marée noire dans le Saint-Laurent, DM17, p 5 et 6).

Un encadrement légal adapté

Plusieurs participants proposent de mieux adapter l'encadrement légal de l'exploration et l'exploitation gazière et pétrolière au contexte des îles de la Madeleine. De prime abord, certains appuient la mise en place d'un moratoire sur l'exploration et l'exploitation des ressources fossiles en milieu terrestre et dans le golfe du Saint-Laurent (M. Paul Hébert, DM1, p. S4 ; Corporation de développement communautaire Unîle, DM8, p. 3 ; Attention Fragîles, DM11, p. 11 ; Énergie Alternative, DM14, p. 11). Attention Fragîles indique que ce moratoire devrait prévaloir tant que la population n'aura pas été dûment informée et consultée sur les projets de mise en valeur des hydrocarbures sur l'archipel et tant que l'acceptabilité sociale ne sera pas clairement acquise (DM11, p. 11). Pour sa part, Énergie Alternative suggère le « non-renouvellement des permis existants d'exploration des ressources gazières aux Îles de la Madeleine » (DM14, p. 11)

Le Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine et le conseil d'agglomération suggèrent de leur côté la mise en place de dispositions visant à dissocier la phase d'exploration gazière de la phase d'exploitation (DM9, p. 7 ; DM23, p. 10). Selon le maire de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, cette disposition permettrait de consulter la population sur la phase d'exploitation de la ressource avec les connaissances appropriées quant aux impacts potentiels (M. Joël Arseneau, DT6, p. 41 et 42).

Dans son mémoire, le Comité ZIP propose des mesures visant à protéger la qualité de vie et le milieu à l'égard des énergies non renouvelables, notamment :

- un cadre réglementaire qui reflète les préoccupations citoyennes et qui saura répondre aux plus rigoureuses exigences sur le plan de l'exécution, de la sécurité et de la réhabilitation ;
- une vigie et un suivi rigoureux de l'ensemble des travaux, indépendants de l'industrie ;
- des capacités d'intervention garanties financièrement et technologiquement ;
- la transparence, en ce qui a trait aux procédures et aux produits utilisés durant l'exploration et l'exploitation ;
- un régime de redevances qui reflète la valeur réelle des ressources exploitées et des milieux sacrifiés dans le processus de mise en valeur (DM9, p. 7).

Le mandat du BAPE

Certains participants saluent la décision du gouvernement d'avoir confié le présent mandat au BAPE, donnant ainsi suite aux requêtes de la population (Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, DM9, p. 3 ; AQLPA, DM7, p. 7). Pour sa part, l'AQLPA se dit également satisfaite de constater que le mandat du BAPE inclut la phase exploratoire (DM7, p. 7).

Malgré cette reconnaissance, des participants ont exprimé leur déception, car ils considèrent le mandat incomplet et restreint, puisqu'il ne répond pas à toutes les questions et les préoccupations des Madelinots, notamment parce qu'il ne cible pas uniquement l'exploitation gazière ou encore que les risques qui y sont associés pour la biodiversité ou le tourisme n'ont pas été inclus (Société de conservation des Îles-de-la-Madeleine, DM10, p. 3 ; Attention Fragîles, DM11, p. 3 ; Conseil régional de l'environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, DM12, p. 7 ; M^{me} Majorie Lapierre, DM13, p. 5 ; Conseil d'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, DM23, p. 2). Une participante souligne que le mandat du BAPE évite « les enjeux réels de l'implantation de l'industrie d'extraction des ressources fossiles dans le golfe du Saint-Laurent » (M^{me} Natalia Porowska, DM22). Une autre participante déplore le fait que le mandat ait été donné à un bien mauvais moment, car « le printemps est la saison aux Îles où tout va trop vite, puisque les deux activités principales commencent », soit la pêche et le tourisme (M^{me} Majorie Lapierre, DM13, p. 5).

La Conférence régionale des élus Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine indique que « dans un contexte insulaire, il est nécessaire d'avoir une vision intégrée du territoire et de la fragilité de l'équilibre qui existe entre ces différentes composantes » (DM16, p. 3). Ainsi, des participants ont mentionné qu'outre les impacts sur les nappes phréatiques, des aspects qui auraient dû être inclus dans le mandat du BAPE, notamment la santé et la qualité de vie, les écosystèmes fragiles, les paysages touristiques, les émissions de gaz à effet de serre, la qualité de l'air et les activités économiques (AQLPA, DM7, p. 2 et 7 ; Société de conservation des Îles-de-la-Madeleine, DM10, p. 14 ; Attention Fragîles, DM11, p. 3 ; Conseil régional de l'environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, DM12, p. 7).

D'autres participants mentionnent qu'au-delà des impacts à considérer, le mandat du BAPE aurait dû être élargi pour tenir compte des préoccupations des communautés de la Gaspésie et de l'Île d'Anticosti (Mouvement citoyen Non à une marée noire dans le Saint-Laurent, DM17, p. 5), et même à l'ensemble du Québec (*ibid.* ; Conseil régional de l'environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, DM12, p. 7).

Par contre, en ce qui concerne le document de référence produit par l'Université du Québec à Rimouski, l'AQLPA souligne qu'il « s'agit d'un document de grande qualité technique qui décrit bien les risques importants et la situation très particulière qui prévaut aux Îles-de-la-Madeleine » (DM7, p. 9). Un autre participant indique que le document souligne bien l'importance des eaux souterraines, la fragilité de ce système d'eau douce et d'eau salée de même que les différents impacts potentiels des changements climatiques (Société de conservation des Îles-de-la-Madeleine, DM10, p. 5). Par contre, ils mettent tous deux en évidence ses lacunes et ses limites : manque d'information quant aux enjeux relatifs au gaz naturel, manque de documentation sur des expériences similaires, manque d'information sur les aspects écologiques et naturels, absence d'information sur la dynamique entre les eaux souterraines et les milieux naturels (AQLPA, DM7, p. 9 et 12 ; Société de conservation des Îles-de-la-Madeleine, DM10, p. 5).

Chapitre 3 **Le contexte géologique et hydrogéologique des îles de la Madeleine**

Ce chapitre dresse un portrait du contexte géologique et hydrogéologique des îles de la Madeleine. Dans un premier temps, les bassins sédimentaires des Maritimes et de Madeleine sont présentés en guise d'introduction à la description de la géologie régionale. Par la suite, le contexte hydrogéologique particulier des îles de la Madeleine est présenté en portant une attention particulière au rôle de la surface du sol et des milieux naturels sur les eaux souterraines. Le chapitre se conclut par un bref exposé du programme actuel d'exploitation et de distribution de l'eau potable, de la qualité des eaux souterraines et de leur vulnérabilité.

Les bassins sédimentaires

Le bassin des Maritimes est une vaste cuvette de roches sédimentaires qui occupe le sud du golfe du Saint-Laurent et une partie de la Gaspésie et des provinces des maritimes. D'une superficie totale de 250 000 km², le bassin est subdivisé en sous-bassins, dont ceux de Madeleine, de Sydney, de Deer Lake et de St-Anthony (Lavoie *et al.*, 2009, p. 112).

Le bassin Madeleine (figure 3), qui occupe la partie centrale du bassin des Maritimes, s'est développé il y a entre 360 et 290 millions d'années (M. Nicolas Pinet, DT2, p. 11). Dans l'histoire géologique, cette époque va de la fin du Dévonien au début du Permien. Elle correspond, entre autres, à l'apparition des grandes forêts primitives qui ont permis l'accumulation d'importantes quantités de matière organique dans le bassin. Ces matières organiques sont à l'origine de la formation des hydrocarbures dont on soupçonne aujourd'hui la présence.

À cette époque, le bassin Madeleine était situé à des latitudes équatoriales, au sein d'un supercontinent en formation, la Pangée, qui, à terme, a rassemblé la quasi-totalité des terres émergées de la planète (*ibid.*, p. 10 ; DB10, p. 4).

L'épaisseur des sédiments qui se sont accumulés varie considérablement d'un bout à l'autre du bassin : de quelques centaines de mètres en Gaspésie, les sédiments

atteignent une épaisseur de près de 12 km au sud des îles de la Madeleine (M. Nicolas Pinet, DT2, p. 10). Cette importante accumulation intéresse l'industrie des hydrocarbures, car elle pourrait receler un potentiel important.

Les roches formant le groupe de Windsor, âgées d'environ 330 millions d'années, sont constituées principalement de sel. Sous la pression de sédiments plus denses qui se sont déposés par la suite, le sel a remonté vers la surface pour former les diapirs caractéristiques de la partie sud du bassin Madeleine (figure 4). Cette remontée du sel vers la surface a entraîné la formation de gisements de sel dont l'un est actuellement exploité par Mines Seleine. La remontée saline a aussi créé des pièges stratigraphiques favorables à l'accumulation d'hydrocarbures (figure 5). À l'est des îles de la Madeleine, les diapirs atteignent près de 5 km d'épaisseur (Brisebois, 1981 ; Lavoie *et al.*, 2009).

Les strates géologiques du bassin Madeleine sont constituées de grès, de schistes (rouges, gris ou noirs), de sel et de roches calcareuses et dolomitiques (DB10, p. 6). Plusieurs lits de charbon sont présents le long des unités stratigraphiques. Au centre du bassin, les lits de charbon sont considérés comme les meilleures roches-mères à hydrocarbures des successions du Carbonifère supérieur (DQ1.1, p. 2).

La géologie des îles de la Madeleine

Les îles de la Madeleine sont situées en plein cœur du bassin Madeleine. Cependant, toutes les formations géologiques présentes dans le bassin ne sont pas observables à la surface de l'archipel. Les unités stratigraphiques de la figure 2 correspondent aux affleurements rocheux observables, comme ils ont été cartographiés en 1981 (Brisebois, 1981 ; DB13, p. 5 et 6).

Cette cartographie a permis d'identifier quatre unités stratigraphiques (tableau 3). Elles sont regroupées en deux assemblages, car une discordance ou une coupure dans les dépôts géologiques, datant de la deuxième moitié du Carbonifère (il y a environ 320 millions d'années), les sépare. À la base, les formations du Havre aux Maisons et du Cap au Diable se composent de sédiments terrigènes¹, de carbonates, d'évaporites, de volcanoclastites et de laves. Ces roches constituent des buttes bien visibles à Havre-Aubert, Cap-aux-Meules et Havre-aux-Maisons. Leur position surélevée par rapport au reste de l'archipel provient d'une plus grande résistance à l'érosion que celle des grès. Au-dessus, la formation du Cap aux Meules, composée des grès gris-vert et des grès rouges, forme les plateaux entourant les buttes.

1. Sédiments terrigènes : qui proviennent de l'érosion des terres.

Figure 3 Le contexte géologique régional

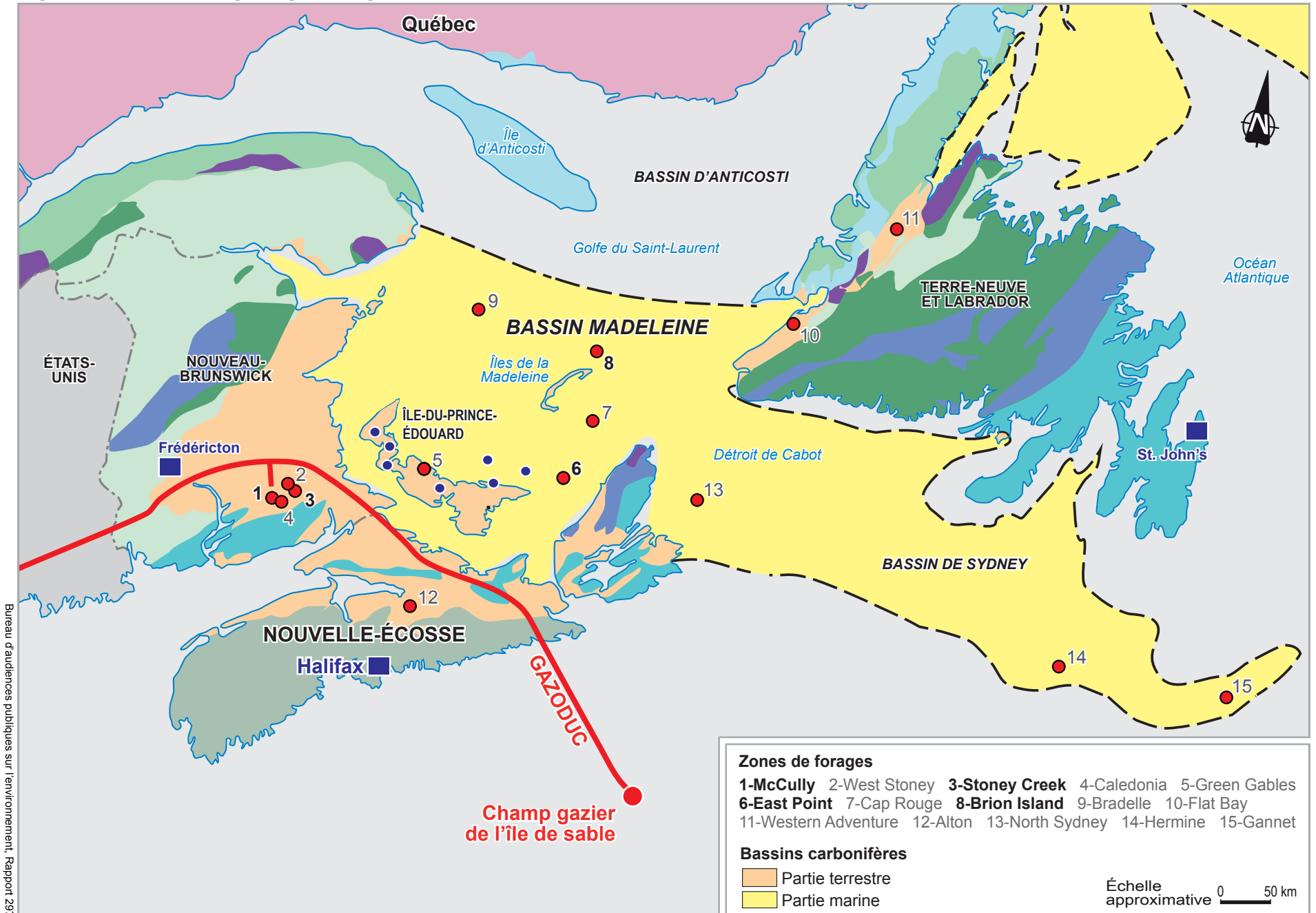
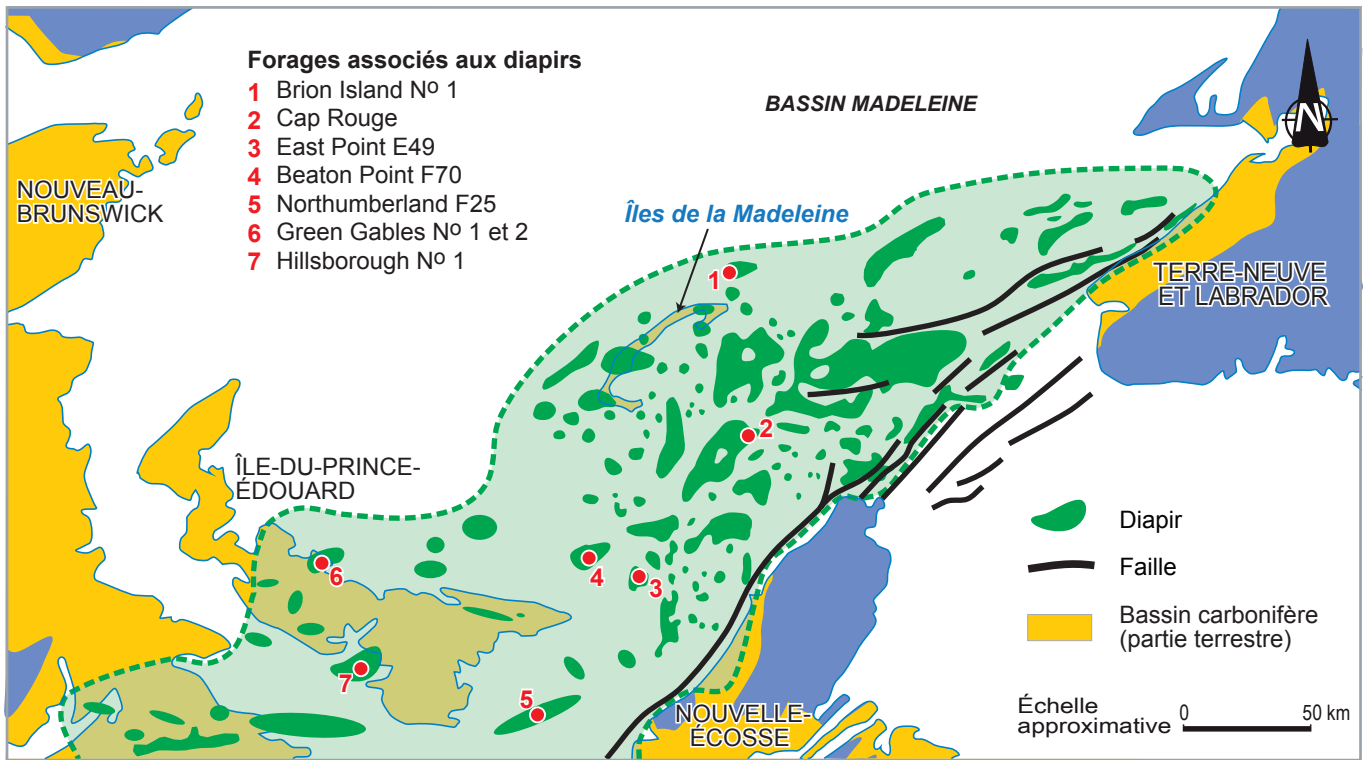
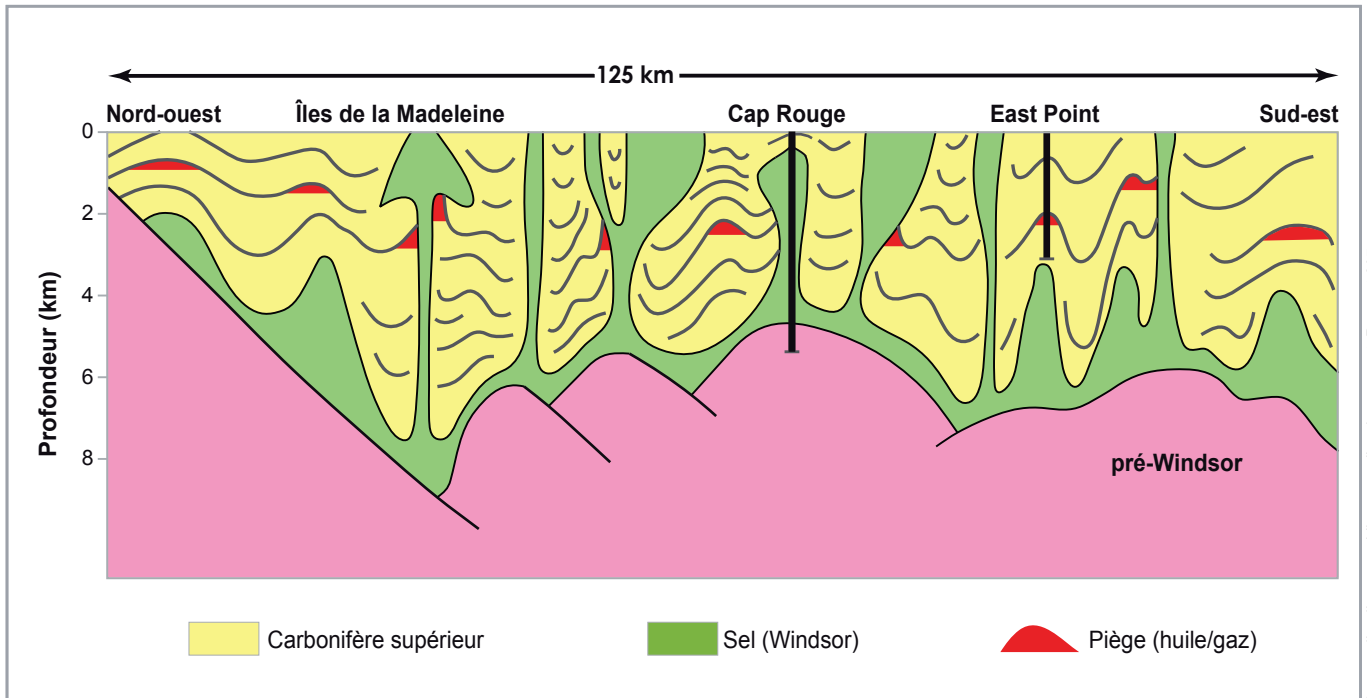


Figure 4 Les diapirs et les forages



Source : adaptée de DB10, page 13.

Figure 5 Coupe géologique schématique



Source : adaptée de DB10, page 13.

Les grès gris-vert, plus résistants à l'érosion que les rouges, forment les collines basses sur ces plateaux (Brisebois, 1981). Le membre de l'Étang des Caps, qui se situe dans la moitié supérieure de la formation du Cap aux Meules, constitue le principal aquifère exploitable (Groupe Madelin'Eau, 2004, p. 17).

Tableau 3 La nomenclature stratigraphique des formations permocarbonifères des îles de la Madeleine

ÂGE		MILLIONS D'ANNÉES	UNITÉS STRATIGRAPHIQUES		
Permien inférieur		245	Formation du Cap aux Meules	Membre de l'Étang des Caps	
		286		Membre de l'Étang du Nord	
Carbonifère	Pennsylvanien	Stéphanien	Aucun sédiment (discordance)		
		Westphalien			
	Mississippien	Namurien	333	Groupe de Windsor	Formation du Cap au Diable
		Viséen			Formation du Havre aux Maisons
			352	Aucun sédiment (discordance)	
	Tournaisien	360			

Sources : adapté de Brisebois, 1981 ; DB13, p. 7.

Plusieurs diapirs de sel sont présents sous les îles de la Madeleine. Leur mouvement vers le haut aurait provoqué les décrochements rocheux à l'origine de nombreuses fractures naturelles observables, dont celles qui délimitent les horsts et grabens caractéristiques du paysage madelinot. Selon le type de matériel qui remplit les fractures et leur profondeur de pénétration dans le sous-sol, celles-ci peuvent devenir des chemins préférentiels à la migration des gaz et des fluides entre les différents horizons géologiques. C'est d'ailleurs le long de telles fractures que s'effectuerait une partie de la recharge des aquifères, puisque les failles sont des zones d'infiltration qui alimentent les réservoirs adjacents (PR3, p. 37).

- ◆ *La commission d'enquête constate que le territoire madelinot est traversé de plusieurs fractures naturelles et que ces fractures pourraient potentiellement servir de chemin préférentiel à la migration des gaz et des fluides entre les différents horizons géologiques.*

Le contexte hydrogéologique

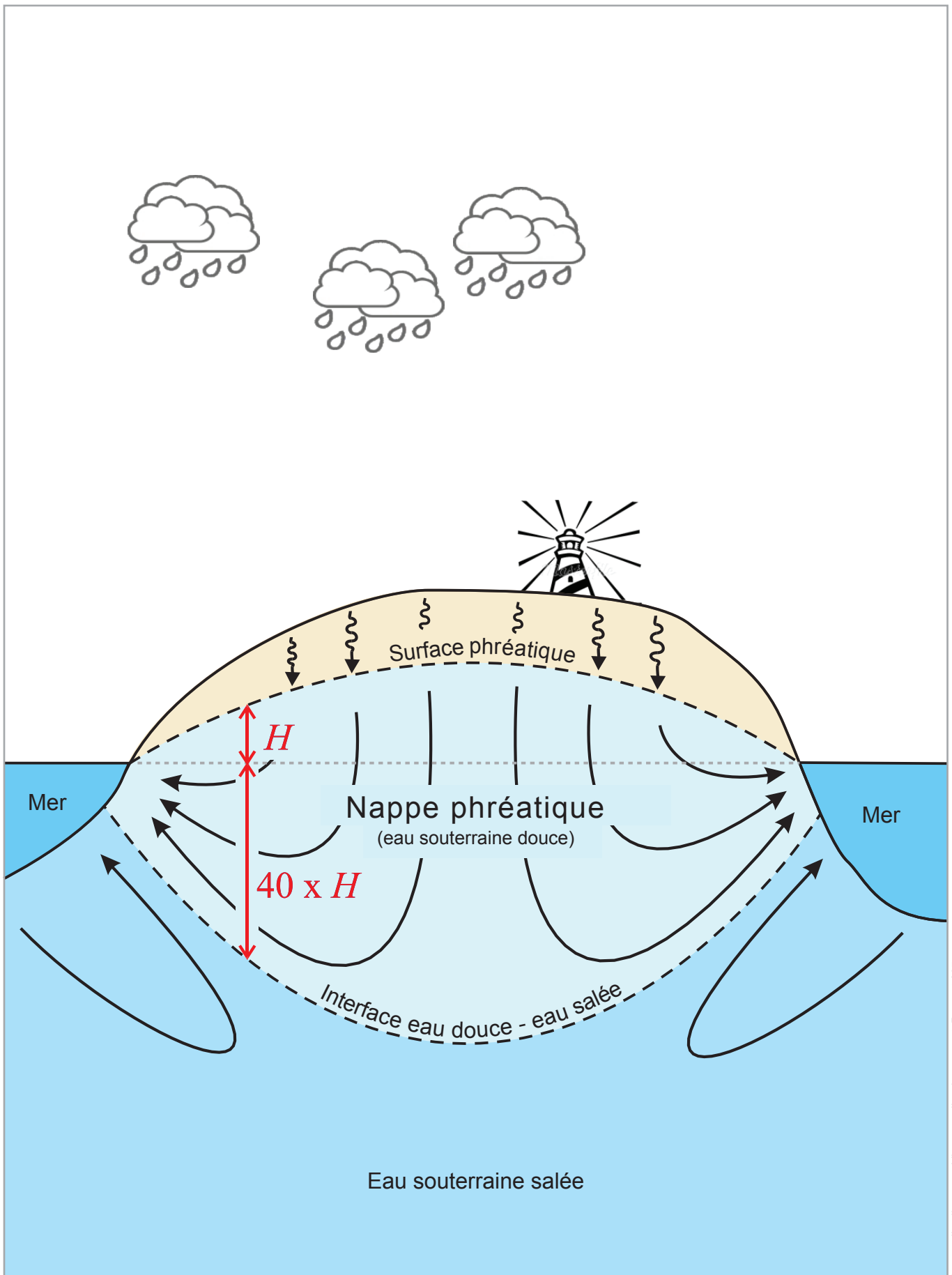
Le contexte hydrogéologique des îles de la Madeleine est intimement lié au contexte géologique ainsi qu'à la présence de la mer. L'infiltration des précipitations dans le sol alimente une nappe d'eau douce souterraine contenue dans un aquifère de grès poreux perméable qui flotte par contraste de densité sur des eaux souterraines salées connectées à la mer. L'interface entre l'eau douce et l'eau salée n'est pas nettement délimitée, mais plutôt constituée d'une zone de mélange. Une approximation réaliste de la profondeur de l'interface entre l'eau douce et l'eau salée peut être obtenue à l'aide de la relation de Ghyben-Herzberg¹ si on connaît l'élévation de la surface phréatique. Cette relation indique que la profondeur de l'interface entre l'eau douce et l'eau salée par rapport au niveau moyen de la mer correspond à 40 fois l'élévation de la nappe phréatique par rapport au niveau de la mer (figure 6). Une estimation de la profondeur de l'interface entre l'eau douce et l'eau salée pour l'année 1979 a été effectuée avec cette relation (Sylvestre, 1979b). On y note l'influence du pompage dans le secteur de Cap-aux-Meules. Il est à noter que les conditions actuelles pourraient être différentes de celles qui apparaissent sur la carte de l'époque, étant donné que le nombre de puits de captage a augmenté depuis.

Parmi les formations géologiques présentes, le membre de l'Étang des Caps de la formation du Cap aux Meules est l'unité géologique la plus perméable. Elle est formée par des grès rouges et gris-vert avec des stratifications entrecroisées géantes. Il s'agit de la formation géologique dans laquelle l'ensemble des puits municipaux de l'archipel exploitent les eaux souterraines.

La formation de Havre-aux-Maisons du groupe de Windsor est considérée comme étant très peu perméable et offre un faible potentiel d'exploitation (Sylvestre, 1979a). Sur le terrain, elle forme des zones accidentées qui favorisent le ruissellement de surface et l'écoulement hypodermique plutôt que l'infiltration des précipitations (PR3, p. 71).

1. Cette relation est basée sur le contraste de densité entre l'eau douce et l'eau salée en conditions hydrostatiques. Voir Freeze et Cherry (1979, p. 375) pour plus de détails.

Figure 6 Coupe schématique d'un aquifère insulaire



Source : adaptée de DB48, p. 2.

Les champs de dunes constituent également des formations géologiques très perméables où des débits de pompage importants ont été mesurés (Sylvestre, 1979a). Toutefois, ils sont étroits et localisés très près de la mer, ce qui les rend vulnérables à l'intrusion d'eau salée. En conséquence, ils offrent un potentiel d'exploitation limité. Néanmoins, ils peuvent soutenir de petits ouvrages de captage tels que ceux de Mines Seleine et des puits privés (M. Mark Joncas, DT3, p. 8).

Le tableau 4 présente un sommaire des formations géologiques rencontrées aux îles de la Madeleine en indiquant leur épaisseur, la transmissivité, le débit moyen et leur vulnérabilité à la pollution de surface ou aux intrusions d'eau saline.

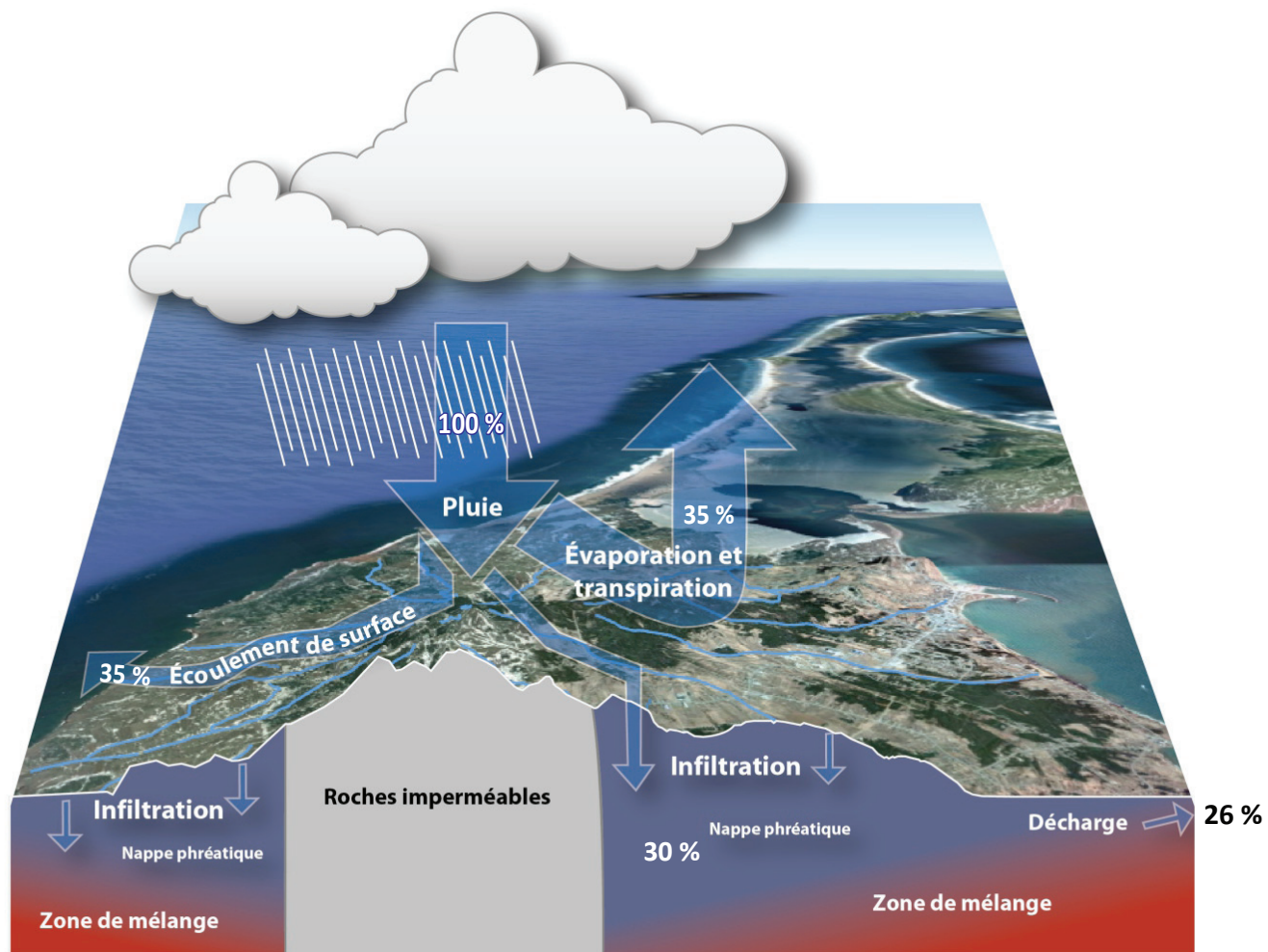
La recharge des aquifères se produit par l'infiltration partielle des précipitations dans le sol. Le taux annuel moyen de recharge dans le grès rouge est d'environ 30 % des précipitations pour l'ensemble de l'archipel (Sylvestre, 1979a), ce qui représente une lame d'eau d'environ 200 à 300 mm/an, selon le régime annuel de précipitations. La recharge s'effectue principalement au début du printemps, à la fonte des neiges et à la fin de l'automne, lorsque la température diminue et que les précipitations sont plus abondantes (Leblanc, 1994). La fraction des précipitations qui n'atteint pas la nappe retourne à l'atmosphère par évaporation ou transpiration des végétaux ou encore ruissèle vers la mer. Bien que ces valeurs ne soient pas connues de façon précise, l'étude de l'UQAR estime que le ruissellement et l'évapotranspiration comptent chacune pour 35 % des précipitations annuelles totales (figure 7). Toujours selon leur estimation, les puits municipaux captent environ 4 % des précipitations totales, soit environ 12 % de l'eau infiltrée dans le sol (PR3, p. 80).

Tableau 4 La synthèse des formations géologiques et de leurs propriétés hydrogéologiques

Âge	Groupe	Formation		Épaisseur (m)	Lithologie	Transmissivité moyenne $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	Débit moyen l/s	Vulnérabilité (intrusion saline ou pollution de surface)
Pléistocène 2,5 Ma à 12 ka				0-15+	Sables (dunes et tombolos)	8,63-17,26	15,15	Très élevé
				0-60 +	Dépôts glaciaires (argiles, sables et graviers)	0,863	0,076	Élevé
Permien inférieur 300 Ma à 240 Ma	Canso	Cap aux Meules	Mb. de l'Étang des Caps	600+	Grès rouge à stratification oblique	17,26-34,52	30,31	Très élevé
			Mb. de l'Étang du Nord		Grès gris-vert, conglomérats, argilite et calcaires	0,863	0,076	Élevé ou modéré
Mississippien 360 Ma à 323 Ma	Windsor	Cap au Diable		15-60	Basaltes, roches pyroclastiques	1,5	0,4	Faible
		Havre aux Maisons		300 +	Brèche d'effondrement, argilite, grès, silstones, calcaires, dolomies	0,01-0,9	0,01-0,05	Faible

Source : adapté de Madelin'eau, 2004, p. 17.

Figure 7 Bilan hydrologique simplifié



Source : adaptée de PR3, p. 80.

Lorsque l'eau infiltrée atteint la nappe phréatique, elle s'écoule par gravité jusqu'à l'atteinte d'un exutoire où elle fait résurgence à la surface. Puisqu'il n'y a pas de plan ou de cours d'eau importants sur l'archipel, l'eau souterraine fait principalement résurgence dans la mer ou dans les lagunes (figure 6). La figure présente une série de trajectoires, illustrées par des flèches, suivies par l'eau souterraine. Plus les flèches sont longues, plus le temps de résidence est long. La figure montre également que l'eau de mer peut s'infiltrer sous la lentille d'eau douce. Néanmoins, bien que cette figure soit schématique, elle illustre que les eaux souterraines douces et salées se mélangent peu et qu'elles ont plutôt tendance à s'écouler parallèlement vers la mer. Ainsi, en réponse notamment à une préoccupation exprimée par des participants à l'audience publique, un polluant provenant de la mer qui s'introduirait dans l'aquifère n'aura pas tendance à s'introduire dans la nappe d'eau douce, puisqu'il suivra la même trajectoire que l'écoulement souterrain qui le redirigera vers la mer (M. René Therrien, DT3, p. 53 et 54).

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'en raison de la dynamique d'écoulement des eaux souterraines, un contaminant provenant de la mer ne constituerait pas une menace pour la nappe phréatique.*

Les vitesses d'écoulement de l'eau souterraine en conditions naturelles dans l'aquifère des grès rouges sont estimées à 200 m/an (Groupe Madelin'Eau, 2004, p. 32). Ces vitesses rapides favorisent le renouvellement de l'eau souterraine. À cet effet, Dessurault et Simard (1970, p. 9) ont estimé, par traçage du tritium naturel dans l'eau, que l'âge de l'eau souterraine prélevée dans des forages de prospection d'eau souterraine à Havre-aux-Maisons et dans le secteur de Fatima pourrait être âgé d'environ 15 ans, ce qui correspond à une eau relativement jeune.

- ◆ *La commission d'enquête constate que les vitesses d'écoulement de l'eau souterraine dans les aquifères sont élevées et que, conséquemment, des polluants qui s'y infiltreraient pourraient se propager rapidement.*

Le rôle de la surface du sol

Outre les conditions météorologiques et le changement des saisons, le taux de recharge et la qualité de l'eau souterraine sont influencés par la composition du sol et les milieux naturels environnants. En ce qui concerne le sol, différents facteurs ont une influence sur le taux de recharge et la qualité de l'eau, dont la nature du sol, le contenu en eau, la pente ainsi que la présence de fissures ou de fractures (Conseil des académies canadiennes, 2009, p. 11). Ainsi, « sous un climat et une végétation donnés, les quantités d'eau qui alimentent les eaux superficielles et souterraines, ainsi que leur composition chimique, sont largement déterminées par les

caractéristiques des sols sur lesquels elles ruissellent ou dans lesquels elles s'infiltrent » (Bruand et Coquet, 2005).

Le sol est défini comme étant un matériau minéral ou organique non consolidé, un matériau meuble cimenté ou pas, d'au moins 10 cm d'épaisseur, qui se retrouve naturellement à la surface de la terre. Il doit de plus être en mesure d'assurer la croissance des plantes. Le sol joue donc un rôle d'interface entre le matériel géologique retrouvé en dessous et la vie sur Terre. La formation du sol résulte de l'effet combiné des facteurs climatiques, biologiques (végétation et organismes vivants), topographiques et hydrologiques (porosité, drainage) qui agissent à travers le temps sur les matériaux géologiques, modifiant ainsi les propriétés du matériel parental (Groupe de travail sur la classification des sols, 2002, p. 11).

La nature chimique de l'eau évolue tout au cours du cycle hydrologique, mais l'une des transformations naturelles les plus importantes se produit lors de son infiltration dans le sol et le roc. L'eau provenant des précipitations se charge alors en éléments dissous et acquiert des propriétés qui caractériseront par la suite l'eau souterraine. La qualité de l'eau souterraine est fonction de différents facteurs, dont la nature du sol et de la roche qui compose l'aquifère, la température, la pression ainsi que le temps de contact avec les minéraux. Comme la composition chimique du sol et la nature des minéraux du sous-sol varient d'un territoire à l'autre, chaque aquifère aura ses caractéristiques physicochimiques propres ne pouvant être connues qu'au moyen d'analyses chimiques. Ainsi, la filtration naturelle que l'eau de surface subit lors de son passage à travers le sol et une période de séjour suffisamment longue engendrent une eau souterraine normalement exempte de micro-organismes pathogènes, contenant habituellement moins de matières en suspension que l'eau de surface¹ (Conseil des académies canadiennes, 2009, p. 237 à 246).

Les roches volcaniques qui occupent le centre des buttes, les roches sédimentaires sous forme de calcaires, de schistes calcareux, d'argilite et de gypse qui se retrouvent sur les flancs des collines ou dans les dépressions et, finalement, les roches sédimentaires sous forme de grès (rouges, gris ou verdâtres) forment l'assise des plateaux sur le pourtour des îles (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 8).

1. WIKHYDRO. *Fond géochimique* [en ligne (29 juillet 2013) : http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Fond_g%C3%A9ochimique].
ENVIRONNEMENT CANADA. *Les eaux souterraines* [en ligne (29 juillet 2013) : www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=300688DC-1].
UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE. *Qualité et pollution des eaux souterraines* [en ligne (29 juillet 2013) : www.u-picardie.fr/beauchamp/cours.qge/du-8.htm].

La nature et l'épaisseur du sol de l'archipel dépendent principalement de la topographie et du type de matériaux. Sur les sommets des collines, le sol est plus mince et caillouteux, alors qu'il devient plus épais et plus fin sur les flancs et au bas des collines. Le sol dérivé des grès rouges est, quant à lui, généralement sableux, très acide et fortement podzolisé. La très grande majorité des types de sols aux îles de la Madeleine sont des podzols¹ caractérisés par une perméabilité dite normale, c'est-à-dire qu'ils laissent l'eau s'infiltrer assez facilement jusqu'aux grès rouges sous-jacents (PR3, p. 42 et 43 ; Attention Fragiles, 2012, p. 59).

- ◆ *La commission d'enquête constate que les sols aux îles de la Madeleine, majoritairement constitués de podzols, sont perméables et jouent un rôle essentiel dans la recharge de la nappe phréatique et la qualité de l'eau souterraine grâce à leur pouvoir filtrant.*

L'urbanisation entraîne une augmentation de la superficie des zones imperméables et, aussi, une pression supplémentaire sur la nappe phréatique (PR3, p. 60). Selon les données de l'Institut de la statistique du Québec, en 2012, la densité de population était d'environ 63 habitants par kilomètre carré aux îles de la Madeleine, soit près de 14 fois plus que la moyenne régionale et 10 fois plus que la moyenne provinciale². Cette densité se compare toutefois à celle de la Vallée du Saint-Laurent, où la majorité de la population québécoise se concentre. Celle-ci, jumelée à l'étalement des espaces habités, entraîne la compaction et l'imperméabilisation des sols, réduisant d'autant la recharge des aquifères (*ibid.*, p. 44 et 45).

Le rôle des milieux naturels

Le taux de recharge de la nappe phréatique et la qualité de l'eau souterraine sont également influencés par les différents types de milieux naturels retrouvés à la surface. Le territoire des îles de la Madeleine abrite une mosaïque de milieux dont certains jouent un rôle essentiel de protection sur la nappe phréatique : les milieux dunaires, les milieux forestiers et les milieux humides.

-
1. Le Groupe de travail sur la classification des sols (2002) précise que les podzols se développent sur un matériel parental acide de texture grossière à moyenne sous une végétation de forêt ou de lande et dans un climat froid, tempéré ou chaud.
 2. INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC. *La Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine ainsi que ses municipalités régionales de comté (MRC) et territoire équivalent (TE)* [en ligne (30 juillet 2013) : www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/region_11/region_11_00.htm].
INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC. *Coup d'œil sur les régions* [en ligne (30 juillet 2013) : www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/region_00/region_00.htm].

Les milieux dunaires

Une dune est un amoncellement de sable (buttes ou collines) formé en creux et en crêtes, dont l'édification est gouvernée par des processus hydrauliques et éoliens. Les dunes couvrent 63 km², soit 30 % de la superficie terrestre. D'après le schéma d'aménagement et de développement, les dunes sont en grande partie sous propriété publique, à l'exception de quelques lots (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 22).

Comme elles sont composées de sable fin non consolidé, les dunes sont sensibles à l'érosion hydrique et éolienne. Elles constituent généralement un milieu inhospitalier pour la végétation. Aussi, seules les plantes bien adaptées réussissent à s'y implanter et à survivre. L'ammophile à ligule courte est la plante herbacée la plus fréquemment retrouvée dans les milieux dunaires. Ses rhizomes contribuent à ériger et stabiliser les dunes. D'autres types de plantes herbacées, des plantes rampantes et des arbustes bas colonisent également les dunes et permettent leur stabilisation (Attention Fragîles, 2010, p. 9 et 10).

À ce jour, peu de mesures législatives existent pour protéger les milieux dunaires. Le schéma d'aménagement et de développement reconnaît cependant les dunes sous une affectation du territoire dite de « conservation », laquelle a comme principaux objectifs leur protection et leur mise en valeur, limitant ainsi les aménagements ponctuels ou permanents. De plus, l'agglomération prévoit, dans le contexte du développement de son territoire, donner à ces milieux un statut qui officialise tant leur fragilité que le cadre qui entoure la pratique d'activités en créant un parc régional couvrant les milieux dunaires (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, annexe B, p. 252).

Essentielles au maintien de l'équilibre écologique de l'archipel, les dunes permettent notamment de limiter l'érosion des côtes en absorbant l'énergie des vagues et de prévenir l'inondation et l'ensablement des basses terres adjacentes, des plans d'eau intérieurs, des milieux humides, des routes et des habitations (*ibid.*, p. 22 ; Attention Fragîles, 2010, p. 9 à 11).

- ◆ *La commission d'enquête constate que les dunes couvrent 30 % de la superficie terrestre des îles de la Madeleine et qu'elles peuvent, à titre de barrière physique, jouer un rôle de protection.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'en limitant l'érosion des côtes, les milieux dunaires contribuent à préserver certains aquifères aux îles de la Madeleine.*

Les milieux humides

Selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, les milieux humides se définissent comme étant « l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol et la composition de la végétation¹ ». Aux îles de la Madeleine, les milieux humides se présentent sous différentes formes : marais, marécage, tourbière, étang et pré humide. La présence des dunes fait en sorte que, selon la période de l'année, le relief et la fréquence des inondations, l'arrière-dune sera plus ou moins gorgée d'eau douce, d'eau saumâtre ou d'eau salée. Il existe ainsi sur l'archipel trois types de marais : les marais salés², les marais saumâtres³ et les marais d'eau douce⁴. Néanmoins, la majorité des milieux humides sont constitués d'eau douce et se retrouvent à l'intérieur des terres. Ces milieux occupent de petites dépressions dont la superficie est souvent inférieure à 0,5 ha, rendant ainsi leur identification par photo-interprétation plutôt difficile (Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine, 2008, p. 14 et 30 ; Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, DQ11.1).

Dans le but de combler l'imprécision des cartes actuelles, le Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine a réalisé une cartographie et une caractérisation des milieux humides en 2005 et 2008. Celle-ci a permis l'identification et la délimitation de 335 milieux humides, pour une superficie totale d'environ 1 000 ha, représentant environ 5 % de la superficie totale de l'archipel. Le Comité ZIP estime cependant que l'inventaire n'est pas complet et que près de 150 milieux humides ont échappé à ses travaux. Il demeure ainsi encore aujourd'hui difficile d'évaluer avec précision le pourcentage d'occupation des milieux humides, mais d'après les données actuellement disponibles, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs croit qu'il est réaliste d'évaluer qu'ils couvrent, au total, plus de 1 400 ha du territoire, soit environ 7 % de la superficie totale de l'archipel (DQ11.1).

Au Québec, les milieux humides sont actuellement soumis à une réglementation en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Jusqu'en 2012, il n'existait aucune mesure légale obligeant la protection des milieux humides d'une superficie inférieure à un hectare. Seule une déclaration signée par un professionnel spécialisé dans le domaine de l'écologie ou de la biologie attestant que les conditions énoncées étaient

-
1. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Milieux humides* [en ligne (31 juillet 2013) : www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/rives/milieuxhumides.htm].
 2. Marais salé : situé à l'intérieur des lagunes et le long des cordons sablonneux, il subit l'effet des marées.
 3. Marais saumâtre : alimenté principalement d'eau douce, mais subit de temps à autre l'effet des marées.
 4. Marais d'eau douce : retrouvé surtout aux abords des étangs ; l'eau y est plus stagnante donc moins oxygénée et relativement plus profonde que dans le cas du marais salé.

remplies était nécessaire pour l'obtention d'un certificat d'autorisation. Cependant, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs reconnaît maintenant l'importance des petits milieux humides en proposant une nouvelle approche, exposée dans le document *Les milieux humides et l'autorisation environnementale*, qui généralise l'application de la séquence éviter-minimiser-compenser à tous les milieux humides, peu importe leur superficie. Dans son document, le ministère mentionne que cette approche est transitoire, et ce, dans « [...] l'attente d'une loi prévoyant des règles particulières concernant la conservation et la gestion durable des milieux humides » (Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 2012).

En plus de cette approche transitoire, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine insérait, en 2004, dans un règlement de contrôle intérimaire (RCI), une disposition visant à offrir une protection supplémentaire aux petits milieux humides qui se retrouvent en milieux urbanisés et qui subissent les plus fortes pressions. Cette réglementation interdit tous les travaux de remblai ou de déblai qui risquent de modifier ou d'altérer un milieu humide, sauf à certaines conditions, en tenant compte notamment de l'indice de qualité développé par le Comité ZIP dans son travail de cartographie. De plus, certains milieux humides de l'archipel profitent actuellement d'une affectation de « conservation » visant à assurer leur protection contre toute forme d'intervention pouvant perturber le fragile équilibre (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 40, 131, 228 et 229).

Les milieux humides jouent un rôle certain dans la réalimentation des aquifères en favorisant l'accumulation et l'infiltration de l'eau de pluie dans le sol. Ces milieux ont également une très grande capacité filtrante. Ils agissent ainsi comme sites de rétention de particules en suspension, d'élimination de contaminants bactériologiques et toxiques, contribuant ainsi à préserver la qualité de l'eau souterraine.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs souligne que « toute activité d'exploration ou d'exploitation minière ou gazière devrait être précédée d'une caractérisation écologique du site faite par un professionnel de l'environnement » et que « si un milieu humide devait être visé par une activité d'exploitation des ressources naturelles, une attention particulière devrait être accordée au lien existant entre cet écosystème et la nappe phréatique sous-jacente » (DQ11.1).

- ◆ **Avis** – *Compte tenu de la capacité filtrante et de pouvoirs de rétention des milieux humides, la commission d'enquête est d'avis que, dans le contexte de tout projet d'exploration ou d'exploitation minière ou gazière, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait accorder une protection particulière au lien existant entre un milieu humide et la nappe phréatique sous-jacente.*

Les milieux forestiers

L'archipel fait partie de la zone de végétation boréale et appartient au domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc. Les forêts y sont donc composées majoritairement du sapin baumier et de l'épinette noire, de l'épinette blanche en plus faible proportion et de très peu de feuillus, comme le bouleau blanc, le peuplier faux-tremble et le cerisier de Pennsylvanie (Attention Fragîles, 2012, p. 34 ; Côté *et al.*, 2007, p. 4). Historiquement, la forêt couvrait abondamment le territoire. Cependant, la déforestation causée par l'occupation humaine a, au fil des ans, diminué considérablement le couvert forestier qui n'occupait plus, en 1982, que 17 % du territoire. Devant cette situation préoccupante, le ministère des Ressources naturelles, en collaboration avec la MRC des Îles, a mis en place, à la fin des années 1980, un plan quinquennal d'aménagement forestier. À la suite des retombées positives du premier plan, un second et un troisième plans furent adoptés en 1996 et en 2003. C'est ainsi qu'en 2001, le couvert forestier s'étendait désormais sur 25,5 % du territoire. Le couvert forestier couvre principalement les îles du Havre Aubert et du Cap aux Meules, où il se retrouve surtout sur des lots privés ayant une superficie inférieure à 3 ha (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 29 à 31).

Contrairement à plusieurs régions du Québec, l'aménagement forestier aux îles de la Madeleine n'a pas un objectif de production de matière ligneuse commerciale, mais vise plutôt la restauration et la protection de la forêt (Côté *et al.*, 2007, p. 105). En plus de la mise en œuvre du plan d'aménagement forestier, l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine a inscrit dans son schéma d'aménagement et de développement une « affectation forestière ». Elle couvre la majeure partie des superficies boisées et a comme objectif spécifique la protection et la mise en valeur de la forêt. De plus, afin d'arriver à exercer un contrôle adéquat sur toute forme d'intervention dans les forêts, le schéma prévoit diverses mesures et normes minimales que les municipalités doivent intégrer à leur réglementation d'urbanisme (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 33 et 235).

Les forêts jouent un rôle à diverses étapes du cycle hydrologique. Tout d'abord, grâce à leur réseau racinaire, les forêts permettent d'emmagasiner les eaux de précipitation au sol, réduisant d'autant le ruissellement, favorisant ainsi l'infiltration de l'eau jusqu'à la nappe phréatique. Ensuite, les forêts consolident et protègent le sol de l'érosion éolienne et hydrique. Finalement, le couvert forestier diminue l'évaporation de l'eau à

partir du sol. Cependant, malgré toutes ces fonctions en tant qu'agents naturels de conservation de l'eau, les forêts sont en réalité de grandes utilisatrices d'eau, notamment par la cime des arbres qui exposent d'importantes surfaces à l'évaporation (Côté *et al.* 2007, p. 116 ; Ordre des ingénieurs forestiers, 2009, p. 323 à 338).

Bien que les études ne permettent pas pour le moment de quantifier de façon précise l'apport des forêts sur les nappes phréatiques, on sait qu'elles jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre de leur approvisionnement en favorisant des taux d'infiltration élevés dans les zones de recharge (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 29 à 32 ; Côté *et al.*, 2007, p. 116 ; Ordre des ingénieurs forestiers, 2009, p. 327).

L'importance des milieux naturels

La proportion de milieux naturels comprenant les dunes, les forêts et les milieux humides retrouvés sur l'archipel couvre près de 63 % du territoire. De plus, les cartes présentées dans le schéma d'aménagement, de même que celles produites par le Comité ZIP, montrent que ces milieux naturels sont relativement bien répartis sur le territoire de l'archipel.

Considérant les rôles attribués à chacun de ces milieux naturels sur la quantité et la qualité des eaux souterraines, le maintien de leur intégrité revêt une grande importance. Le fait qu'une grande proportion de ceux-ci se retrouve en territoire privé complexifie d'autant leur protection et leur conservation. Diverses actions sont prévues au plan d'action de l'agglomération retrouvé à l'annexe B du schéma d'aménagement, dont la mise en place d'une réglementation claire et précise adaptée aux particularités du milieu pour protéger les milieux fragiles (dunes et milieux humides), la poursuite du travail de caractérisation du territoire naturel pour permettre l'application de façon plus efficace et cohérente des lois et règlements en vigueur et la création d'un parc régional couvrant le milieu dunaire pour reconnaître la fragilité de ces milieux et assurer leur protection (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, annexe B, p. 241 à 255).

- ◆ *La commission d'enquête prend note de la volonté de l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine de renforcer la protection des milieux naturels par diverses mesures.*
- ◆ **Avis** – *Considérant que les milieux naturels aux îles de la Madeleine couvrent près de 63 % du territoire et que leur rôle est essentiel au maintien d'une eau souterraine en quantité et de qualité, la commission d'enquête est d'avis que tout initiateur d'un projet d'exploration ou d'exploitation des ressources naturelles devrait prendre en considération les milieux naturels présents sur le territoire afin d'en assurer la protection.*

La qualité de l'eau souterraine

L'eau souterraine qui est prélevée par les puits municipaux et qui est distribuée dans les trois réseaux d'aqueduc est d'excellente qualité et ne subit aucun traitement, à l'exception d'une chloration ponctuelle lors d'épisodes de contamination (M^{me} Caroline Richard, DT3, p. 88 ; DB43, p. 3). L'étude de l'UQAR rapporte toutefois que des valeurs de pH dans les puits d'approvisionnement de l'eau souterraine sont parfois à la limite inférieure d'acidité prévue par le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 40). Ils estiment également que la présence de trihalométhanes, des composés qui se forment naturellement dans les aquifères côtiers, est à surveiller, même si les concentrations sont sous le seuil de la norme fixée par le Règlement (PR3, p. 103).

Dans une synthèse des travaux de prospection hydrogéologiques réalisés aux îles de la Madeleine, Sylvestre (1979) conclut que la qualité naturelle de l'eau souterraine pour l'ensemble des aquifères de grès rouge est en général excellente. Elle peut par contre être légèrement dure au contact de la formation du Havre aux Maisons et ferrugineuse (Sylvestre, 1979a).

- ◆ *La commission d'enquête constate que la qualité de l'eau souterraine distribuée dans les réseaux d'aqueduc est d'excellente qualité et qu'elle ne nécessite aucun traitement ou seulement des traitements minimaux.*

En 2003, une campagne d'échantillonnage a également été réalisée par le groupe Madelin'Eau afin d'évaluer la qualité de l'eau dans 81 puits privés de Grosse-Île, Grande-Entrée, Pointe-aux-Loups et L'Île-d'Entrée, qui ne sont pas desservis par un réseau d'aqueduc. Selon les résultats de cette étude, la qualité bactériologique de l'eau peut être qualifiée de bonne, puisqu'aucun puits n'a démontré la présence de coliformes fécaux. Toutefois, quelques puits ont montré des concentrations notables en coliformes totaux. La présence de nitrites-nitrates a également été observée en concentration supérieure à la teneur de fond pour 65 puits visités (Groupe Madelin'Eau, 2004, p. 39). Des dépassements en nitrates ont également été rapportés par Dessureault et Simard (1970, p. 30). Ces résultats seraient attribuables à des installations septiques et représentent donc des problématiques locales. En ce qui concerne les chlorures, 7 des sites échantillonnés ont présenté une concentration supérieure à l'objectif de 250 mg/l (Groupe Madelin'Eau, 2004, p. 40).

- ◆ *La commission d'enquête constate que la qualité de l'eau souterraine provenant des puits privés est parfois de qualité inférieure à celle distribuée par les réseaux d'aqueduc et que les données disponibles sont fragmentaires.*

La vulnérabilité des aquifères

Bien que la qualité naturelle des aquifères des îles de la Madeleine soit excellente, elle pourrait se dégrader si les aquifères étaient exposés à certaines pressions anthropiques. La méthode DRASTIC est communément utilisée pour évaluer la vulnérabilité des aquifères aux activités potentiellement polluantes situées à la surface du sol. Son utilisation est notamment prescrite à l'article 25 du *Règlement sur le captage des eaux souterraines*.

La méthode repose sur trois hypothèses :

- les sources de contamination potentielles se trouvent à la surface du sol ;
- les contaminants potentiels atteignent l'aquifère par le mécanisme d'infiltration efficace ;
- la nature des contaminants potentiels n'est pas considérée dans le calcul de l'indice.

Les sept facteurs qui composent la valeur de l'indice DRASTIC sont :

- D : profondeur de la nappe d'eau (*Depth to water*) ;
- R : infiltration efficace¹ (*Recharge*) ;
- A : milieu aquifère (*Aquifer media*) ;
- S : type de sol (*Soil media*) ;
- T : pente du terrain (*Topography*) ;
- I : incidence de la zone vadose² (*Impact of vadose zone*) ;

1. Infiltration efficace : la quantité d'eau infiltrée moins l'évapotranspiration. C'est la portion de l'infiltration qui atteint l'aquifère et qui alimente les écoulements souterrains. Source : AGÉOS. *Jargon* [en ligne (29 juillet 2013) : www.ageos.com/ageos_jargon.htm].

2. Zone vadose : zone du sol au-dessus de la zone saturée et à l'intérieur de laquelle les vides entre les particules de sols (aquifères granulaires) ou des fractures (aquifères rocheux) ne sont que partiellement remplis d'eau. Les pores sont remplis à la fois d'air et d'eau (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2008).

- C : conductivité hydraulique¹ (*Conductivity*) (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2006, annexe E).

L'étude de l'Université du Québec à Rimouski fournit une carte des indices DRASTIC aux îles de la Madeleine faite à partir d'une compilation de données recueillies dans les études du Groupe Madelin'Eau de 2004, 2007 et 2009. Cette carte illustre que la plupart des captages municipaux sont situés dans des unités hydrogéologiques considérées comme étant vulnérables (indices DRASTIC supérieurs à 100) (PR3, p. 99 à 102). Toutefois, seules les unités hydrogéologiques situées dans les aires de protection bactériologiques et virologiques² des captages municipaux ont été caractérisées. Cette vulnérabilité des aquifères a néanmoins été extrapolée au-delà des périmètres bactériologiques et virologiques par le Groupe Madelin'Eau (2011) pour les secteurs de Fatima et de Havre-aux-Maisons, et cela, dans les limites de la formation aquifère du Cap aux Meules (DB13, p. 21 et 37).

L'approche privilégiée au Québec dans le cadre du *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines* (PACES) est celle de cartographier la ressource en eau souterraine à l'échelle des aires d'alimentation des puits. La réalisation d'une carte DRASTIC à cette échelle demande toutefois que soit réalisée au préalable une cartographie des dépôts quaternaires afin de pouvoir établir la valeur des paramètres S et I de l'indice DRASTIC.

Sylvestre (1979) a évalué globalement la vulnérabilité des différentes formations géologiques des îles de la Madeleine aux activités potentiellement polluantes de surface ainsi qu'aux intrusions d'eau salée. Bien que la méthodologie utilisée soit simplifiée par rapport à la méthode DRASTIC, elle constitue une solution de rechange qui lui a permis d'évaluer la vulnérabilité pour l'ensemble des ressources en eau souterraine (Sylvestre, 1979a).

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'une cartographie, à une échelle adéquate, des dépôts quaternaires qui couvrirait l'ensemble de l'archipel permettrait d'établir un portrait plus complet de la vulnérabilité de l'ensemble des aquifères aux îles de la Madeleine.*

1. Conductivité hydraulique : propriété des matériaux géologiques qui caractérise leur facilité à laisser circuler l'eau (Source : GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2008). *Guide technique – Captage d'eau souterraine pour des résidences isolées*, annexe B-2).

2. Les aires de protection bactériologique et virologique correspondent aux portions de l'aire d'alimentation du lieu de captage tel qu'il est défini par l'emploi d'un temps de migration de l'eau souterraine sur 200 jours (protection bactériologique) et 550 jours (protection virologique).

- ◆ **Avis** – *Dans une optique de préservation intégrée et à long terme de la ressource en eau souterraine aux îles de la Madeleine, la commission d'enquête est d'avis qu'une cartographie de la vulnérabilité de l'ensemble des aquifères présentant un potentiel pour l'alimentation en eau potable devrait être réalisée.*

Les sources potentielles de contamination ne sont pas uniquement situées à la surface, car l'intrusion d'eau salée dans les puits de captage représente également une menace. Ainsi, la méthode DRASTIC ne prend pas en compte cette source potentielle de contamination par le bas. Elle ne tient pas non plus compte de la possibilité qu'il y ait des fuites de gaz provenant d'un forage ou d'une migration de fluides ou de gaz le long de fractures naturelles. D'autres méthodes permettant d'évaluer la vulnérabilité à de telles pressions devraient par conséquent être explorées.

- ◆ *La commission d'enquête constate que les aquifères dans les grès de la formation du Cap aux Meules ainsi que ceux formés par les dunes de sable sont vulnérables aux intrusions d'eau salée et aux sources potentielles de contamination de surface.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait procéder à une recherche pour déterminer une méthode d'évaluation de la vulnérabilité des aquifères adaptée au contexte géologique des îles de la Madeleine et qui tienne compte des sources potentielles de contamination pouvant provenir du sous-sol et de la surface.*

Chapitre 4 **L'eau souterraine : un patrimoine à protéger**

Le présent chapitre commence par une présentation des pressions qui pèsent sur les nappes phréatiques, soit les pressions sur leur qualité et leur quantité, ainsi que celles exercées par les changements climatiques. Les diverses conséquences possibles d'une contamination de la nappe phréatique sur les Madelinots sont ensuite abordées de même que les solutions possibles pour contrer cette éventuelle contamination et combler les besoins en eau potable de la population.

Les pressions existantes sur la nappe phréatique

Malgré la présence, sur le territoire madelinot, d'éléments de résilience naturels pour la protection des eaux souterraines, dont les sols et les milieux naturels, les études géologiques et hydrogéologiques réalisées jusqu'à maintenant, notamment celles du Groupe Madelin'Eau et de Sylvestre, témoignent de la vulnérabilité des aquifères à une éventuelle contamination provenant de la surface. Les pressions auxquelles sont soumises les eaux souterraines sont susceptibles d'altérer leur qualité, leur disponibilité, voire les deux à la fois.

Les pressions sur la qualité de l'eau

Les aquifères sont soumis à diverses pressions anthropiques pouvant influencer sur la qualité de l'eau souterraine. Toute présence de polluants en concentration supérieure aux valeurs prescrites par règlement est considérée comme une contamination. Par ailleurs, toute émission supplémentaire de polluants peut entraîner une contamination là où il n'y en avait pas. Aux îles de la Madeleine, il existe deux sources principales de contamination potentielle : les intrusions salines et les divers contaminants provenant des activités anthropiques de surface (PR3, p. 88 à 95).

De façon générale, les intrusions salines surviennent sous l'effet d'un pompage excessif, créant ainsi une entrée d'eau salée dans la nappe. Les contaminants d'origine anthropique proviennent essentiellement de sources situées à la surface du sol d'où ils migrent pour atteindre les eaux souterraines. Environnement Canada classe les sources anthropiques de contamination en deux catégories : les sources de contamination ponctuelles et les sources de contamination diffuses. La

contamination ponctuelle provient d'une source unique et identifiable, alors que la contamination diffuse est plutôt attribuable au rejet répété de contaminants en faibles concentrations sur de grandes surfaces. Le tableau 5 présente des exemples de sources de contamination ponctuelles et diffuses.

Tableau 5 Les sources anthropiques de contamination de la nappe phréatique

Contamination ponctuelle	Contamination diffuse
<ul style="list-style-type: none"> • Cimetières • Installations septiques • Fuites de réservoirs ou de pipelines de produits pétroliers • Pertes ou déversements de produits chimiques industriels • Décharges municipales • Déchets d'élevage du bétail • Fuites du réseau d'égouts • Résidus miniers • Zones de stockage de sel pour les routes • Ruissellement du sel et d'autres produits chimiques sur les routes • Déversements liés aux accidents routiers 	<ul style="list-style-type: none"> • Engrais sur les terres agricoles • Pesticides sur les terres agricoles et les forêts • Contaminants dans les retombées sous forme de précipitations, de neige et de dépôts atmosphériques secs

Source : adapté d'ENVIRONNEMENT CANADA. *Contamination des eaux souterraines* [en ligne (27 août 2013) : www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=6A7FB7B2-1].

À l'état naturel, un aquifère contient des minéraux et certains éléments qui se trouvent généralement en faible quantité et ne posent aucun risque important pour la santé humaine. Or, une grande variété de produits chimiques et de composés provenant d'activités anthropiques peuvent diminuer la qualité de l'eau et présenter un risque pour la santé si leur concentration est trop élevée.

Différents composés chimiques peuvent devenir des sources de contamination plus ou moins graves de l'eau souterraine. La littérature scientifique classe ces composés en deux principaux types, soit les composés organiques et les composés inorganiques. Il existe différents types de contaminants organiques générés par l'activité humaine, dont les hydrocarbures pétroliers, les solvants, les biphényles polychlorés (BPC) et les insecticides. Parmi les composés inorganiques, certains sont

susceptibles d'être considérés comme des contaminants, notamment les nitrates et nitrites, les fluorures, les cyanures, le cadmium, le chrome, le mercure et l'uranium¹.

Le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* cible 50 substances organiques et 21 substances inorganiques pour lesquelles un suivi est nécessaire pour assurer une bonne qualité de l'eau potable. Outre ces composés, le règlement établit des normes de suivi bactériologique pour contrôler les coliformes (par exemple, *Escherichia coli*)².

Un contaminant se présente sous forme solide, liquide ou gazeuse. Par contre, bien qu'il puisse s'infiltrer dans le sol, le principal vecteur responsable de sa migration vers l'aquifère est l'eau, que ce soit par mélange ou solubilisation. Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du contaminant, les propriétés géologiques et géochimiques du milieu traversé, les interactions entre le contaminant et le milieu ainsi que les conditions locales (pluviométrie, par exemple) sont autant de facteurs influençant la migration des contaminants jusqu'à la nappe phréatique (Crowe *et al.*, 2003, p. 3 ; Lemièrre *et al.*, 2001, p. 12 à 14).

Un sol imperméable constitue la principale protection des aquifères contre les contaminants de surface. Or, la très grande majorité des sols aux îles de la Madeleine sont caractérisés par une texture grossière à moyenne, permettant à l'eau de s'infiltrer facilement jusqu'aux grès rouges sous-jacents (PR3, p. 42 et 43). Les nappes phréatiques sont donc particulièrement vulnérables à la contamination par les activités anthropiques à la surface du sol (Attention Fragiles, 2012, p. 60 ; Côté *et al.*, 2007, p. 126). Qui plus est, la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine dans les aquifères, évaluée à 200 m/an fait en sorte qu'un contaminant qui atteindrait la nappe phréatique pourrait s'y propager rapidement.

- ◆ *La commission d'enquête constate que la texture des sols aux îles de la Madeleine rend les aquifères vulnérables à la contamination par les diverses activités anthropiques réalisées à la surface.*

Les pressions actuelles pouvant altérer la qualité de l'eau souterraine résultent principalement de la présence de réservoirs d'hydrocarbures, des eaux usées, des matières résiduelles, des sels de déglçage et des activités agricoles. D'autres sources potentielles de contamination ont aussi été reconnues dans une étude hydrogéologique (Groupe Madelin'Eau, 2004).

-
1. LENNTECH. *Les contaminants des eaux souterraines* [en ligne (31 juillet 2013) : www.lenntech.fr/eaux-souterraines/contaminants.htm] et LENNTECH. *FAQ – Effets sur la santé des polluants de l'eau* [en ligne (31 juillet 2013) : www.lenntech.fr/francais/faq-effet-polluants-sante.htm].
 2. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Règlement sur la qualité de l'eau potable* [en ligne (31 juillet 2013) : www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/parties-1-2-3.htm].

Les réservoirs de mazout et de diesel

Les réservoirs de mazout et de diesel, lorsqu'ils sont enfouis dans le sol, peuvent laisser s'échapper des hydrocarbures pendant une longue période de temps avant qu'une fuite soit détectée. À l'inverse, les fuites sont plus facilement identifiables lorsque les réservoirs sont installés hors sol.

Lorsque la contamination aux hydrocarbures atteint la nappe phréatique, les solutions de décontamination sont limitées. Si la quantité d'hydrocarbures est importante et qu'ils se retrouvent flottant au-dessus de la nappe phréatique, il est possible de les récupérer partiellement par pompage ou aspiration. Toutefois, une fraction des hydrocarbures peut demeurer dans le sol en phase libre, adsorbée à la surface des grains qui composent le réservoir aquifère ou sous forme de gouttelettes piégées dans les pores. Les hydrocarbures peuvent aussi se retrouver sous forme dissoute dans les eaux souterraines. Les méthodes, comme la bioventilation¹ et la ventilation par barbotage², permettent parfois de réhabiliter un site contaminé aux hydrocarbures à condition que l'accès au site soit possible et que les conditions hydrogéologiques le permettent (Ministère de l'Environnement, 1999). Toutefois, il arrive aussi qu'une décontamination complète ne puisse pas être réalisée. Dans ce cas, un suivi sur les eaux souterraines est requis afin de surveiller l'évolution du panache de contamination.

Les réservoirs des particuliers

Sur le territoire des îles de la Madeleine, Hydro-Québec applique actuellement le *Programme d'utilisation efficace de l'énergie* qui vise, sur une base volontaire, la conversion des systèmes de chauffage à l'électricité vers le chauffage à l'huile. Le programme permet de diminuer la demande d'électricité de pointe en hiver ainsi que la consommation annuelle de diesel sur l'archipel, puisque les fournaies à l'huile fonctionnent avec une efficacité d'environ le double de celle de la centrale. Près de 3 200 clients d'Hydro-Québec (secteurs résidentiel et affaires) utilisent ainsi un chauffage à l'huile, ce qui représente environ 50 % de la clientèle totale (M^{me} Anne Giroux, DT3, p. 32).

Les clients qui optent pour le chauffage à l'huile sont propriétaires de leur réservoir et doivent en assumer la responsabilité (DQ35.1). Au cours des 12 dernières années, 32 signalements de déversement de mazout ont été rapportés à Urgence-Environnement. De ce nombre, 20 déversements ont eu lieu à l'hiver de 2001-2002 à

-
1. Bioventilation : biodégradation par les micro-organismes des contaminants contenus dans la zone non saturée du sol ou dans des piles de sol par circulation d'air.
 2. Ventilation par barbotage : injection d'air dans la zone saturée afin d'entraîner par volatilisation les contaminants dissous dans l'eau ou en phase libre.

la suite d'une accumulation inhabituelle de neige et de glace sur la tuyauterie des réservoirs (DB14.1, annexe 1). Hydro-Québec a été informée de 24 des déversements. Dans chaque cas, le réservoir aurait été remplacé et les sols décontaminés (DQ16.1).

Depuis 2010, les nouveaux réservoirs de mazout comprennent un double fond pour détecter les perforations causées par la corrosion et pour confiner l'huile. Au moment du remplacement d'un réservoir, un procédé de transvasement avec système de filtration (pour retirer l'eau) est utilisé, ce qui réduit aussi les risques de corrosion (*ibid.*). En cas de déversement, l'entrepreneur responsable des travaux doit aviser Hydro-Québec. Aucun déversement mettant en cause un réservoir à double fond n'a été signalé à Hydro-Québec depuis 2010 (DQ35.1).

Les réservoirs à la centrale thermique et à Mines Seleine

L'électricité des îles de la Madeleine est produite par une centrale alimentée au mazout installée sur l'île du Cap aux Meules et pouvant fournir une puissance maximale de 67 000 kW. Une autre centrale alimentée au diesel, d'une puissance de 1 200 kW, dessert l'île d'Entrée (DQ13.1).

La centrale de Cap-aux-Meules est alimentée par 3 réservoirs hors sol d'une capacité totale de 21 millions de litres : 2 réservoirs de mazout lourd de 10 millions de litres chacun et un réservoir de diesel léger de 1 million de litres. La centrale a consommé en 2012 environ 40,5 millions de litres de carburant (qui ont émis environ 128 000 t de CO₂e selon un coefficient d'émission déduit du DB44). Un pipeline d'une longueur de 3 km alimente les réservoirs à partir du port de Cap-aux-Meules (*ibid.*).

En 1989, une contamination de la nappe phréatique au voisinage de la centrale a été constatée et l'ampleur du déversement a alors été évaluée à 40 000 l. Environ 136 000 m³ de sols contaminés ont été retirés et un système de confinement hydraulique a été mis en place pour contenir le panache de contamination de 1990 à 2001. Un programme de suivi de la contamination résiduelle est en vigueur depuis 2001 pour s'assurer qu'il n'y a pas de migration de contaminants (DB42). Avec la réfection de la centrale en 1991, Hydro-Québec a adopté des mesures de confinement pour contenir de futures fuites de son équipement (M^{me} Anne Giroux, DT2, p. 65 et 66).

Mines Seleine a aussi été le théâtre de fuites de diesel en 1990, lesquelles ont nécessité des travaux de réhabilitation des sols. La réhabilitation complète du terrain n'a toutefois pas pu être effectuée, puisque des sols contaminés sont situés sous des bâtiments qui sont la propriété de la mine (DB19). Le chapitre suivant aborde les événements de façon plus détaillée.

- ◆ *La commission d'enquête constate que des déversements de mazout sont survenus sur le territoire des îles de la Madeleine au cours des dernières décennies et que des terrains demeurent contaminés.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'en cas de contamination par des produits pétroliers, l'eau souterraine ne peut pas toujours être décontaminée et qu'elle demeure inutilisable pendant de nombreuses années.*

Les stations-service et garages d'entretien automobile

Les stations-service et garages d'entretien automobile représentent un risque de pollution aux hydrocarbures et aux métaux lourds causé par des déversements accidentels ou des fuites (Groupe Madelin'Eau, 2004, p. 38). Comme pour les réservoirs de mazout et de diesel, la contamination provoquée par ces installations peut être difficile à éliminer lorsqu'elle atteint la nappe phréatique. Le coût pour la décontamination ou l'élimination d'une tonne de sol contaminé par des hydrocarbures peut atteindre plusieurs centaines de dollars¹.

La Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a recensé sur son territoire 26 garages d'entretien automobile et 12 stations-service. Certains d'entre eux sont situés dans les aires d'alimentation de puits municipaux ou privés. À Grosse-Île, il y a une seule station-service située près de puits privés et aucun garage de réparation de véhicules. Les deux municipalités de l'archipel ne disposent pas de mécanismes de surveillance liés aux activités de ces commerces, mis à part la vigilance des employés et du public (DQ27.1 ; DQ28.1).

Les stations-service font toutefois partie des activités industrielles et commerciales visées par le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (R.L.R.Q., Q-2, r. 37). Elles sont par conséquent subordonnées au contrôle sur la qualité des eaux souterraines lorsqu'un captage d'eau souterraine destiné à la consommation humaine est situé à moins d'un kilomètre en aval hydraulique (article 4 du Règlement). Dans un tel cas, le Règlement prévoit notamment qu'un système de puits de contrôle soit installé sur le terrain et que des échantillons d'eau soient analysés au moins trois fois par année durant les cinq premières années d'activité du commerce et au moins une fois par année par la suite.

Sur le territoire des îles de la Madeleine, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs assure actuellement le suivi de cinq dossiers de terrains contaminés au-delà des critères applicables de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Tous ces dossiers

1. ENVIRONNEMENT CANADA. *Les technologies d'assainissement ex situ des lieux contaminés* [en ligne (27 août 2013) : www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpd/tabs/tab23-f.html].

sont liés à des stations-service ou à des activités d'entreposage de produits pétroliers. Le Ministère mentionne qu'il est toutefois possible qu'il y ait d'autres terrains contaminés, mais dont il n'a pas été mis au courant (DQ26.1).

- ◆ *La commission d'enquête constate que les stations-service et les garages d'entretien automobile peuvent représenter une menace pour la qualité des sols et, éventuellement, pour les eaux souterraines.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, dans le contexte d'un programme de protection accrue des aquifères, devrait faire un suivi des sources de contamination potentielles reliées aux stations-service et aux garages automobiles situés dans les limites des aquifères et de leurs zones de recharge.*

Les eaux usées

Les eaux usées sont la principale source de contaminants d'origine biologique et contiennent des bactéries, des virus et des parasites. La contamination de l'eau souterraine par les eaux usées provient souvent de systèmes septiques déficients, mal entretenus ou placés trop près des puits d'alimentation en eau potable. De tels systèmes sont incapables de traiter un grand nombre de produits d'entretien ménager et de produits chimiques à usages domestiques qui, une fois vidés dans le lavabo ou la cuvette, affaiblissent ou tuent les bactéries nécessaires au fonctionnement du système. Il en résulte un traitement inadéquat des eaux usées, quand ce n'est pas l'inutilité du système, et une contamination des puits adjacents¹.

L'octroi des permis pour les installations septiques de moins de 3 240 l par jour est sous la responsabilité des municipalités qui doivent appliquer le *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 22). Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs délivre pour sa part les autorisations pour les installations qui dépassent ce volume (DQ14.1).

La Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, après avoir connu des épisodes de contamination liés à des installations septiques, a fait construire un réseau d'égout sanitaire à partir de 1990 autour des puits municipaux, ce qui a permis de diminuer sensiblement la fréquence des avis d'ébullition. Elle gère un volume annuel d'environ un million de mètres cubes d'eaux usées qui sont traitées avant d'être rejetées à la mer. Néanmoins, la Municipalité demeure préoccupée par le risque que posent les systèmes d'épuration encore présents sur son territoire, notamment ceux situés près des puits ou

1. ENVIRONNEMENT CANADA. *Les sources de contamination de l'eau souterraine* [en ligne (27 août 2013) : www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=6A7FB7B2-1#sub1a].

qui sont non conformes (DB29 ; M. Jean Hubert, DT1, p. 30 et 31). De son côté, la Municipalité de Grosse-Île ne dispose pas d'un système de traitement des eaux usées. Les résidences sont donc équipées de fosses septiques avec champ d'épuration (DQ3.1).

En ce qui concerne les installations septiques de plus de 3 240 l par jour, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs a délivré 33 autorisations sur l'archipel au cours des années, principalement à des usines, des écoles et des sociétés d'habitation. Dix-sept installations qui n'avaient pas reçu d'autorisation ont fait l'objet d'une inspection par le Centre de contrôle environnemental du Québec en 2010. Cela ne veut toutefois pas dire que ces installations étaient non conformes (DQ14.1).

Tous les systèmes de traitement des eaux usées qui se trouvent dans une aire d'alimentation d'un puits municipal, peu importe leur volume, peuvent faire l'objet d'une demande de correctifs par la Municipalité ou par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs s'ils sont susceptibles de contaminer l'eau souterraine (DQ14.1 ; DQ34.1, p. 2). Par ailleurs, peu de particuliers font un suivi régulier de la qualité de l'eau dans leur puits privé, et cela, malgré la présence de plusieurs installations septiques sur le territoire (DC10, p. 2). Selon l'article 3.2 du *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées*, il est de la responsabilité de chaque propriétaire de vérifier le bon fonctionnement de ses installations. Le Ministère recommande de faire analyser l'eau des puits desservant 20 personnes et moins à une fréquence d'au moins 2 fois par année¹.

De son côté, Mines Seleine dispose de trois installations distinctes destinées aux eaux usées : deux pour le traitement des eaux huileuses (une en surface et une sous terre) et une pour le traitement des eaux usées courantes. Ces installations ont fait l'objet d'une autorisation du Ministère en 2004 (DB18, p. 15).

- ◆ *La commission d'enquête constate que plusieurs résidents des îles de la Madeleine, qui puisent leur eau potable dans des puits privés, ne feraient pas vérifier périodiquement la qualité de leur eau malgré le risque posé par la présence de plusieurs installations septiques sur le territoire et des autres sources potentielles de contamination.*

1. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *La qualité de l'eau dans les puits* [en ligne (28 août 2013) : www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/depliant/index.htm#faireanalyser].

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine devrait obliger les propriétaires d'installations septiques à faire inspecter périodiquement celles-ci et qu'elle devrait inciter les citoyens qui s'alimentent en eau potable à partir de puits privés à faire analyser régulièrement la qualité de leur eau.*

Les matières résiduelles

Les sites de dépôts de matières résiduelles sont susceptibles de produire des contaminants de diverses natures en fonction du type de déchets qui y sont entreposés. Les lieux d'élimination d'ordures ménagères génèrent du lixiviat, un mélange d'eau de précipitation et de produit de dégradation des déchets, caractérisé par une forte charge organique et par certains métaux. Le lixiviat peut aussi contenir d'autres contaminants (par exemple, des hydrocarbures) associés à la présence de matières dangereuses ou de matières résiduelles brûlées sur place ou incinérées avant d'être enfouies¹.

La Municipalité des Îles-de-la-Madeleine exploite, depuis 1994, un Centre de gestion des matières résiduelles sur l'île du Havre aux Maisons, lequel comprend, depuis 2010, un centre de transfert. Ce dernier achemine les matières résiduelles de l'archipel au lieu d'enfouissement technique (LET) de Saint-Rosaire, dans le Centre-du-Québec, et les matières recyclables au centre de tri de Victoriaville. Par ailleurs, une dizaine d'anciens sites d'accumulation de déchets, des dépotoirs municipaux pour la plupart, sont répartis sur l'archipel (DQ14.1).

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs a indiqué qu'un jugement de la Cour a ordonné, en 2005, la remise en état d'une superficie de 18 480 m² au Centre de gestion des matières résiduelles, où des déchets avaient été accumulés à la suite de bris à l'incinérateur. Le Ministère a jugé que cette surface représentait un risque pour l'eau souterraine. Il a donc assorti l'ordonnance de 2005 d'une obligation de suivi des eaux souterraines. Les autres zones d'accumulation de déchets du Centre de gestion des matières résiduelles, qui comprendraient environ 49 200 m³ de résidus d'incinération et les anciens dépotoirs municipaux, ne font toutefois l'objet d'aucun suivi (*ibid.*).

- ◆ *La commission d'enquête constate que les zones d'accumulation de déchets qui ne font pas l'objet d'un suivi de l'eau souterraine peuvent potentiellement représenter une menace pour la qualité de l'eau potable, au même titre que celle du Centre de gestion des matières résiduelles qui fait actuellement l'objet d'un suivi.*

1. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Le guide relatif à la construction sur un lieu d'élimination désaffecté* [en ligne (27 août 2013) : www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/construction/chapitre3-4.htm#risques2].

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que les zones d'accumulation de déchets devraient faire l'objet d'une étude de caractérisation environnementale et, si elles présentent une menace pour l'eau souterraine, être réhabilitées par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine.*

Le cas du *Irving Whale*

En 1970, une barge contenant environ 4 300 t de mazout a sombré dans le golfe du Saint-Laurent, ce qui a entraîné une contamination des plages aux îles de la Madeleine. Le nettoyage a permis la récupération d'environ 200 000 sacs contenant un mélange de mazout, de biphényles polychlorés (BPC) et de sable qui ont été enfouis dans les dunes de sable dans le secteur de l'île aux Loups. Depuis ce temps, des sacs se retrouvent occasionnellement à l'air libre au gré de l'érosion des plages, causant ainsi un risque de contamination. La surveillance des lieux est assurée par la Garde côtière canadienne. Depuis 2010, un protocole a été établi entre le ministère de la Sécurité publique, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs et la Garde côtière canadienne pour gérer d'éventuels cas semblables (DB52.1 ; DB52.2).

Concernant le suivi, le document du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs indique que :

Le plan d'action prévoit qu'à chaque découverte de sacs, la Garde côtière du Canada mettra en branle sa procédure opérationnelle pour éliminer les matériaux contaminés et stabiliser la dune sur les sites d'opération. La conclusion de ce plan d'action est qu'il n'y aura pas d'opération systématique de repérage et d'enlèvement de tous les sacs enfouis, étant donné les difficultés de détection, la fragilité des milieux dunaires et les risques d'érosion.
(DB52.1)

Toujours selon ce document, un rapport de la Garde côtière indique que la contamination des sols et de l'eau souterraine demeurerait à l'intérieur du lieu d'intervention (DB52.1). Pour ce qui est du terrain contaminé comme tel, le Ministère n'a pu confirmer s'il y avait une entente visant sa restauration (M. Pierre Michon, DT4, p. 40 et 41).

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'une portion des dunes près de l'île aux Loups a servi, en 1970, à l'enfouissement de près de 200 000 sacs remplis d'un mélange de mazout, de biphényles polychlorés (BPC) et de sable et qu'aucun programme de restauration n'a été mis en place.*
- ◆ **Avis** – *Dans une logique de prévention, la commission d'enquête est d'avis qu'un projet de restauration du lieu d'enfouissement des sacs provenant du Irving Whale devrait être entrepris le plus rapidement possible par la Garde côtière canadienne.*

Les sels de déglacage

Les sels de déglacage, ou sels de voirie, contiennent des chlorures inorganiques et parfois des ferrocyanures susceptibles de se retrouver dans l'eau souterraine¹. Leur épandage sur le réseau routier en fait une source de contamination potentielle diffuse et étendue (Locat et Gélinas, 1988). Une mauvaise gestion du risque, notamment en ce qui a trait aux eaux de ruissellement aux endroits où l'épandage est fréquent, peut entraîner une contamination des sols et de l'eau sur un large territoire.

Le ministère des Transports est responsable de l'entretien de 108 km de routes sur l'archipel pour lesquelles il utilise en moyenne 1 600 t de sel par année. Il priorise les intersections, les courbes, les pentes, les zones scolaires et les secteurs urbains. Dans les secteurs urbains, les eaux de ruissellement sont acheminées vers des conduites fermées qui se déversent généralement vers la mer. En milieu rural, les eaux de ruissellement sont dirigées vers des fossés qui se déversent généralement vers des servitudes naturelles ou dans des ruisseaux qui se jettent eux-mêmes dans la mer (DQ6.1).

Pour sa part, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine limite l'épandage de sels de déglacage aux intersections et aux courbes dangereuses. Elle utilise au plus 1 000 t de sels de déglacage par année, pour un réseau de près de 500 km de rues (DQ7.1). À Grosse-Île, les sels de déglacage sont utilisés sur les rues asphaltées seulement, pour un total de 8 km de réseau routier municipal, et du sable est utilisé sur les rues en gravier (DQ17.1).

Selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, il n'y aurait pas de cas connu de contamination de l'eau souterraine par les sels de déglacage aux îles de la Madeleine (DQ14.1).

Les activités agricoles

Les activités agricoles, comme les élevages, les cultures et les serres, présentent un risque d'infiltration de fertilisants, de produits azotés ou phosphorés (engrais), de produits phytosanitaires (pesticides) ou de contaminants biologiques.

Les zones agricoles à l'intérieur des périmètres de protection bactériologique et virologique des puits, pour lesquels l'indice DRASTIC est supérieur à 100 (considéré vulnérable), font l'objet de restrictions en ce qui a trait aux pratiques agricoles en vertu des articles 26 à 30 du *Règlement sur le captage des eaux souterraines*. Ces restrictions concernent l'épandage de déjections animales, de compost de ferme,

1. ENVIRONNEMENT CANADA. *La stratégie de gestion du risque pour les sels de voirie* [en ligne (27 août 2013) : www.ec.gc.ca/nopp/roadsalt/reports/fr/rms.cfm].

d'engrais minéraux, de matières résiduelles fertilisantes, de boues provenant d'ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées ou de tout autre système de traitement ou d'accumulation d'eaux usées sanitaires. Des restrictions s'appliquent aussi à l'aménagement d'une installation d'élevage d'animaux ou d'un ouvrage de stockage de déjections animales.

Les dispositions du Règlement à l'égard des pratiques agricoles ont été intégrées par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine dans son règlement de zonage 2010-08 (DQ7.1). Des parcelles agricoles pourraient être touchées par de telles restrictions dans le cadre de la construction de nouveaux captages municipaux prévus dans le secteur de L'Étang-du-Nord (DB1, p. 56).

Selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, il n'y aurait pas de cas connu de contamination des nappes phréatiques qui résulterait des activités agricoles sur l'archipel (DQ14.1).

Les pressions sur la disponibilité de l'eau

Aux îles de la Madeleine, l'achalandage touristique et certaines activités industrielles, notamment celles liées à la transformation de produits marins, sont susceptibles de créer une pression sur la disponibilité de l'eau. Le surpompage aux puits risque d'entraîner une remontée d'eau saline et de rendre l'eau puisée impropre à la consommation.

Une modélisation a été réalisée par le Groupe Madelin'Eau en 2004 afin de simuler le comportement de l'interface eau douce-eau salée dans différents contextes de prélèvement d'eau. Cet exercice a indiqué que le doublement des prélèvements annuels moyens de 2003, qui correspond globalement au régime de pompage estival, est susceptible de déstabiliser l'équilibre de l'interface eau douce-eau salée et de provoquer des remontées d'eau saline dans certains puits (Groupe Madelin'Eau, 2004, p. 50).

La Municipalité considère néanmoins qu'elle dispose d'une marge de manœuvre quant à la disponibilité de la ressource en eau potable :

Selon une estimation effectuée en 2004, les îles de la Madeleine auraient une capacité d'accueil touristique additionnelle de 22 460 personnes entre le 15 juillet et le 15 août, soit presque 50 % de plus qu'actuellement, en supposant que la limite imposée est 90 % de la capacité maximale de production d'eau.
(DQ7.1)

Toutefois, le nombre de puits municipaux actuellement en production ne permettrait pas d'optimiser ce potentiel. C'est pour cette raison que la Municipalité a déposé, en 2010, des demandes auprès du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs pour implanter de nouveaux captages municipaux afin de mieux répartir les prélèvements et prévoir son alimentation en eau potable pour les 30 prochaines années (DB1 ; DB2 ; DB3 ; M. Jean Hubert, DT1, p. 31).

- ◆ *La commission d'enquête constate que la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a évalué ses besoins en eau potable pour les 30 prochaines années et procède actuellement à l'expansion de son réseau de puits de captages municipaux. Les ressources en eaux souterraines disponibles pour la municipalité des Îles-de-la-Madeleine seraient suffisantes dans un avenir prévisible, à la condition de répartir adéquatement les prélèvements d'eau sur le territoire.*

Les pressions liées aux changements climatiques et la subsidence

Des changements dans les conditions climatiques pourraient modifier la recharge des aquifères, la position de la surface phréatique ainsi que la position de l'interface eau douce-eau salée. Ces changements auraient alors pour conséquences de modifier la disponibilité de l'eau souterraine ainsi que sa qualité. Les principaux changements qui pourraient toucher les ressources en eaux souterraines aux îles de la Madeleine sont les variations de précipitations et de température, les variations du niveau marin relatif et l'érosion des berges (PR3, p. 49 à 54 ; M. René Therrien, DT3, p. 21).

Ces changements vont, entre autres, se manifester par une variation du niveau de la surface phréatique dans l'aquifère et, incidemment, sur la profondeur de l'interface eau douce-eau salée (relation de Ghyben Herzberg). Une augmentation du niveau de la surface phréatique aura pour conséquence un approfondissement de l'interface eau douce-eau salée, tandis qu'une diminution du niveau de la surface phréatique aura pour conséquence une remontée de l'interface. Une remontée relative de l'interface constitue une menace pour l'approvisionnement en eau souterraine, car elle représente une diminution des réserves d'eau douce et rend les puits de captage plus vulnérables à une intrusion d'eau salée.

Le climat

Avec les changements climatiques, la capacité d'emmagasinement en eau de l'atmosphère augmenterait exponentiellement avec la température, mais avec des variations régionales importantes (Green *et al.*, 2011). Les variations de précipitations et de température auront donc une incidence sur la recharge de la nappe et, par conséquent, sur l'élévation de la surface phréatique. La recharge est le résultat d'une

interaction complexe entre les processus d'infiltration, d'évaporation et de transpiration par les végétaux. Une augmentation des précipitations représente habituellement un meilleur potentiel de recharge des nappes. Toutefois, si elle est également accompagnée d'une augmentation de la température, l'augmentation des précipitations peut être compensée par une évaporation accentuée. Des changements dans la couverture végétale peuvent également modifier la recharge par la transpiration. Ultimement, quelle que soit l'ampleur des changements climatiques, les patrons de précipitations et les taux d'évapotranspiration vont influencer le taux de recharge et de résurgence des aquifères (Green *et al.*, 2011).

L'analyse des données de température moyenne annuelle et de précipitations annuelles totales pour la période de 1985 à 2006 montre une hausse respective de 0,09 °C/an et 1,6 mm/an (Bernatchez *et al.*, 2008, p. 41 et 54). Les prévisions pour les provinces maritimes sur l'horizon 2050 correspondent également à une augmentation de température et des précipitations, bien qu'aucune donnée spécifique ne soit disponible pour les îles de la Madeleine (Vasseur et Catto, 2008, p. 131). De plus, Bernatchez *et al.* (2008, p. 69 et 75) prévoient, pour l'horizon 2041-2070, une augmentation des redoux hivernaux et une disparition des précipitations neigeuses.

Le niveau de la mer

Le niveau moyen de la mer mondial est en augmentation principalement en raison de la fonte des glaciers et de la dilatation thermique des océans, avec une augmentation d'environ 140 mm entre 1950 et 2010 (Stammer *et al.*, 2013). Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)¹, le niveau moyen des mers pourrait augmenter entre 0,26 m et 0,97 m d'ici 2100. Par contre, aux îles de la Madeleine, cette augmentation est accentuée par un mouvement de subsidence régional relié à la dernière période glaciaire (Koohezare *et al.*, 2008, 2011). L'effet combiné de ces deux phénomènes résulte en une remontée du niveau moyen relatif de la mer qui est estimée à 3,5 mm/an depuis les années 1960 (d'après Juneau, 2012, cité dans PR3, p. 53).

L'augmentation du niveau moyen de la mer aurait pour conséquences d'immerger des terres et de réduire la superficie des îles. Une plus faible superficie correspond également à une diminution des réserves d'eau douce. D'après une étude récente (Chang *et al.*, 2011), l'augmentation du niveau moyen de la mer, bien que favorisant un déplacement vers l'intérieur des terres de l'interface eau douce-eau salée, pourrait être suivie d'une remontée équivalente de la hauteur de la nappe phréatique. Cela

1. Rapport du GIEC, chapitre 13 [en ligne (le 1^{er} octobre 2013) : www.climatechange20143.org/images/uploads/WGIARS_WGI-12Doc2b_FinalDraft_Chapter13.pdf], p. 46 à 56.

serait attribuable à un soulèvement causé par la poussée verticale, par densité, de l'eau de mer sur la tranche d'eau douce sus-jacente.

- ◆ *La commission d'enquête constate que, malgré une hausse du niveau de la mer, les nappes phréatiques des îles de la Madeleine se maintiendraient, puisqu'elles subiraient une remontée équivalente.*

L'érosion

L'érosion et le recul des côtes peuvent également causer une remontée de l'interface eau douce-eau salée, mais beaucoup plus localisée le long des côtes. Des travaux de Bernatchez *et al.* (2008, p. 157) sur les falaises rocheuses et les terrasses de plage de Havre-Aubert et de Cap-aux-Meules ont montré des taux respectifs d'érosion de 0,46 et de 0,31 m/an. Le scénario d'érosion pour 2050 pour les falaises rocheuses est de 0,70 m/an.

En ce qui concerne l'érosion et le recul des terres, puisque les puits d'approvisionnement en eau potable de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine se situent plutôt vers le centre des îles, ces phénomènes auraient potentiellement moins d'impact que pour des puits qui seraient situés près de la côte (M. René Therrien, DT3, p. 21).

- ◆ *La commission d'enquête constate que l'emplacement des puits d'approvisionnement en eau potable municipaux favorise leur protection contre les pressions reliées à l'érosion des berges.*

Il n'existe pas d'étude spécifique aux îles de la Madeleine concernant les effets anticipés des changements climatiques sur les ressources en eaux souterraines. Toutefois, dans le cadre du plan d'action sur les changements climatiques, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs procède présentement au déploiement de son réseau de suivi des eaux souterraines. Dans ce cas particulier, en plus d'un suivi des niveaux d'eau souterraine, un suivi de l'interface eau douce-eau salée sera effectué à l'aide de méthodes géophysiques (PR3, p. 87). Ces travaux ont été confiés à l'École Polytechnique de Montréal (DB24 ; DB25). Afin d'anticiper l'impact des changements climatiques sur les eaux souterraines et de déterminer la fréquence des suivis géophysiques, le Ministère a également confié au Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval la réalisation d'une étude de modélisation numérique (PR3, p. 87 ; M. René Therrien, DT3, p. 17).

Néanmoins, les études réalisées ailleurs dans des conditions semblables nous renseignent sur les impacts anticipés des changements climatiques sur les eaux

souterraines. Par exemple, une analyse de la vulnérabilité des aquifères des côtes est et ouest des États-Unis aux changements climatiques montre que les aquifères côtiers sont en général plus vulnérables aux mauvaises pratiques d'exploitation pour l'alimentation en eau potable qu'aux variations du niveau marin (Ferguson et Gleeson, 2012, p. 342). Plus près des îles de la Madeleine, une étude d'un aquifère côtier à l'Île-du-Prince-Édouard en est arrivée à la même conclusion (Hansen, 2012).

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'une étude commandée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs au Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval est en cours et permettra d'évaluer l'impact appréhendé des changements climatiques sur les ressources en eaux souterraines des îles de la Madeleine.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que les pressions reliées aux pratiques de prélèvement des eaux souterraines aux îles de la Madeleine sont vraisemblablement plus importantes que celles reliées au changement du niveau moyen de la mer en lien avec les changements climatiques anticipés.*

La protection des sources d'alimentation en eau potable

Tel que le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* le prescrit, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine prélève chaque semaine des échantillons dans son réseau de distribution d'eau potable qu'elle envoie à un laboratoire indépendant accrédité pour en analyser la qualité. Les résultats sont ensuite transmis au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (DM23, p. 5). De façon globale, le Ministère relève que « l'eau souterraine aux îles de la Madeleine est de bonne qualité et répond aux exigences du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, et ce, sans traitement ou avec un traitement minimal » (DQ14.1). La qualité de l'eau dans les puits privés ne fait toutefois l'objet d'aucun contrôle ou suivi.

- ◆ *La commission d'enquête constate que la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution est excellente et qu'elle ne nécessite aucun traitement ou seulement un traitement minimal.*

La Municipalité projette d'inscrire au schéma d'aménagement et de développement les aires d'alimentation des puits municipaux afin de donner suite aux recommandations du Groupe Madelin'Eau, en 2004, visant la protection de la ressource (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 37).

- ◆ *La commission d'enquête constate que la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a consenti des efforts importants au cours des dernières années afin de s'assurer d'une bonne gestion de la ressource en eau souterraine, notamment en faisant réaliser des études hydrogéologiques et en adoptant des mesures de surveillance et de protection qui ont fait leurs preuves jusqu'à maintenant.*

Les conséquences d'une contamination des nappes phréatiques

Une contamination des nappes phréatiques entraînerait diverses conséquences, selon la nature des contaminants et leur mode de migration. Considérant le territoire de l'archipel et son alimentation en eau potable par des puits municipaux et privés, une contamination de l'eau souterraine aurait, à divers degrés, des conséquences sur les aspects sociaux, économiques et environnementaux de l'archipel.

Entre 2010 et 2012, le groupe Attention Fragîles a élaboré, en collaboration avec plusieurs partenaires ainsi que sous la supervision du Groupe de référence en environnement des Îles-de-la-Madeleine, le *Plan stratégique d'intervention en environnement pour le territoire des Îles-de-la-Madeleine*. Ce travail visait à offrir des repères pour guider l'action environnementale. Le plan a permis d'identifier les conséquences associées aux risques environnementaux auxquels le territoire est exposé, notamment la contamination des nappes d'eau exploitables (Attention Fragîles, 2012).

Ainsi, une contamination de l'eau souterraine pourrait engendrer des problèmes de santé chez les Madelinots, en plus de modifier leur qualité de vie. Consommer de l'eau contaminée peut notamment entraîner des problèmes gastro-intestinaux, des irritations de la peau, des dommages au système reproducteur et même divers cancers (Santé Canada, 2012). En plus de ces risques pour la santé, une contamination de l'eau souterraine pourrait engendrer divers impacts sociaux, dont une possible iniquité à travers la population en fonction du lieu de résidence et du niveau de vie de chacun, certaines restrictions sur l'utilisation de l'eau potable et un sentiment d'insécurité (Attention Fragîles, 2012, annexes).

Comme il sera discuté à la section suivante, une contamination de l'eau souterraine pourrait également avoir des répercussions économiques importantes. Comme l'eau est essentielle, sa contamination entraînerait d'abord l'obligation de trouver des sources d'approvisionnement de rechange. Par ailleurs, l'accès à des quantités suffisantes d'eau de qualité est primordial au bon fonctionnement des secteurs des

pêcheries et du tourisme qui constituent la base de l'économie madelinienne. Une forte augmentation du coût d'approvisionnement en eau ou une baisse du niveau de confiance à l'égard des produits offerts dans l'archipel pourraient compromettre la viabilité des entreprises et ainsi fragiliser les communautés qui en dépendent.

Finalement, d'un point de vue écologique, l'eau souterraine alimente un bon nombre de milieux naturels par l'entremise du phénomène de résurgence, notamment les milieux humides d'eau douce. Une contamination de l'eau pourrait entraîner diverses conséquences sur la faune et la flore qu'ils abritent. Ainsi, une contamination de l'eau souterraine à des concentrations suffisamment élevées pourrait avoir des effets néfastes sur les espèces fauniques qui s'abreuvent de l'eau de ces milieux naturels. De même, plusieurs espèces floristiques tolèrent mal certains contaminants organiques ou inorganiques dissous dans l'eau, pouvant limiter leur croissance et altérer leur cycle végétatif. L'eau contaminée représente aussi un risque pour les animaux d'élevage et les cultures irriguées.

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'une contamination de la nappe phréatique aux îles de la Madeleine pourrait entraîner diverses conséquences sociales, économiques et écologiques pouvant influencer grandement sur la qualité de vie de la population.*

Les solutions possibles en cas de contamination

Lorsqu'une contamination de l'eau souterraine est observée, la situation est gérée selon divers protocoles visant à restreindre le plus possible le volume de sol ou de roc touché et, s'il y a lieu, de faire des interventions ponctuelles de décontamination (DB12 ; DB46). Malgré tout, une contamination risque d'avoir des conséquences irréversibles sur l'alimentation en eau potable.

Au sujet du caractère irremplaçable des nappes phréatiques aux îles de la Madeleine, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs a indiqué que ce qualificatif avait été introduit en 1999 dans un système de classification interne en lien avec les conséquences de leur contamination en raison des solutions limitées de décontamination ou de l'absence de sources de recharge (M. Michel Ouellet, DT1, p. 53 et 54).

Dans ce contexte, des solutions pour pallier un manque d'eau potable pourraient être considérées si la pression sur la ressource devenait trop importante ou si une contamination en menaçait la disponibilité.

Présentement, les aquifères répondent aux besoins prévisibles (DQ7.1, p. 2). Dans l'éventualité où certains aquifères seraient contaminés, en raison notamment de l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles, ou encore si les besoins dépassaient la capacité des aquifères, on peut se demander quelles seraient alors les solutions afin d'assurer un approvisionnement en eau potable. L'analyse qui suit a été faite en tenant compte du coût actuel de production pour la municipalité des Îles-de-la-Madeleine de 1 m³ d'eau, soit 0,30 \$, pour une production annuelle d'environ 2,5 millions de mètres cubes (DQ31.1).

Le rapport de l'UQAR passe en revue des solutions de recharge à l'utilisation des eaux douces souterraines, soit la récupération de l'eau de pluie, le recyclage des eaux usées et le dessalement de l'eau de mer (PR3, p. 165 à 170).

La récupération de l'eau de pluie

La récupération de l'eau de pluie est utilisée à travers le monde pour réduire la pression sur les ressources en eau souterraine (PR3, p. 166). Selon l'usage, elle peut nécessiter un traitement. Cette méthode est surtout intéressante pour répondre à la demande individuelle plutôt qu'à des besoins collectifs. Au Québec, cette stratégie permet de satisfaire les besoins en eau potable du village insulaire de Harrington Harbour¹ (300 habitants), qui récupère les eaux de pluie et celles provenant de la fonte de la neige (DB43, p. 5).

Le recyclage des eaux usées

Les eaux usées peuvent être recyclées et retournées, soit dans la nappe phréatique, soit dans le réseau de distribution. Si le recyclage des eaux usées vise à produire de l'eau potable, il faut alors intégrer les systèmes de traitement primaire, secondaire et tertiaire (Gupta *et al.*, 2012). Une étude de Dore *et al.* (2013) sur les méthodes de traitement souligne que la plupart de ces systèmes ne satisfont que les critères de base quant à la qualité des eaux.

Le coût du recyclage varie en fonction du degré de contamination des eaux usées et des niveaux de traitement nécessaires. D'après Gupta *et al.* (2012), le coût d'un traitement intégré varie selon la nature des contaminants, leur concentration ainsi que le volume total journalier. Ainsi, le recyclage des eaux usées en eau potable nécessitant un traitement primaire qui sépare les solides par sédimentation (0,02 \$/m³)², un traitement secondaire par un processus anaérobie (0,21 \$/m³) et un traitement tertiaire par osmose inverse (0,47 US\$/m³), entraînerait un coût total de

1. Harrington Harbour fait partie de la municipalité de la Côte-Nord-du-Golfe-du-Saint-Laurent.
2. En considérant que 1 \$ CAN = 0,96 \$US.

traitement pouvant atteindre 0,70 \$/m³. De plus, il faut nécessairement rassembler ce volume d'eaux usées à un endroit donné, ce qui implique un réseau de collecte et de gestion des déchets issus du procédé de traitement. À titre comparatif, dans un document produit par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, en 1999, on estimait alors que le coût de recyclage des eaux usées, à des fins de production d'eau potable, variait de 0,32 \$¹ à 0,82 \$/m³, selon le volume à recycler et la qualité des eaux usées. Ce même document soulignait qu'en Europe, à cette époque, le coût d'un tel procédé pouvait varier de 1,32 \$ à 14,50 \$/m³. Le Ministère a souligné qu'il ne se fait pas de recyclage des eaux usées au Québec pour la production d'eau potable (DQ39.1).

Actuellement, les eaux usées récupérées et traitées par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine sont rejetées dans la mer et les volumes annuels varient selon les secteurs de la municipalité pour un volume total, en 2011 et 2012, de 0,92 et 0,94 million de mètres cubes respectivement (tableau 6) (DB29). Selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, le coût médian du traitement des eaux usées, pour une ville de 10 000 à 25 000 habitants, serait d'environ 0,13 \$/m³ et 0,18 \$/m³ sans ou avec amortissement respectivement (DQ39.1). Un tel volume d'eaux usées, une fois recyclé, ne remplacerait que partiellement (besoins industriels) les besoins en eau potable.

Tableau 6 Les volumes d'eaux usées gérés par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine calculés à partir du débit annuel moyen

Secteur	2011 (m ³ /an)	2012 (m ³ /an)
Cap-aux-Meules	553 121	593 235
Fatima	145 197	149 905
Havre-Aubert	17 155	13 943
Havre-aux-Maisons	63 912	54 495
Étang-du-Nord	140 890	125 597
Total :	920 275	937 175

Source : DB29.

Le dessalement de l'eau de mer

Le dessalement de l'eau de mer est une approche basée sur deux principes distincts d'élimination des sels : la distillation et l'osmose. Cette dernière est moins énergivore

1. En dollars de 2012, calculé selon : BANQUE DU CANADA. *L'indice des prix à la consommation depuis 2000* [en ligne (le 17 septembre 2013) : www.banqueducanada.ca/taux/indice-des-prix/ipc/].

et plus adaptée à des productions de moindre envergure (PR3, p. 169). Dans le contexte des îles de la Madeleine, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs a produit un avis technique sur le sujet en 2012. La principale méthode retenue a été l'osmose inverse. Le coût d'une telle infrastructure serait au moins de 100 millions de dollars et le coût de fonctionnement, au moins d'un million de dollars par année. Si on considère un remboursement du coût en capital sur 20 ans, soit environ 5 millions de dollars par an, pour une production annuelle d'environ 3 millions de mètres cubes d'eau potable, le coût moyen serait d'environ 2,0 \$/m³, soit environ 7 fois le coût actuel de production à partir des captages municipaux. Ces coûts seraient augmentés en raison des conditions hivernales et d'une température de l'eau entraînant des risques de gel des conduites et une demande énergétique accrue (DB 43).

À titre de comparaison, Ghaffour *et al.* (2013) rapportent que le coût pour le dessalement de l'eau de mer produit pour les grandes villes (par exemple, Perth, en Australie) varierait autour de 0,52 \$/m³, alors que pour de plus petites productions, le coût pourrait atteindre 1,04 \$/m³.

Cette approche est utilisée par plusieurs villes côtières et des milieux insulaires comme les Îles Vierges britanniques, où plus de 90 % de l'eau potable est produite par dessalement. Un exemple rapporté par l'UQAR : à Perth, en Australie, un parc éolien de 83 MW alimente en électricité l'usine de dessalement et une partie de la ville (PR3, p. 168 et 169). Dans ce cas particulier, le compte de taxes de la ville de Perth a augmenté de 34 dollars par année pour soutenir le financement de cette source d'eau potable (Crisp, 2012).

Dans son rapport sur la gestion de l'eau, le BAPE (2000, rapport 142) indique que, d'une façon générale :

La production d'eau douce par la construction d'usines de désalinisation constitue une option d'approvisionnement de deux à trois fois moins chère que celle du transport et du transbordement par bateaux (1,50 \$ à 2 \$ du m³ et 4 \$ à 4,50 \$ du m³).
(BAPE, 2000, p. 8)

Cette analyse souligne que les coûts du dessalement de l'eau de mer et de son transport sont, de façon générale, nettement plus élevés que les coûts actuellement assumés par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine pour s'approvisionner en eau potable.

La conclusion finale de l'étude du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs mentionne que :

Mais au-delà de la complexité et des coûts des équipements de traitement, le principe de base de l'alimentation en eau potable est de s'approvisionner à partir de la source d'eau de la meilleure qualité possible. Il ne fait nul doute que la meilleure source d'eau des Îles-de-la-Madeleine est celle que les résidents utilisent actuellement. Même en mettant en place et en finançant les meilleurs traitements disponibles sur une source d'eau saumâtre ou d'eau salée, il sera difficile, voire impossible, de retrouver cette même qualité d'eau.

(DB43, p. 9)

Dans un contexte plus général, cette conclusion est semblable à celle du rapport de l'UQAR (2012) :

Ces technologies permettent d'exploiter différemment les aquifères d'eau douce, de recycler les eaux grises ou même d'exploiter d'autres ressources telles que l'eau de mer et l'eau saumâtre. Par contre, malgré les efforts et les avancées technologiques, cette eau ne sera jamais d'aussi bonne qualité que l'eau « naturelle » provenant des aquifères.

(PR3, p. xi)

- ◆ *La commission d'enquête constate que le coût pour le traitement des eaux usées comme source d'eau potable est, pour le moment, très élevé comparativement aux coûts actuels assumés par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que le dessalement de l'eau de mer serait une solution possible pour l'approvisionnement en eau potable des îles de la Madeleine, mais à un coût beaucoup plus élevé et pour une qualité d'eau potable relativement moindre.*
- ◆ **Avis** – *En considérant le système de classification du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs sur les conséquences d'une contamination des nappes phréatiques, la commission d'enquête est d'avis que le Ministère, au nom du principe de prévention, devrait reconnaître le caractère irremplaçable des nappes phréatiques aux îles de la Madeleine.*
- ◆ **Avis** – *La Commission d'enquête est d'avis qu'afin d'assurer la pérennité de la ressource en eau aux îles de la Madeleine, les promoteurs de projets d'exploration et d'exploitation des ressources naturelles qui pourraient se développer au pourtour ou sous des aquifères devraient avoir l'obligation de démontrer des effets environnementaux nuls sur ces derniers.*

Chapitre 5

L'exploration et l'exploitation des ressources naturelles et les effets potentiels sur les nappes phréatiques

La première partie du présent chapitre considère les ressources naturelles présentes dans le sous-sol de l'archipel. Les enjeux entourant l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures sont traités séparément de ceux liés aux autres ressources naturelles du sous-sol afin de faire ressortir cette filière.

La seconde partie du chapitre 5 traite des enjeux liés à la production d'énergie, celle-ci étant liée à la question des pressions susceptibles de menacer la qualité et la disponibilité de l'eau souterraine et avec les préoccupations des citoyens à l'égard d'un éventuel projet de forage gazier sur le territoire madelinot. Les possibilités d'alimentation énergétique pour l'archipel en fonction de leurs impacts potentiels sur la disponibilité et la qualité de l'eau souterraine sont également analysées.

Les ressources du sous-sol

Les enjeux relatifs aux ressources minières

L'étude de Brisebois (1981) sur la géologie des îles de la Madeleine, réalisée sous l'égide du ministère de l'Énergie et des Ressources de l'époque, constitue une référence utile à la compréhension des mécanismes géologiques qui ont façonné l'archipel. L'auteur s'attarde plus particulièrement à la description des unités stratigraphiques. Il appuie ses explications sur des études antérieures, des observations de terrain, des travaux en laboratoire et des travaux de forage, notamment ceux réalisés par la Société québécoise d'exploration minière (SOQUEM), à partir de 1972, qui visaient une meilleure compréhension de la géométrie des dépôts d'évaporites (dépôts de sel).

Mis à part les dépôts de sel et les hydrocarbures qui ont mobilisé une bonne partie des énergies consenties à l'acquisition de connaissances, un petit nombre de ressources naturelles potentielles ont attiré l'attention des géologues au cours des

années. Brisebois (1981) fait mention de travaux sur des gisements de manganèse au cours des années 1940, de gypse en 1947 et 1970, et de sable en 1948 et 1959.

Les gisements de sel

La plupart des travaux d'exploration minière en milieu terrestre, y compris ceux destinés aux gisements de sel, ne sont pas assujettis à l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation ni de se soumettre à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (*Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 3)).

Toutefois, préalablement à l'ouverture et à l'exploitation d'une mine de sel, le promoteur doit se soumettre à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement si la capacité de production est de 500 t et plus par jour (*Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 23)). À titre comparatif, Mines Seleine extrait environ 1,5 million t de sel par année depuis 1990, pour une moyenne de plus de 4 000 t par jour en supposant une extraction répartie sur 365 jours (La Société canadienne de sel Limitée, 2006, p. 4).

L'extraction de sel, entamée en 1982, s'étend actuellement jusqu'au sixième niveau d'exploitation, à une profondeur de 406 m sous la surface du sol. Mines Seleine compte poursuivre l'extraction plus en profondeur pour encore 20 à 30 ans jusqu'à un éventuel onzième et dernier niveau. À court et à moyen terme, aucune expansion latérale de la mine n'est prévue. Toutefois, une frange de 100 à 200 m en bordure de la zone actuellement exploitée pourrait être envisagée à plus long terme (M. Mark Joncas, DT3, p. 5 et 12).

Aucun rabattement de la nappe phréatique n'est requis pour l'exploitation de la mine, puisque le dôme de sel est étanche. Le sel a tendance à se déformer, comme de la pâte à modeler, plutôt qu'à se fracturer, ce qui limite les risques d'infiltration d'eau. Une mince couche de saumure, saturée et sans capacité résiduelle de dissolution, isole le dôme de sel de la mer environnante (*ibid.*, p. 6 et p. 9).

L'usine de traitement de sel est localisée sous terre. Les rejets salins sont déposés dans les chambres évidées antérieurement. Le garage aussi est souterrain, à quelque 300 m de profondeur. L'étanchéité des planchers de sel facilite la récupération des huiles et des autres liquides qui pourraient être déversés lors des opérations d'entretien et de réparation de la machinerie (*ibid.*, p. 7). Les rejets huileux peuvent être traités sous terre grâce à un système de traitement des eaux huileuses (DB18).

L'extraction du sel ne demande pas d'eau douce. De l'eau douce est toutefois puisée dans des puits de pompage disposés sur le terrain de Mines Seleine pour les

douches et les toilettes des employés et pour le lavage des équipements sous terre. La mine s'alimente à partir de 6 puits, pour un volume quotidien d'environ 17 m³ d'eau (DB15, p. 9). Cette consommation journalière équivaut à celle d'environ 40 personnes aux îles de la Madeleine. Pour la consommation humaine, la mine utilise de l'eau embouteillée (M. Mark Joncas, DT3, p. 7).

Le traitement du sel implique cependant l'ajout de ferrocyanure de sodium à une concentration dans le sel de 100 ppm. Ce produit sert d'antiagglomérant (DQ32.1). En moyenne, la mine conserve pour son usage une vingtaine de tonnes de ferrocyanure de sodium, sous forme solide, emballées dans des sacs de 25 kg (DQ38.1).

À la fermeture de la mine, il est prévu que les chambres évidées soient inondées le plus rapidement possible avec de l'eau de mer (M. Mark Joncas, DT3, p. 9).

Une étude du Groupe Madelin'Eau, réalisée en 2004, rapporte que le volume et la potabilité des eaux souterraines dans l'aquifère de Grosse-Île ne seraient pas compromis par l'exploitation actuelle du gisement de sel, notamment parce que la mine actuelle est située à l'écart des zones d'approvisionnement en eau potable des particuliers (PR3, p. 119), ce qu'a aussi affirmé le conseil d'agglomération des Îles-de-la-Madeleine en audience publique (DM23, p. 3).

Un deuxième gisement, sous l'île de Grosse Île, pourrait un jour être mis en exploitation. Mines Seleine en détient d'ailleurs les droits miniers (M. Mark Joncas, DT3, p. 13 ; PR3, p. 113). Dans ce secteur, les résidants sont alimentés en eau potable à partir de puits privés et les installations d'une nouvelle mine de sel pourraient entrer en conflit avec l'usage de l'eau souterraine comme source d'eau potable.

- ◆ *La commission d'enquête constate que l'activité minière associée à l'exploitation de la mine de sel se situe sous l'aquifère, dans des structures étanches, et qu'il n'y aurait pas d'effet sur la nappe phréatique.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'un projet d'expansion à long terme d'une mine de sel directement sous l'île de Grosse Île pourrait soulever des enjeux pour la nappe phréatique qui est actuellement exploitée à des fins d'alimentation en eau potable par les résidants qui disposent de puits privés.*

Les problèmes constatés

Un participant à l'audience publique a soulevé une problématique en lien avec d'anciens puits d'exploration de gisements de sel qui font saillie sur les plages et ailleurs et qui, dans certains cas, ne sont pas munis d'un bouchon de ciment et d'une plaque d'acier (M. Paul Hébert, DT7, p. 5 à 7). Le participant a d'ailleurs fourni dans

son mémoire des photographies illustrant l'état des puits, tel qu'il est possible de les observer aujourd'hui (DM1). Ces puits ont été forés par la SOQUEM au cours des années 1970 et visaient les gisements de sel potentiels (DQ37.1). Sur les plages, les tubages qui font saillie au-dessus de la surface du sol peuvent représenter une menace à la sécurité des personnes, notamment des jeunes enfants.

Par ailleurs, au mois d'août 2013, des citoyens ont rapporté dans les médias ce qui semble être de la contamination par des huiles ou du pétrole aux pourtours d'anciens puits de la SOQUEM. Selon les explications disponibles au moment d'écrire ces lignes, cette contamination serait reliée aux méthodes de forage employées à l'époque pour la recherche de gisements de sel. SOQUEM s'est engagée à réhabiliter les terrains contaminés.

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère des Ressources naturelles devrait faire les correctifs requis sur les anciens puits qui font saillie aux îles de la Madeleine afin de sécuriser les lieux.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait, en collaboration avec l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine et le ministère des Ressources naturelles, procéder à une inspection de tous les emplacements de forage faits par SOQUEM à proximité des zones d'alimentation en eau potable ou à l'intérieur de ces zones et réhabiliter les emplacements, s'il y a lieu.*

En 1990, une fuite de 83 000 l de diesel, causée par un bris de tuyauterie souterraine, a contaminé les sols et une partie de la lagune sur une superficie d'environ 7 000 m². Dans les zones accessibles, des travaux de récupération du diesel et de réhabilitation des sols contaminés ont commencé en 1993 et se sont échelonnés jusqu'en 2005. D'après un rapport de 2005, il y avait encore une superficie de 3 700 m² de terrains contaminés à réhabiliter. Celle-ci pourra être gérée au moment de la fermeture de la mine, alors que tous les bâtiments seront démantelés. La même étude indique que les contaminants sont peu mobiles et demeureront à l'intérieur de la propriété minière. Cinq puits d'observation ont été installés afin de détecter toute nouvelle fuite ou la migration d'un éventuel panache d'eau contaminée (M. Mark Joncas, DT3, p. 11 ; DB19). Les derniers résultats obtenus par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs concernant le suivi de la qualité de l'eau indiquent que celle-ci contiendrait de faibles concentrations d'hydrocarbures (DQ39.1).

- ◆ *La commission d'enquête constate que les activités de Mines Seleine ont entraîné une contamination des sols par des hydrocarbures, mais que des travaux ont été entrepris afin de réhabiliter le site. La réhabilitation finale ne se ferait toutefois qu'à la fermeture de la mine.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs effectue un suivi sur la qualité de l'eau souterraine sur les terrains de Mines Seleine en lien avec la fuite de diesel survenue en 1990.*

Cinq ans plus tard, en 1995, une infiltration d'eau de mer s'est produite à travers un joint sur la paroi d'un puits de production, inondant la mine et provoquant sa fermeture durant plusieurs mois. À ce moment, une partie de la nappe phréatique sous les dunes s'est possiblement infiltrée dans la mine en même temps que l'eau de mer (M. Mark Joncas, DT3, p. 10 et 11).

Les carrières et les sablières

L'exploitation d'une carrière ou d'une sablière requiert un certificat d'autorisation en vertu de l'article 2 du *Règlement sur les carrières et sablières* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 7). L'information requise pour obtenir un certificat d'autorisation inclut notamment la superficie des sols à découvrir ainsi que l'emplacement des puits d'eau potable situés dans l'aire d'exploitation projetée et son voisinage¹. Les sols qui ont été enlevés doivent être restaurés après l'exploitation.

Si une nouvelle² carrière ou sablière est située à moins d'un kilomètre d'un puits municipal, une étude hydrogéologique est alors exigée. Afin de prévenir la pollution des eaux, des critères sont établis pour fixer les concentrations maximales permises d'huiles, de graisses et de matières en suspension dans les eaux rejetées dans l'environnement. Le pH doit aussi être contrôlé (*ibid.*).

Aux îles de la Madeleine, le gravier est extrait des noyaux rocheux (sur les buttes), alors que la ressource en sable se trouve dans les milieux dunaires. Les titres miniers pour l'exploitation du sable sont détenus par la Municipalité ainsi que par quelques entreprises locales et des particuliers. Le sable et le gravier sont principalement utilisés pour la réalisation des travaux routiers et portuaires (PR3, p. 112 à 115).

-
1. Le territoire avoisinant une carrière comprend les 600 m autour de l'aire d'exploitation, alors que cette distance est réduite à 150 m pour une sablière.
 2. Le terme *nouveau* ou *nouvelle*, au sens du *Règlement sur les carrières et sablières*, s'applique à celles dont l'exploitation ou l'utilisation commence après le 17 août 1977.

Selon le dernier inventaire du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, les îles de la Madeleine comptaient 12 carrières et sablières exploitées commercialement en 2008. Ces carrières et sablières ne satisfont pas tous les besoins de l'archipel. Un inventaire fait en 1980 par la MRC des Îles-de-la-Madeleine a recensé 321 brèches de carrière ou de sablière, dont une cinquantaine a dû faire l'objet d'une restauration. La plupart auraient servi à satisfaire des besoins privés. Même si on en trouve en abondance, l'extraction du sable pose problème parce qu'il constitue la base de plusieurs milieux fragiles de l'archipel. L'identification d'un banc d'emprunt pouvant répondre aux besoins à long terme semble représenter un défi pour l'agglomération¹ (Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, 2010, p. 94 et 95).

En ce qui a trait aux sablières, la contamination à partir de la surface pourrait avoir des effets négatifs sur les puits privés présents dans les dunes. Il n'y a toutefois pas de puits municipaux dans celles-ci. Ces secteurs sont des ressources en eau souterraine localement utilisables.

L'exploitation des carrières, dans les milieux rocheux, donc possiblement en amont des captages d'eau, pourrait représenter une menace à la qualité de l'eau souterraine puisque « l'enlèvement de la couche végétale combiné à l'excavation du terrain crée un chemin préférentiel pour tout type de contaminant de surface qui pourrait se retrouver au sein d'une carrière » (DM23, p. 3).

- ◆ *La commission d'enquête constate que le décapage du sol aux lieux d'exploitation des carrières peut augmenter la vulnérabilité des aquifères sous-jacents à cause de l'enlèvement de matériaux de surface qui ont un pouvoir filtrant.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'une carrière ou une gravière se développant au-dessus d'une ressource en eau souterraine, même à une distance de plus d'un kilomètre d'un puits municipal, pourrait mettre en péril de futures sources d'approvisionnement en eau potable pour l'archipel.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis qu'au nom du principe de prévention, les opérations de carrières et de gravières devraient être évitées dans les secteurs où on retrouve des aquifères exploités ou potentiellement exploitables.*

1. ATTENTION FRAGILES. *Carrières et sablières – Profil complet du milieu* [en ligne (5 septembre 2013) : <http://psie-tim.attentionfragiles.org/profil-du-territoire/carrieres-et-sablieres.html>].

Les enjeux de l'exploration et de l'exploitation des hydrocarbures

Les enjeux liés à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures aux îles de la Madeleine sont considérés dans les paragraphes qui suivent. Tout d'abord, la formation des hydrocarbures sera brièvement expliquée. Par la suite, les différentes composantes de ces activités seront analysées considérant leurs effets potentiels sur les nappes phréatiques.

À l'occasion, les travaux en cours sur l'évaluation environnementale stratégique sur les gaz de schiste seront mentionnés, car ils pourraient répondre ou, à tout le moins, fournir des éléments de réponse, à certains aspects techniques liés à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures au Québec, et possiblement, aux îles de la Madeleine.

La formation des hydrocarbures

Un ensemble de conditions doivent être réunies pour qu'il y ait formation de gaz ou de pétrole¹. Une quantité suffisante de matière organique doit s'être accumulée et avoir été enfouie rapidement au fond d'un bassin océanique. L'enfouissement crée un milieu anaérobie favorable à l'action des bactéries responsables de la transformation de la matière organique en hydrocarbures ; on parle alors de dégradation biochimique de la matière organique. L'évolution du processus d'accumulation des sédiments crée une augmentation des pressions et de la température, qui permet une seconde dégradation, thermique cette fois, des hydrocarbures. Les sédiments qui contenaient la matière organique sont alors transformés en roches (roches sédimentaires) et les hydrocarbures formés lors de la dégradation biochimique se complexifient pour devenir des huiles et du gaz. Les profondeurs d'enfouissement favorables à la formation des hydrocarbures sont généralement comprises entre 1 000 m et 4 000 m. Au-delà de 4 000 m, les hydrocarbures sont détruits.

La roche dans laquelle se forment les hydrocarbures se nomme *roche-mère*. Dans le cas des gisements non conventionnels, il n'est pas rare que l'extraction se fasse à partir de la roche-mère. Des opérations de stimulation de la production doivent alors être réalisées pour libérer les hydrocarbures piégés dans la roche.

Dans le cas des gisements conventionnels, les hydrocarbures ont généralement migré de la roche-mère vers une roche poreuse, appelée *roche-réservoir*, apte à absorber le gaz ou le pétrole et à le conserver. Ce type de gisement, s'il est atteint par

1. Pierre-André BOURQUE. *Planète Terre*, cours, chapitre 3.3.2 sur la formation des hydrocarbures, Université Laval [en ligne (30 août 2013) : www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/combustibles.fossiles.html].

un forage, peut libérer les hydrocarbures sous l'effet des pressions existantes dans la formation sans qu'il ne soit nécessaire de faire appel aux traitements de stimulation. Le piège, qui isole la roche-réservoir et empêche la migration des hydrocarbures au-delà de la roche-réservoir, est généralement constitué d'une roche imperméable, comme un schiste. Ce dernier isole et confine la roche-réservoir grâce à des mécanismes de déformation des strates rocheuses, comme les plis, les failles, les discordances ou les intrusions salines (figure 8).

Aux îles de la Madeleine, on retrouve les éléments suivants qui pourraient être à l'origine de l'accumulation d'importantes quantités de gaz naturel :

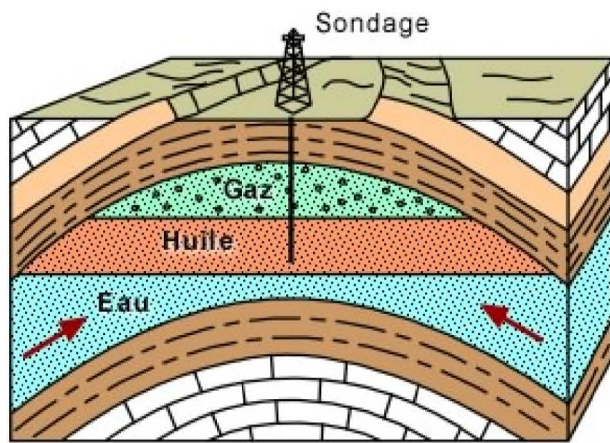
- de la matière organique accumulée en grande quantité au cours de la période du Carbonifère, il y a entre 360 et 300 millions d'années ;
- plusieurs horizons géologiques contenant des lits de charbon (roches-mères) ;
- des horizons géologiques plus perméables, comme des grès (roche-réservoir), au-dessus des lits de charbon et surmontés par des schistes ;
- un processus de remontée saline qui a retroussé les strates géologiques et permis la création de pièges ;
- une profondeur d'enfouissement actuelle autour de 2 300 m (DB7 ; DB10).

Les forages d'exploration servent à vérifier la validité des hypothèses de formation des hydrocarbures pour un secteur donné et à évaluer, le cas échéant, la faisabilité technique et financière d'une éventuelle exploitation.

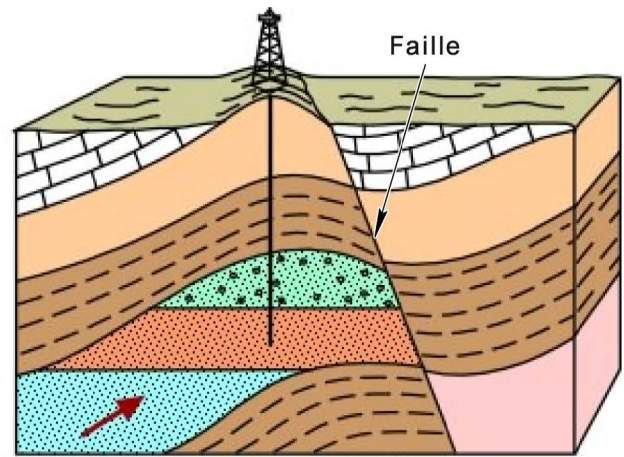
Les enjeux pour l'eau souterraine de l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures

Les deux grands enjeux relatifs à l'eau souterraine face aux activités d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures aux îles de la Madeleine consistent à maintenir la disponibilité de la ressource et à en préserver la qualité. L'un et l'autre sont tributaires des mesures déployées pour prévenir une contamination, de l'emplacement des forages par rapport aux prélèvements d'eau et de l'ampleur des activités de la filière par rapport à la capacité d'accueil du territoire.

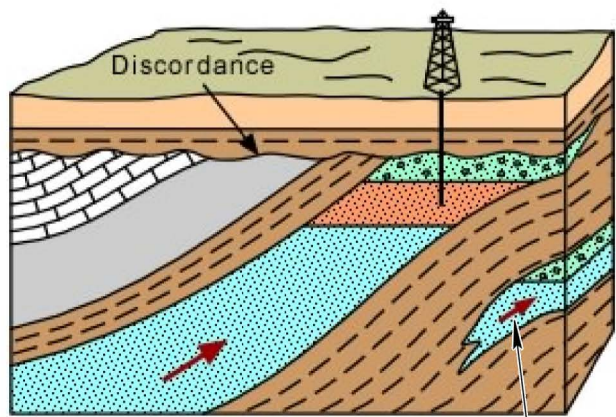
Figure 8 Différents types de piège à hydrocarbures



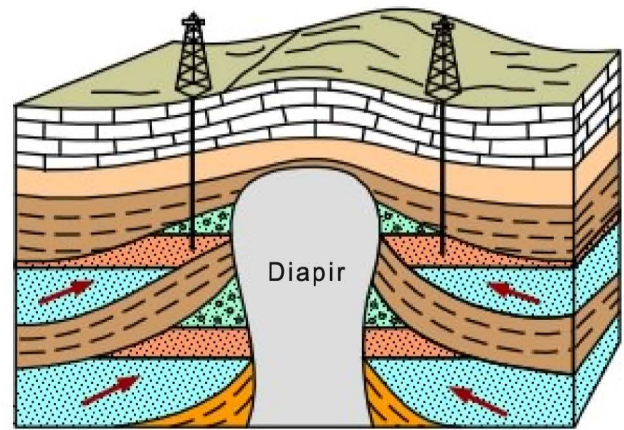
A - Piège structural: anticlinal



B - Piège structural: faille



C - Pièges stratigraphiques:
discordance et biseau
sédimentaire



D - Pièges mixtes associés à un diapir

Plusieurs études concernant les effets sur l'eau souterraine liés au développement du gaz de schiste au Québec sont en cours de réalisation, sous la coordination du Comité sur l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste. Des renseignements ou recommandations issus de ces études ou du rapport synthèse du comité attendu pour l'automne de 2013 pourraient être utiles, en tout ou en partie, à l'évaluation des effets potentiels d'un projet gazier sur les nappes phréatiques aux îles de la Madeleine ou, à tout le moins, pour déterminer les mesures à prendre pour garantir la protection des eaux souterraines. Voici quelques-unes des études qui touchent les enjeux pour l'eau¹ :

- Étude E2-3 : *Le classement des aquifères du Québec qui aurait pour objectif d'identifier les aquifères importants, dont l'eau est utilisable pour la consommation humaine et animale pour les protéger, en y interdisant les puits gaziers et toute autre activité pouvant compromettre la ressource à cause de fuites ou de déversements de substances toxiques ;*
- Étude E3-1 : *Analyse des normes existantes dans certains États et certaines provinces pour les forages, de la conception à la construction, en passant par la vérification, la fracturation, la complétion et la fermeture ;*
- Étude E3-2 : *Détermination des problèmes de déversements et de fuites rencontrés au Québec et dans d'autres juridictions par l'industrie du gaz de schiste au cours des dernières années et documentation sur les causes et les conséquences de ces incidents et les mesures prises pour les corriger ;*
- Étude E3-3 : *Étude de puits type, représentatif des puits forés au Québec au cours des deux dernières décennies ;*
- Étude E3-4 : *Détermination des risques de fuites et de déversements (bassin de rétention, transport, pendant l'injection, retour des eaux de reflux), conséquences potentielles de ces incidents sur l'environnement et la santé et évaluation des mesures de mitigation permettant de minimiser ces conséquences ;*
- Étude E3-5 : *Détermination exhaustive des substances utilisées, ou susceptibles de l'être, pour le forage et la fracturation au Québec, et des sous-produits de dégradation et de réaction ; évaluation de leurs propriétés toxicologiques et de leur potentiel de biodégradation, de bioaccumulation, de persistance et de toxicité globale.*

1. *Tableau des études du site sur l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste* [en ligne (30 septembre 2013) : ees-gazdeschiste.gouv.qc.ca/wordpress/wp-content/uploads/2013/09/Tableau-etudes-23-septembre-2013.pdf].

L'encadrement des activités d'exploration et d'exploitation

L'exploration

La réalisation des activités d'exploration pour le pétrole et le gaz naturel requiert, en vertu de l'article 165 de la *Loi sur les mines*, un permis du ministère des Ressources naturelles nommé *Permis de recherche de pétrole, de gaz naturel et de réservoir souterrain*.

Le permis de recherche, d'une durée initiale de cinq ans, donne le droit à son titulaire d'effectuer tout travail d'exploration sur le territoire couvert par ce permis. Les levés géophysiques, les forages et la complétion des puits font partie des activités de la phase exploratoire. Avant leur réalisation, des permis distincts doivent cependant être obtenus auprès du Ministère. La complétion des puits comprend toutes les étapes entre le forage d'un puits et la production du gaz. Elle comprend notamment les traitements de stimulation de puits, comme la fracturation hydraulique et les traitements à l'acide, et les essais de production pour évaluer le potentiel économique de la ressource (DC7, p. 7 à 10 ; CIRAIG, 2012, p. 12 à 21).

La compagnie Gastem détient actuellement le permis de recherche n° 2008PG990 qui couvre l'ensemble de l'archipel madelinot, en milieu terrestre, sauf quelques zones, comme l'île Brion, certaines dunes et la partie nord de l'archipel (DB9). Afin d'amorcer les travaux d'exploration, Gastem devra déposer une demande de permis de forage avant de forer et une demande de permis de complétion de puits pour procéder au nettoyage du puits, aux traitements de stimulation et aux essais de production, s'il y a lieu.

La plupart des activités de la phase exploratoire ne sont pas soumises à l'obligation d'obtenir une autorisation du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Toutefois, depuis juin 2011, les travaux de forage dans le schiste et les opérations de fracturation sont soumis à l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation en vertu du *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 3). Dans ces cas particuliers, les titulaires d'un certificat d'autorisation ont l'obligation de transmettre au ministre les renseignements portant sur les travaux visés par le certificat d'autorisation en vertu de l'article 3 du *Règlement sur la transmission de renseignements liés à l'exécution de certains travaux de forage et de fracturation de puits gaziers et pétroliers* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 47.1).

Dans une analyse de l'encadrement juridique du développement des hydrocarbures, des avocats en droit de l'environnement mentionnent, au sujet de la *Loi sur les mines*, que « [...] suivant les distinctions faites dans cette loi entre les phases d'exploration et

d'exploitation, la quasi-totalité des travaux nécessaires à la mise en service d'un puits de gaz ou de pétrole est comprise dans la phase exploratoire » (DC7, p. 8).

D'ailleurs, les propos du représentant du ministère des Ressources naturelles mentionnés dans le rapport du BAPE sur le développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec (BAPE rapport n° 273, 2011) viennent appuyer cette perception des spécialistes du droit de l'environnement :

[...] la phase exploitation débute lorsque les forages ont été effectués, les puits ont été complétés [y compris la fracturation hydraulique], les puits ont été bien évalués et qu'il y a une démonstration à l'effet que les puits peuvent être économiquement rentables s'ils sont exploités et que la compagnie fait une demande de bail d'exploitation. Donc, à partir du moment où il y a un bail qui est délivré, que la substance est extraite et qu'elle est vendue et qu'il y a une redevance, nous parlons d'exploitation. Tout ce qui se passe avant ça, c'est la phase exploration.

(M. Jean-Yves Laliberté, DT11, p. 60)

- ◆ *La commission d'enquête constate que la plupart des activités réalisées durant la phase d'exploration ne sont pas soumises à l'obligation d'obtenir une autorisation du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait participer, conjointement avec le ministère des Ressources naturelles, au processus d'octroi des permis de forage et de complétion des puits gaziers et pétroliers aux îles de la Madeleine, compte tenu de la fragilité de l'approvisionnement en eau potable de l'archipel.*

Compte tenu du peu d'effets appréhendés liés aux levés géophysiques sur les eaux souterraines, ceux-ci ne sont pas abordés dans le rapport.

L'exploitation

L'exploitation commence lorsqu'une entreprise est prête à vendre du gaz naturel. Elle requiert alors un bail d'exploitation de pétrole et de gaz naturel délivré par le ministère des Ressources naturelles. Au préalable, l'entreprise doit avoir avisé le Ministère de la découverte d'un gisement et avoir démontré que son exploitation sera économiquement rentable. La superficie du bail d'exploitation réduit alors d'autant celle du permis de recherche qui est à l'origine de la découverte (DB32, p. 2).

La superficie d'un gisement est définie par la projection verticale de l'aire de fermeture au toit de ce gisement (*Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains* (R.L.R.Q., c. M-13.1, r. 1), article 86). Aux îles de la Madeleine,

chacun des sept diapirs sous l'archipel est susceptible de contenir un ou plusieurs gisements d'hydrocarbures, puisqu'ils ne sont pas nécessairement en contact les uns avec les autres (figure 4).

Le titulaire d'un bail d'exploitation est dans l'obligation d'obtenir une récupération optimale de la ressource en s'assurant, notamment, que les puits du gisement sont suffisamment rapprochés pour en permettre la délimitation (*Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains*, article 97). La délimitation des gisements associée aux diapirs pourrait être compliquée par le fait que certains se poursuivent sous la mer ou les lagunes. C'est le cas notamment du diapir de Cap-aux-Meules. Ainsi, un gisement doit être délimité par un certain nombre de forages. Plus un gisement est grand, plus le nombre de forages requis pour le délimiter peut être élevé.

- ◆ *La commission d'enquête constate que le territoire de l'archipel madelinot pourrait être un jour en partie sous bail d'exploitation à la suite d'une découverte d'un gisement et en partie sous permis de recherche, puisqu'au moment de la découverte d'un gisement, le territoire restant du permis de recherche peut continuer à être exploré.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que plusieurs forages pourraient être requis pour délimiter la superficie d'un bail d'exploitation aux îles de la Madeleine.*

En cas de découverte significative, une disposition particulière de la *Loi sur les mines*, l'article 169.1, prévoit qu'une prolongation de la période de validité du permis de recherche au-delà du cinquième renouvellement (les renouvellements sont valides pour un an) peut être accordée afin de poursuivre l'exploration. Cette disposition évite au détenteur du permis de recherche d'avoir à déposer une demande pour un bail d'exploitation, même s'il a découvert un gisement. Le ministre des Ressources naturelles fixe alors les conditions et les obligations qui viennent avec la prolongation du permis de recherche (DB32, p. 2). Au Québec, aucun territoire n'aurait été reconnu comme aire de découverte significative à ce jour (DQ36.1). Un exemple de ce genre de découverte existe toutefois au gouvernement fédéral avec le permis de découverte significative n° 82 pour le site du forage East-Point E49, situé à environ 60 km au sud des îles de la Madeleine (DQ1.1, p. 4).

En plus de l'implantation de puits gaziers ou pétroliers, les activités liées à l'exploitation impliquent des activités de transformation du gaz brut et de transport pour atteindre les marchés, comme la mise en place de conduites ou de gazoducs, de réservoirs d'entreposage et, éventuellement, s'il y a exportation, d'usines de liquéfaction et d'un port ou d'un quai. Ainsi, une découverte majeure pourrait susciter des enjeux écologiques, sociaux et économiques importants sur le territoire madelinot. La majorité de ces activités sont soumises à l'émission d'un certificat d'autorisation et,

dans certains cas, à la réalisation d'une étude d'impact (pipeline, usine de liquéfaction, quai) en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (DB45).

La fermeture

La fermeture d'un puits peut être temporaire ou définitive. Elle peut être temporaire à compter de l'arrêt des travaux de forage, de complétion ou de modification d'un puits, mais elle doit être définitive avant la fin de la période de validité du permis de recherche ou du bail d'exploitation (*Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains*, article 58).

La fermeture d'un puits fait l'objet d'une demande de permis auprès du ministère des Ressources naturelles, au même titre que le forage ou la complétion d'un puits. Le demandeur doit alors fournir un document détaillant le programme de fermeture signé par un ingénieur compétent dans le domaine. Dans le cas d'une fermeture définitive, le puits doit être laissé dans un état qui empêche l'écoulement des liquides ou des gaz hors du puits. De plus, en milieu terrestre, les tubages du puits doivent être sectionnés à un mètre au-dessous de la surface du sol et être munis d'un bouchon de ciment dans les dix derniers mètres du tubage interne. Une plaque d'acier doit sceller le tout (*Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains*, articles 59 et 61).

À la fermeture du puits, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs exige une caractérisation du site dans les six mois suivant la cessation des activités d'extraction en vertu de l'article 31.51 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* et en lien avec le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*. L'entreprise est responsable du puits tant et aussi longtemps qu'il n'est pas définitivement fermé, abandonné et enregistré au Bureau de la publicité des droits. Le ministère des Ressources naturelles est, pour sa part, responsable des puits orphelins et abandonnés (BAPE rapport n° 273, p. 49 et 50).

Les sections suivantes abordent les enjeux des activités d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures pour les nappes phréatiques aux îles de la Madeleine sous l'angle des principales composantes d'un éventuel projet gazier ou pétrolier pouvant avoir un impact sur les eaux souterraines : les forages, la complétion des puits, les besoins en eau, la gestion des eaux de reflux et des rejets ainsi que l'ampleur du développement.

Les forages

La localisation des forages et l'accès au territoire

En mars 2013, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a adopté le *Règlement déterminant les distances séparatrices pour protéger les sources d'eau et puits artésiens et de surface* sur son territoire (règlement 2013-13) :

Il est interdit à quiconque d'introduire ou de permettre, que ce soit introduit dans le sol par forage ou par tout autre procédé physique, mécanique, chimique, biologique ou autre, toute substance susceptible d'altérer la qualité de l'eau souterraine ou de surface servant à la consommation humaine ou animale, et ce, dans un rayon de :

- six kilomètres de tout puits artésien ou de surface desservant plus de vingt personnes ;
- deux kilomètres de tout puits artésien ou de surface desservant vingt personnes ou moins.

L'étendue de ces rayons s'applique tant pour les activités qui se déroulent à la surface du sol que pour celles se déroulant dans le sous-sol.
(DB34)

En vertu de ce règlement, pratiquement tout le territoire madelinot devient inaccessible pour un éventuel projet de forage gazier ou pétrolier (DB34.1). Plusieurs municipalités du Québec ont adopté des règlements semblables au cours des derniers mois.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs prépare actuellement un règlement de portée québécoise, le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (projet, 29 mai 2013 (2013, G.O. 2, 2184)), lequel comprendra des dispositions concernant les distances séparatrices entre d'éventuels forages gaziers ou pétroliers et des sources d'eau potable (de surface ou souterraine). Ce règlement remplacerait les règlements municipaux traitant du même sujet (M. Michel Ouellet, DT4, p. 79).

Ce projet de règlement propose notamment d'interdire les forages gaziers et pétroliers dans un rayon de 300 m autour de tous les captages servant à l'alimentation en eau potable, peu importe la taille de ceux-ci. Pour les captages de catégories 1 et 2¹, les forages seraient aussi interdits dans l'aire de protection éloignée² (DB39). Ces dispositions permettraient de renforcer la protection de l'eau souterraine par rapport aux dispositions actuelles du *Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains* qui limite les interdictions de forage dans l'aire d'alimentation des captages

-
1. Les prélèvements de catégorie 1 sont ceux desservant les réseaux d'aqueduc des municipalités et alimentant plus de 500 personnes. Les prélèvements de catégorie 2 sont, globalement, ceux desservant plus de 20 personnes (DB39).
 2. L'aire de protection éloignée correspond à l'aire d'alimentation pour les prélèvements de catégorie 1 et à l'aire d'alimentation ou à 2 km en amont hydraulique pour les prélèvements de catégorie 2 (DB39).

d'eau souterraine alimentant les systèmes d'aqueducs municipaux ainsi que dans un rayon de 200 m autour de certains autres types de captages.

- ◆ *La commission d'enquête constate que les dispositions proposées dans le projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection concernant les distances séparatrices entre d'éventuels forages gaziers ou pétroliers et des prélèvements d'eau souterraine à des fins d'alimentation en eau potable feraient en sorte de limiter les superficies disponibles pour d'éventuels forages aux îles de la Madeleine, puisqu'il y a de nombreux puits d'eau potable sur le territoire madelinot et qu'ils sont dispersés.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que l'adoption du projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection augmenterait beaucoup la protection des nappes phréatiques aux îles de la Madeleine par rapport à la réglementation du ministère des Ressources naturelles, dans les secteurs déjà exploités des aquifères.*

Bien que le permis de recherche octroyé par le ministère des Ressources naturelles donne à son titulaire le droit d'explorer le territoire, il existe diverses contraintes territoriales encadrant ce droit.

Sur les terres agricoles, une demande d'implantation pour un forage doit être adressée à la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ) qui rend alors une décision suivant la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles* (R.L.R.Q., c. P-41.1). Actuellement, il y aurait environ 10 km² de terres zonées agricoles sur l'archipel madelinot, soit environ 5 % du territoire.

En ce qui concerne les habitats fauniques reconnus en vertu de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (R.L.R.Q., c. C-61.1), une demande doit être adressée au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, qui peut autoriser la réalisation d'activités d'exploration et d'exploitation sous certaines conditions.

Sur les terrains privés, le droit de passage pour accéder à un site convoité pour un forage doit être négocié avec le propriétaire du terrain. Les éléments de la négociation peuvent concerner des modalités d'accès, des mesures d'atténuation, des compensations financières, etc. Si les négociations échouent, le détenteur d'un permis de recherche peut demander au ministre des Ressources naturelles de recourir à l'expropriation. Toutefois, cette procédure n'aurait pas été utilisée dans le cadre de forages pétroliers et gaziers depuis 1990 (DC7, p. 7).

La conception des puits et le programme de forage

La conception d'un puits de gaz naturel doit faire l'objet d'une validation seulement auprès des ingénieurs du ministère des Ressources naturelles préalablement à

l'octroi du permis de forage. Les puits doivent être conçus de manière à assurer la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement (DQ5.1, p. 3). Ils doivent faire en sorte d'isoler tous les horizons géologiques observés contenant de l'eau, de l'huile ou du gaz (*Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains*, article 24).

Le forage est réalisé avec un trépan fixé à une tige rotative, alors qu'une boue dense, constituée essentiellement d'eau et d'argile, est utilisée. Au cours des travaux, trois tubages de différents diamètres sont successivement installés et fixés, soit, du plus grand au plus petit : le tubage de surface, qui vise à protéger et à isoler l'eau souterraine, le tubage intermédiaire et le tubage de production. Un ciment spécifique est coulé dans les espaces annulaires au fur et à mesure que les tubages sont installés. Un test d'intégrité du puits est ensuite réalisé pour vérifier la cimentation de chaque tubage et les résultats sont transmis au Ministère. Le puits doit résister à de fortes pressions et, au moment du test d'intégrité, aucune perte de pression ne doit être enregistrée (BAPE, rapport n° 273, 2011, p. 44).

Le titulaire du permis de forage doit produire un rapport journalier de ses activités comprenant toute l'information recueillie au moment du forage. Ce rapport journalier doit être remis hebdomadairement au ministre des Ressources naturelles (*Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains*, articles 46 et 47) qui en fait l'analyse. Des inspections terrains sont réalisées au moment des opérations clés et, au besoin, des inspections ponctuelles peuvent être réalisées sur le terrain à la suite de l'analyse des rapports journaliers (DQ36.1).

- ◆ *La commission d'enquête constate que le ministère des Ressources naturelles s'en remet, pour la surveillance et le contrôle en chantier au moment de la construction d'un puits gazier ou pétrolier, au titulaire du permis de forage qui produit lui-même ses rapports journaliers et les transmet au ministre hebdomadairement. Des inspections sur le terrain sont effectuées au besoin par le Ministère, sur la base de l'analyse des rapports journaliers transmis.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que les activités de forage de puits gazier et pétrolier aux îles de la Madeleine devraient faire l'objet d'une surveillance et d'un contrôle accru sur le terrain par un professionnel externe à l'entreprise apte à attester de la qualité des travaux réalisés au moment de la construction.*

Les sources potentielles de contamination et les chemins empruntés

Les sources de contamination de l'eau souterraine peuvent provenir de différentes activités liées à la réalisation d'un forage, à la complétion d'un puits et à l'exploitation éventuelle d'un gisement. En surface, il y a les risques associés au transport et à

l'entreposage des produits et des équipements, aux déversements accidentels (par exemple, des fuites d'huile sur le site de forage), à la gestion des eaux de reflux (eaux de formation et eaux de forage), à la gestion des boues de forage et au transport des hydrocarbures jusqu'à la clientèle (entre autres les pipelines et gazoducs). En profondeur, les fuites de gaz et de liquides le long des puits ou des fractures naturelles sont les principaux risques de contamination pour les aquifères (Jackson *et al.*, 2013a).

Le gaz est un des contaminants potentiellement les plus persistants pour toute la durée de vie d'un puits gazier, qu'il ait été mis en exploitation ou non. Le gaz dissous dans l'eau n'est pas un contaminant comme tel. Sa présence dans l'air, dans les espaces confinés, peut toutefois causer des problèmes d'explosion ou d'asphyxie (DB20). Dissoute dans l'eau, une concentration de 28 mg/l de gaz est un niveau qui exige des actions correctrices ou préventives (Jackson *et al.*, 2013b).

Le gaz qui n'est pas directement capté par le système de pompage, mais qui est libéré dans le milieu donne lieu à des émissions fugitives (*stray gas* en anglais) le long d'un puits mal cimenté (Jackson *et al.*, 2013a). Des émissions de gaz peuvent aussi être d'origine naturelle (Gorody, 2012). Le gaz fugitif peut migrer, sous forme de bulles, le long du puits et s'infiltrer dans les aquifères peu profonds (Jackson *et al.*, 2013a, 2013b). Le gaz qui monte dans la colonne d'eau va causer un changement de couleur de l'eau et une augmentation de la turbidité. S'il est sulfureux, le gaz peut réagir dans l'eau pour y être réduit et laisser des émanations toxiques de soufre (Gorody, 2012).

D'après Gorody (2012) et Jackson *et al.* (2013a), il est important de connaître la qualité de l'eau avant le début des forages afin d'établir le niveau de référence. Celui-ci permettra d'évaluer par la suite si la source de contamination en gaz est naturelle ou induite par les activités de forage. À ce sujet, le projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection prévoit des dispositions pour caractériser les eaux souterraines avant un forage. Le projet de règlement prévoit aussi l'évaluation des impacts potentiels d'un forage sur les prélèvements d'eau potable (DB39, p. 16).

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'il existe des risques de contamination de l'eau souterraine associés à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures.*
- ◆ **Avis** – *Indépendamment du projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, la commission d'enquête est d'avis qu'avant d'autoriser un forage aux îles de la Madeleine, la qualité de l'eau souterraine, y compris la concentration de méthane, devrait être établie afin de pouvoir détecter toute contamination qui résulterait de la réalisation de ce forage.*

Rozell et Reaven (2012), Vidic *et al.* (2013) et Jackson *et al.* (2013a) indiquent les chemins possibles suivis par les contaminants dans le cas des activités de forage.

Ces chemins seraient les suivants : fuites le long du puits, déversement en surface au moment du transport de produits, fuites à travers les fractures dans le milieu rocheux, déversements sur le site du forage et gestion des eaux usées. Après la phase d'exploration, seuls les chemins 1 et 3 demeurent possibles.

Dans tous ces cas, les fuites le long des puits causées par des problèmes d'intégrité sont les plus fréquentes. Jackson *et al.* (2013a) rapportent que de 7 % à 19 % des 1 000 puits forés dans l'ouest du Canada entre 2005 et 2007 présentaient des signes de fuite le long des puits. À l'automne de 2010, un taux encore plus élevé a été rapporté pour les basses terres du Saint-Laurent, où 17 puits sur 28 présentaient des fuites de gaz par l'évent (BAPE, rapport n° 273, p. 119).

Pour ce qui est de la migration du gaz et des fluides le long de fractures naturelles, leur accumulation dans les couches supérieures et des émissions en surface, il n'y a aucune donnée à ce sujet pour les îles de la Madeleine, tant du côté terrestre que dans le milieu marin environnant. Toutefois, la Commission géologique du Canada rapporte qu'une telle migration des hydrocarbures par le réseau de fractures naturelles serait néanmoins possible (M. Nicolas Pinet, DT2, p. 18).

La présence de suintements d'hydrocarbures liquides et d'émanations de gaz à la surface terrestre ou sur le plancher marin est documentée dans la majorité des bassins sédimentaires ayant un potentiel pétrolier et fait l'objet de centaines d'études scientifiques.
(DQ1.1, p. 5)

D'ailleurs, les travaux de Pinet *et al.* (2008) ont mis en évidence, à partir de levés multifaisceaux¹, les liens entre les événements de gaz sur le fond de l'estuaire du Saint-Laurent et les fractures dans le substratum rocheux. De tels levés multifaisceaux, obtenus au pourtour des îles de la Madeleine, permettraient d'évaluer le potentiel de migration le long de fractures qui recouperaient aussi la portion terrestre des îles de la Madeleine.

Les cibles visées par Gastem pour un éventuel forage gazier étaient situées à proximité de zones de fractures naturelles dont l'origine daterait de la remontée des diapirs de sel (Brisebois, 1981 ; DB13, p. 6, 48 et 52). Un peu comme pour certains secteurs de l'estuaire du Saint-Laurent, de telles fractures pourraient être des chemins préférentiels pour la migration de gaz ou d'autres fluides vers la surface et les aquifères.

1. Mesures réalisées à l'aide d'un sonar à haute fréquence et qui donnent une image à haute résolution de la topographie sous-marine, un peu comme l'équivalent d'une photographie aérienne.

- ◆ *La commission d'enquête constate que les cibles pour un éventuel forage gazier aux îles de la Madeleine pourraient être situées près de fractures naturelles pouvant servir de chemin préférentiel à la migration du gaz et d'autres fluides. Actuellement, il n'existe pas d'information concernant les risques de migration de fluides ou de gaz le long des fractures naturelles aux îles de la Madeleine.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'aucune étude sur la morphologie du milieu marin avoisinant les îles de la Madeleine n'a encore été réalisée à une échelle permettant, s'il y a lieu, la localisation et l'identification de venues de gaz à la surface des fonds marins, lesquelles seraient reliées à des fractures naturelles pouvant se prolonger sur les îles.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis qu'avant d'autoriser un forage gazier aux îles de la Madeleine une évaluation du risque devrait être faite par le promoteur pour évaluer le potentiel de migration de gaz ou de fluides vers la nappe phréatique le long des fractures naturelles.*

La complétion des puits

La phase de complétion des puits fait l'objet d'une demande de permis distincte de celle du forage auprès du ministère des Ressources naturelles. En fonction des caractéristiques du gisement et des technologies choisies, la complétion peut comprendre les étapes suivantes : perforation du tubage de production, opérations de traitements de stimulation et essais de production. Une demande de permis de complétion de puits doit être accompagnée d'un programme certifié par un ingénieur et faisant état des opérations qui seront effectuées et des pressions auxquelles les équipements seront soumis. Comme pour le forage, la complétion des puits doit être effectuée selon les règles de l'art, de manière à assurer la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement. Le tube de production et la tête de puits doivent être en place à l'étape de la complétion afin d'assurer le contrôle des opérations en tout temps. Le titulaire d'un permis de complétion de puits ne doit pas soumettre le tubage à une pression supérieure de 75 % à sa résistance nominale à l'éclatement (CIRAIG, 2012 ; *Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains*, articles 49, 53 et 54).

La fracturation hydraulique est un des traitements de stimulation les plus utilisés par l'industrie. Des auteurs rapportent que plus de 50 000 opérations de fracturation auraient été réalisées à travers le monde en 2008 (Montgomery et Smith, 2010, p. 27). L'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis, qui réalise actuellement une étude sur les impacts de la fracturation hydraulique sur les ressources en eau potable, considère le fait qu'elle est de plus en plus utilisée dans les réservoirs conventionnels d'hydrocarbures afin d'augmenter la productivité des puits (EPA, 2011, p. 9). Au

Canada, près de 10 % de toutes les opérations de fracturation seraient effectuées dans des réservoirs de gaz conventionnels, alors que cette proportion grimpe à 19,7 % à l'échelle mondiale (Montgomery et Smith, 2010, p. 35).

Les traitements à l'acide sont aussi fréquemment utilisés par l'industrie pour stimuler la production. Plus de 40 000 traitements du genre seraient réalisés chaque année dans des puits pétroliers et gaziers (Economides *et al.*, 2000, p. 1-28). Au Québec, sur la base des permis de complétion de puits délivrés depuis le début des années 2000, le ministère des Ressources naturelles mentionne que l'acide est souvent utilisé pour nettoyer les perforations dans les puits ainsi que pour stimuler certains réservoirs conventionnels et non conventionnels d'hydrocarbures (DQ19.1, p. 2).

La stimulation à l'acide, ou acidification, impliquerait presque toujours l'utilisation d'inhibiteurs de corrosion et d'agents tensio-actifs afin de protéger les tubages métalliques et éviter la formation de boues collantes et d'émulsions (DQ34.1, p. 1). Cette méthode serait notamment efficace pour augmenter la porosité et la perméabilité des roches qui contiennent des carbonates, comme c'est le cas des grès à ciment¹ de calcite. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs ne détient pas pour le moment de renseignements relatifs aux opérations d'acidification qui ont été effectuées au Québec, puisqu'aucun certificat d'autorisation n'est requis pour procéder à ces opérations (DQ29.1). Le Ministère mentionne néanmoins que, de façon générale et sur la base de la littérature existante, les acides utilisés en cours de forage ne semblent pas constituer un risque environnemental ou un enjeu important. À son avis, l'acide demeure dans la formation rocheuse et n'est pas récupéré à la surface. Il réagit avec les roches et se neutralise graduellement (DQ34.1, p. 1 et 2).

Certains gisements conventionnels qui ont été productifs par le passé peuvent être remis en exploitation après un certain temps grâce à l'utilisation de traitements de stimulation (fracturation hydraulique, acidification ou autres) (DQ24.1, p. 2).

Selon Gastem, le forage d'exploration aux îles de la Madeleine serait de type conventionnel (DB7, p. 13) et la fracturation hydraulique ne serait pas requise. Toutefois, elle mentionne qu'un traitement de stimulation impliquant l'injection d'une pression dans le puits serait appliqué (M. Raymond Savoie, DT3, p. 43). Il n'a pas été possible d'en savoir davantage sur la force des pressions qui seraient appliquées ni sur les produits qui seraient utilisés (DQ18.1). Ce genre de traitement de stimulation de puits n'est pas couvert par l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation auprès du

1. Le ciment des grès est ce qui permet aux grains de sable qui composent les grès d'être liés et de former une roche.

ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, puisqu'il n'y aurait pas de fracturation et qu'il viserait un horizon de grès (DQ29.1).

- ◆ *La commission d'enquête constate que les opérations de fracturation sont soumises à l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation. Les traitements de stimulation de puits autres que la fracturation ne sont pas soumis à cette obligation.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'en présence de réservoirs conventionnels d'hydrocarbures, les entreprises peuvent recourir à des traitements de stimulation comme la fracturation hydraulique ou les traitements à l'acide pour optimiser la production. Elle constate également que des gisements peuvent être exploités de façon conventionnelle au début, puis faire l'objet de traitements de stimulation lorsque la production décline.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait s'assurer que les traitements de stimulation de puits d'hydrocarbures pratiqués aux îles de la Madeleine ne présentent pas de risque pour la qualité de l'eau souterraine.*

Les besoins en eau

Toute exploitation d'eau souterraine aux îles de la Madeleine doit être approuvée par le ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, en vertu de l'article 40 du *Règlement sur le captage des eaux souterraines* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 6). Si l'eau pour les forages est puisée à même le réseau d'aqueduc d'une municipalité, cette dernière doit posséder l'autorisation de puiser une quantité d'eau suffisante pour les besoins de l'industrie, tout en continuant de fournir en priorité de l'eau aux citoyens et aux entreprises qu'elle dessert. D'après Gastem, les besoins en eau pour la réalisation d'un forage d'exploration aux îles de la Madeleine seraient d'environ 600 m³ (M. Raymond Savoie, DT3, p. 83). Cette eau proviendrait de l'une ou l'autre des deux municipalités de l'archipel ou de Mines Seleine (DQ2.1).

Un forage pourrait s'échelonner sur 3 ou 4 semaines (DB7, p. 17), ce qui représenterait des prélèvements d'eau de l'ordre de 20 à 30 m³ par jour. Considérant qu'un Madelinot consomme en moyenne 0,4 m³ d'eau par jour, cela représenterait l'équivalent de 50 à 75 personnes de plus sur l'archipel durant les semaines que durerait le forage. Ce même volume d'eau pourrait aussi être accumulé dans des bassins-tampons, préalablement au forage, ce qui permettrait d'étaler les prélèvements. Les besoins en eau pour la réalisation d'un forage d'exploration sans fracturation hydraulique ne mettraient donc pas en danger la disponibilité de la ressource en eau souterraine aux îles de la Madeleine.

En cas de fracturation hydraulique, les prélèvements en eau pourraient toutefois être beaucoup plus élevés. Dans un document présentant un projet type de gaz de schiste au Québec, les auteurs rapportent une consommation de 12 000 m³ d'eau pour fracturer un puits (CIRAIG, 2012, p. 18), soit 20 fois plus que la quantité requise pour forer un puits conventionnel aux îles de la Madeleine.

La gestion des eaux de reflux et des autres rejets

Les eaux usées produites au moment de la construction et de la mise en service d'un éventuel puits gazier aux îles de la Madeleine proviendraient du forage, du nettoyage du puits, possiblement des traitements de stimulation utilisés et des eaux contenues dans les formations géologiques. D'autres eaux usées sont susceptibles d'être générées au cours des opérations : eau provenant des tests hydrostatiques, eau provenant du traitement du gaz, eau de purge des chaudières et eaux domestiques (CIRAIG, 2012, p. 29).

La Commission géologique du Canada mentionne que la présence d'eau au sein des formations géologiques exploitées pour les hydrocarbures est commune dans la majorité des bassins sédimentaires. L'eau est généralement saline, mais sa composition peut varier de manière marquée (DQ20.1, p. 2). Quant aux eaux produites au moment des opérations de forage, elles contiennent généralement des quantités importantes de sel dissous, d'hydrocarbures et de métaux qui rendent obligatoire leur traitement ou leur réinjection dans un réservoir souterrain, même si ces substances s'y trouvent en faible quantité (DQ24.1, p. 3).

La gestion des eaux de reflux peut se faire sur le site des activités ou en dehors de celui-ci. Dans le premier cas, des bassins de rétention doivent être aménagés et les eaux doivent être traitées préalablement à leur rejet dans l'environnement. Dans le second cas, une municipalité peut accepter de recevoir des eaux usées industrielles si elle est en mesure d'en faire le traitement. Avant d'accepter de telles eaux usées, elle doit obtenir un certificat d'autorisation du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs qui basera son analyse sur la caractérisation des eaux usées produites (CIRAIG, 2012, p. 30).

Par ailleurs, le rejet de nouvelles eaux usées dans un système de traitement municipal doit être validé par le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire qui voit au respect des performances de traitement des eaux usées. À l'heure actuelle, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine ne traite que des eaux usées en provenance des réseaux d'égouts. Elle estime qu'elle devrait faire faire une étude d'ingénierie indépendante préalablement à l'acceptation des eaux usées en provenance d'activités de forage (DQ40.1). Pour son forage gazier, Gastem

prévoit que les eaux de reflux seraient entreposées dans un bassin de rétention pour être ensuite transportées et traitées par les installations de la municipalité des Îles-de-la-Madeleine ou à l'extérieur (DQ2.1).

Les boues de forage et les déblais sont d'autres types de déchets issus des activités d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures. Le rapport du BAPE sur les gaz de schiste rapporte qu'un forage pourrait générer jusqu'à 150 m³ de boues résiduelles et 1 000 t de déblais (BAPE, rapport n° 213, p. 130). Les déblais sont constitués de roches broyées qui doivent être caractérisées, tout comme les boues de forage, afin d'en faire une gestion conforme aux directives sur la gestion des matières résiduelles (CIRAIG, 2012, p. 29). Depuis 2010, le Centre de gestion des matières résiduelles des îles de la Madeleine, situé sur l'île du Havre aux Maisons, achemine les matières résiduelles vers le lieu d'enfouissement technique de Saint-Rosaire, dans le Centre-du-Québec. L'archipel madelinot n'est donc plus en mesure de gérer ses matières résiduelles sur son territoire.

- ◆ *La commission d'enquête constate que les installations de gestion des matières résiduelles aux îles de la Madeleine ne pourraient pas accepter les déchets provenant d'un forage d'hydrocarbures et que ceux-ci devraient être acheminés à l'extérieur de l'archipel.*

L'ampleur du développement

Au cours de l'audience publique, plusieurs participants se sont montrés préoccupés par l'ampleur que pourrait prendre le développement de l'industrie des hydrocarbures sur le territoire des îles de la Madeleine.

Bien qu'il soit difficile d'évaluer les effets d'un tel développement en l'absence de données précises sur le potentiel en hydrocarbures, la commission d'enquête a néanmoins émis des hypothèses de déploiement de l'industrie afin d'évaluer le nombre de forages qui pourraient éventuellement être réalisés. Le nombre et la localisation des forages éventuels par rapport aux sources d'approvisionnement en eau potable sont des variables déterminantes dans l'évaluation des effets liés aux activités d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures.

Le potentiel gazier

Sur la base des découvertes antérieures, la Commission géologique du Canada évalue à 39 Tcf le potentiel gazier du bassin de Madeleine, avec possibilité de gisements de grande taille. Le potentiel en huile s'élèverait quant à lui à 1,5 milliard de barils. Il s'agirait de la quantité totale d'hydrocarbures en place, et non de la

quantité d'hydrocarbures qu'il est économiquement et techniquement possible de récupérer (DB10 ; DQ1.1).

Gastem mentionne un potentiel gazier de 80 Bcf pour le gisement de Cap-aux-Meules. Comme pour les évaluations du potentiel gazier à l'échelle du bassin, il s'agirait d'une estimation de la quantité totale de gaz en place, et non de la quantité de gaz récupérable. Seule une campagne d'exploration permettrait de valider ce potentiel et de vérifier son opportunité économique. Il n'a pas été possible de savoir, du point de vue de la compagnie Gastem, combien de forages seraient requis pour confirmer les réserves gazières aux Îles (DQ2.1 ; DQ10.1 ; DQ18.1).

La Commission géologique du Canada évalue de 30 % à 100 % le taux de récupération pour les gisements de gaz avec une moyenne de l'ordre de 75 % (DQ24.1, p. 2). En utilisant la moyenne de 75 %, le gisement de Cap-aux-Meules pourrait avoir un potentiel de gaz récupérable de 60 Bcf. Le potentiel en hydrocarbures des autres diapirs est inconnu, puisqu'il n'a pas été étudié (DQ2.1).

Selon la Commission géologique du Canada, le nombre de forages d'exploration nécessaires pour passer d'une estimation de la ressource en place à une estimation de la quantité de gaz récupérable n'est pas connu, puisque ce nombre dépend de plusieurs facteurs, dont le plus important est probablement lié à la complexité géométrique des pièges qui ont emprisonné les hydrocarbures dans la roche-réservoir. Les pièges à hydrocarbures aux îles de la Madeleine sont associés à la remontée des diapirs à travers les horizons géologiques plus récents. Or, la géométrie des diapirs serait grandement variable (DQ1.1, p. 3).

- ◆ *La commission d'enquête retient, d'après l'information actuellement disponible, que le gisement de Cap-aux-Meules pourrait avoir un potentiel de gaz récupérable de 60 Bcf, mais que ce potentiel ne pourrait être confirmé qu'à la suite de la réalisation d'une campagne d'exploration. Le nombre de forages requis pour confirmer ce potentiel est inconnu.*

La production par puits

Gastem a mentionné que les îles de la Madeleine représentent un marché de consommation de gaz naturel d'environ 2 Bcf par année (DB7, p. 5), une estimation comparable à celle établie par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (DB44). Le gaz naturel pourrait remplacer le mazout comme source d'énergie pour le chauffage résidentiel et la production d'électricité. Sur la base des hypothèses retenues sur le potentiel récupérable du gisement de Cap-aux-Meules (60 Bcf de gaz naturel), celui-ci pourrait alimenter les centrales thermiques durant une trentaine d'années à raison de 2 Bcf par année. Une

quantité supérieure à 2 Bcf par année de gaz naturel serait toutefois nécessaire dans l'éventualité d'une conversion des véhicules et des navires de pêche au gaz naturel.

Le nombre de forages requis est toutefois tributaire de la production de gaz par puits. Gastem prévoit qu'un seul puits pourrait être suffisant, alors que la Commission géologique du Canada estime qu'il est actuellement impossible de prédire la production d'un puits (M. Raymond Savoie, DT2, p. 28 ; DQ1.1, p. 4).

Le tableau 7 fournit quelques exemples de capacité de production de puits gaziers dans le bassin des Maritimes.

Tableau 7 Les données de puits du bassin des Maritimes

Nom du gisement	Quantité de gaz en place (Bcf)	Débit maximal (MMcf/jour)	Production moyenne par puits (Bcf/an)
Stoney Creek	n. d.	18	$\leq 0,3^1$
McCully	1 000	9	$\sim 0,5^2$
East-Point	75-100	5,5	Abandon
Cap-aux-Meules	80	n. d.	n. d.

Sources : Lavoie *et al.* (2009) ; DQ1.1 ; DQ2.1.

Le gisement d'East-Point présenterait des similitudes avec un éventuel gisement à Cap-aux-Meules : la quantité de gaz en place serait du même ordre et les deux gisements proviendraient des grès de la formation de Cable Head. Les variations probables de perméabilité et de porosité au sein d'une même formation font toutefois en sorte que les résultats du forage East-Point E49 ne sont pas nécessairement applicables à un forage éventuel aux îles de la Madeleine (DQ24.1). On notera néanmoins que les gisements présentés dans le tableau 7 produisent en moyenne un maximum de 0,3 Bcf/an pour le Stoney Creek et environ 0,5 Bcf/an pour le McCully³. Quant à la découverte significative du gisement East-Point, elle n'a jamais été mise en production, car un deuxième forage réalisé dans le gisement s'est révélé infructueux (DQ1.1, p. 4).

Une production allant de 0,3 à 0,5 Bcf par année par puits pourrait nécessiter de forer 4 à 7 puits afin de disposer d'une alimentation en énergie à la hauteur de 2 Bcf de

1. Valeur calculée à partir de la production totale du gisement sur 89 ans : 28,6 Bcf. Nombre de puits inconnu.
2. Valeur calculée à partir de la production annuelle des 23 puits en exploitation : 25-35 MMcf/jour.
3. Pour le Québec, la production totale moyenne d'un puits dans le schiste est évaluée à 3 Bcf de gaz naturel pour une durée de vie moyenne du puits de 15 ans (CIRAIG, 2012). Cela donne une production moyenne de 0,2 Bcf de gaz naturel par année par puits.

gaz naturel par année. En tenant compte du fait que même dans les régions géologiquement bien connues, comme le golfe du Mexique, le taux de succès des forages est de l'ordre de 50 % (*ibid.*, p. 3), cela pourrait impliquer de devoir faire un minimum de 8 à 14 forages aux îles de la Madeleine pour obtenir suffisamment de puits gaziers productifs.

La production des puits pétroliers ou gaziers n'est généralement pas constante dans le temps. Les puits sont plus productifs au début de l'exploitation et leur productivité décroît à mesure que la pression dans le réservoir diminue. Lorsque la production atteint une certaine limite inférieure, le puits est soit abandonné, soit réactivé à l'aide de traitements de stimulation. La plupart des puits sont en activité pendant une période variant de 15 à 20 années (Hyne, 2012, p. 435 et 436).

- ◆ *La commission d'enquête constate que plusieurs puits gaziers pourraient être nécessaires pour fournir une alimentation en gaz naturel de 2 Bcf par année aux îles de la Madeleine.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que tous les forages ne sont pas susceptibles de devenir des puits productifs et qu'il faut s'attendre à ce que le nombre de forages soit supérieur au nombre de puits finalement en production.*
- ◆ *Compte tenu d'une durée de vie estimée entre 15 à 20 ans par puits, la commission d'enquête constate que de nouveaux puits devraient être forés à intervalles réguliers pour soutenir une production de gaz naturel constante à long terme.*

La distribution et l'exportation du gaz naturel

Dans l'éventualité où le gaz naturel servirait uniquement à l'alimentation locale en énergie des Madelinots, certaines infrastructures de traitement et de distribution seraient nécessaires. La mise en production d'un puits gazier est assujettie à l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* et nécessite que le détenteur d'un bail d'exploitation obtienne un certificat d'autorisation préalablement à la mise en exploitation d'un gisement (BAPE, rapport n° 273, p. 49). Quant à la distribution, la construction de conduites en milieu humide ou hydrique est soumise à l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Pour un gazoduc de plus de 2 km de longueur, une étude d'impact est requise, à moins que les conduites de distribution aient moins de 30 cm de diamètre et qu'elles soient conçues pour une pression inférieure à 4 000 kPa (DB45, p. 5).

Une production de gaz naturel au-delà de la capacité de consommation des Madelinots ne serait envisageable que si des infrastructures supplémentaires permettant l'exportation étaient disponibles. De telles infrastructures pourraient comprendre la

construction d'une usine de liquéfaction, voire d'un gazoduc sous-marin jusqu'à la terre ferme, la construction ou la modification d'un port ou d'un quai, l'implantation d'un ou de plusieurs réservoirs d'hydrocarbures de grande capacité (plus de 10 000 kl). Toutes ces installations nécessitent la réalisation d'une étude d'impact.

Dans le cas d'une usine de liquéfaction, les superficies requises pour l'implantation de l'usine peuvent être considérables. À titre de comparaison, le terminal méthanier de Cacouna, relativement petit, nécessiterait 25 ha de superficie disponible pour son implantation (BAPE, rapport n° 230, p. 44). De telles infrastructures impliqueraient à la fois une occupation du territoire et une demande en eau qu'il est impossible de prévoir pour le moment. Le zonage actuel aux îles de la Madeleine ne prévoit aucune superficie de territoire pour l'accueil d'infrastructures industrielles lourdes.

- ◆ *La commission d'enquête constate que la planification de l'aménagement actuel du territoire aux îles de la Madeleine ne prévoit pas l'implantation des infrastructures et équipements nécessaires à l'exportation de gaz naturel, faute d'existence d'une zone industrielle lourde.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que, pour les activités de forage, la majorité du territoire madelinot ne pourrait pas être forée compte tenu des zones habitées, des périmètres de protection autour des puits d'approvisionnement en eau potable et des milieux naturels à protéger. Le projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection augmenterait par ailleurs les surfaces de protection autour des aires de captages d'eau souterraine.*

Les enjeux énergétiques aux îles de la Madeleine

Tel que nous l'avons vu au chapitre 1, l'essentiel de l'énergie primaire consommée actuellement aux îles de la Madeleine, que ce soit pour le transport, le chauffage ou la production d'électricité, est à base d'hydrocarbures pétroliers liquides.

C'est d'ailleurs cette situation énergétique, jumelée aux projets d'exploration pétrolière et gazière sur l'archipel et dans le golfe du Saint-Laurent, qui a amené la Municipalité des Îles-de-Madeleine à amorcer une démarche visant éventuellement à doter les Madelinots d'une stratégie énergétique territoriale¹.

Le recours à des sources d'énergie de remplacement, autres que les hydrocarbures pétroliers liquides d'origine fossile, contribuerait à réduire les émissions de gaz à effet

1. MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Communiqué du 11 octobre 2011 [(en ligne (27 août 2013) : www.muniles.ca/images/Upload/3_services_municipaux/4_communications/2_communiqués/2011-10-21_vers_une_strategie_energetique_pour_l_archipel.pdf].

de serre aux îles de la Madeleine. L'intérêt de recourir à ces sources d'énergie est plutôt analysé au regard des effets potentiels de leur utilisation, bénéfiques ou non, sur les aquifères. Par ailleurs, l'équipement et les procédés de production de ces sources d'énergie de remplacement peuvent présenter leurs propres risques de contamination des aquifères. Sans projet précis, ce risque ne peut être évalué. Il va de soi qu'il devrait être considéré en cas de production locale.

La production d'électricité et le chauffage

Toute l'électricité est produite par une centrale installée sur l'île du Cap aux Meules et une autre, beaucoup plus petite, sur l'île d'Entrée. La centrale de Cap-aux-Meules a consommé en 2012 environ 40,5 millions de litres de mazout (DQ13.1).

Tel qu'on l'a vu au chapitre 4, une contamination de la nappe phréatique au voisinage de la centrale a été constatée en 1989. Un programme de suivi de la contamination résiduelle est en place depuis 2001 et, avec la réfection de la centrale, Hydro-Québec a implanté, en 1991, des mesures de confinement pour contenir d'éventuelles futures fuites de son équipement (DB42 ; M^{me} Anne Giroux, DT2, p. 65 et 66).

Pour diminuer la demande d'électricité en pointe hivernale ainsi que la consommation annuelle de mazout, Hydro-Québec a mis en place un programme de conversion des systèmes de chauffage à l'électricité des bâtiments vers le chauffage à l'huile (M^{me} Anne Giroux, DT3, p 32). Par contre, ce programme favorise la dissémination de réservoirs d'huile sur le territoire, même si des mesures de protection sont en place depuis 2010 (DQ16.1).

L'alimentation future en électricité

À court terme, Hydro-Québec envisage, en collaboration avec l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, de produire de l'électricité à partir de trois éoliennes d'une puissance de 2,05 MW chacune qui seraient installées à l'emplacement de dunes, entre les îles du Havre aux Maisons et de Grosse-Île. Ces éoliennes entraîneraient une réduction de la consommation annuelle de mazout de quelque quatre millions de litres, équivalant à environ 10 % de la consommation de la centrale de Cap-aux-Meules (DB56 ; DB21 ; DQ13.1). À ce sujet, les îles de la Madeleine, avec des vitesses moyennes des vents allant de 9,4 à 12,8 m/s à la hauteur des dunes, présentent un des meilleurs potentiels éoliens du Québec¹, selon une évaluation de 2005 faite par Hélimax.

1. Carte des gisements éoliens exploitables de la région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine [en ligne (11 juin 2013) : www.mrn.gouv.qc.ca/publications/energie/eolien/eolien_80m_hors_reth_11.pdf].

Vers 2023 ou 2024, la centrale actuelle atteindrait la fin de sa vie utile. Hydro-Québec a commencé l'étude de deux scénarios d'alimentation en électricité, soit de prolonger la vie de la centrale en remplaçant les moteurs par d'autres, plus performants, qui consommeraient un peu moins de diesel, soit de raccorder l'archipel au réseau québécois en passant par le poste Percé, en Gaspésie, par un câble sous-marin de 225 km de long à son réseau national alimenté à l'hydroélectricité et à l'électricité éolienne. Une évaluation de la faisabilité technique et économique des scénarios pourrait être disponible entre 2017 et 2019 (M^{me} Anne Giroux, DT2, p. 33 ; DB21). Hydro-Québec a évalué un tel raccordement dans les années 1980 et l'a abandonné pour des raisons de coûts¹ à l'étape de l'appel d'offres, en 1988. Par la suite, un autre projet, qui consistait à relier l'archipel à l'Île-du-Prince-Édouard, a également été abandonné en 2010 avec l'annulation de l'entente de principe entre le Québec et le Nouveau-Brunswick sur l'acquisition par Hydro-Québec d'Énergie Nouveau-Brunswick².

Un câble sous-marin, en entraînant la fermeture de la centrale de Cap-aux-Meules, éliminerait la présence des réservoirs d'hydrocarbures de la centrale. Il rendrait également caduc le projet de Gastem d'alimenter éventuellement la centrale avec du gaz naturel. S'il était de capacité suffisante, le câble pourrait favoriser une conversion du chauffage à l'huile vers l'électricité, éliminant autant de réservoirs disséminés dans l'archipel. Ainsi, les risques de contamination des aquifères s'en trouveraient diminués. Par contre, ce risque ne disparaîtrait pas si, pour des raisons de sécurité d'approvisionnement en cas de bris du câble, la centrale thermique devait être conservée de même que les réservoirs de mazout.

En outre, si, dans l'avenir, les Madelinots souhaitent développer davantage le potentiel éolien, alors la présence d'un câble sous-marin permettrait l'exportation de surplus d'électricité. Le potentiel éolien pourrait éventuellement être exploité par des installations en mer, sur les hauts fonds entourant l'archipel.

Par ailleurs, le scénario d'alimentation de la centrale thermique au gaz naturel n'est actuellement pas envisagé par Hydro-Québec « en raison de l'indisponibilité locale de la ressource » (DB21). Il en va donc de même avec la possibilité de convertir les systèmes de chauffage à l'huile des bâtiments et des résidences au gaz naturel, qui pourrait entraîner le retrait de centaines de réservoirs de mazout.

-
1. COMMISSION PERMANENTE DE L'ÉCONOMIE ET DU TRAVAIL. *Journal des débats de l'Assemblée nationale*, Fascicule n° 24, 28 mars 1990, p. 1351-1354 [en ligne (19 juillet 2013) : www.assnat.qc.ca/fr/travaux-parlementaires/journaux-debats/index-jd/recherche.html?cat=ex&Session=jd3411se&Section=temoigna&Requete=CET+1351-4&Hier=Boivin%2c+Claude_CET+1351-4].
 2. Communiqué du 24 mars 2010 du bureau du premier ministre de l'époque [en ligne (19 juillet 2013) : www.premiere-ministre.gouv.qc.ca/actualites/communiqués/details.asp?idCommunique=412].

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'Hydro-Québec prévoit la fin de la vie utile de la centrale thermique actuelle pour 2023 ou 2024 et que des scénarios d'alimentation sont examinés pour l'horizon 2017 à 2019 par la société d'État afin d'assurer une alimentation en électricité à long terme aux îles de la Madeleine.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que le raccordement des îles de la Madeleine au réseau d'Hydro-Québec par un câble électrique sous-marin pourrait éliminer le besoin d'une centrale thermique et, conséquemment, des trois réservoirs de diesel d'une capacité totale de 21 millions de litres et d'un pipeline de 3 km. Elle permettrait également une élimination progressive de réservoirs d'huile par une conversion à l'électricité des systèmes de chauffage. La faisabilité technique et économique de cette solution est toutefois à déterminer.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'Hydro-Québec ne peut considérer de modifier sa centrale thermique pour une alimentation au gaz naturel, faute de la présence d'une ressource confirmée aux îles de la Madeleine. Il en va de même pour la conversion au gaz naturel des appareils de chauffage alimentés à l'huile.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis qu'Hydro-Québec devrait tenir compte de l'importance de protéger les aquifères des îles de la Madeleine dans son évaluation des scénarios d'alimentation future en électricité. Ces scénarios devraient être soumis à une consultation publique et être évalués selon les principes du développement durable.*

Des sources d'alimentation de remplacement

Le Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes (CERIM)¹ a publié, en juillet 2013, en collaboration avec l'Université de Sherbrooke, un rapport synthèse final sur des scénarios de biométhanisation et de gazéification² des matières résiduelles produites aux îles de la Madeleine. Pour la biométhanisation des résidus putrescibles, l'étude fait état des constats suivants :

Les conclusions de deux approches, l'une par l'Université de Sherbrooke (Cabana et Lopez, 2013) et l'autre par l'entreprise sous-traitante (Electrigaz, 2012), sont assez similaires et suggèrent que le potentiel de production de biogaz des îles de la Madeleine varie entre 252 450 et 408 550 Nm³/an selon les technologies et les scénarios. Ce biogaz permettrait une production nette d'électricité variant entre 356 et 589 MWh/an en plus d'une production de chaleur comprise entre 1 420 et 2 235 GJ/an.
(Durbecq, Tagnit-Hamou et Tita, 2012, p. 6)

-
1. UQAR, CERIM [en ligne (4 juillet 2013) : www.uqar.ca/cermim/].
 2. La biométhanisation est un processus de dégradation anaérobie d'une partie de la matière organique par des micro-organismes qui produit notamment du méthane et du dioxyde de carbone. La gazéification consiste en un processus thermochimique qui peut décomposer presque toute la matière organique en constituants plus simples, comme le méthane et le dioxyde de carbone.

Les scénarios axés sur la gazéification montrent un potentiel de production d'électricité supérieur, puisqu'en sus du biométhane, du gaz synthétique serait produit à partir des déchets non récupérables et non compostables qui peuvent subir un traitement thermique. Cette technologie est toutefois plus complexe à implanter que la biométhanisation et l'étude du CERIM recommande de réaliser un projet pilote.

Le coût de revient de biométhanisation/production d'électricité se comparerait à celui du compostage traditionnel grâce aux revenus tirés de la vente d'électricité à Hydro-Québec. La production d'électricité à partir du biométhane seul (589 MWh) représenterait au plus 0,3 % de l'électricité produite par la centrale thermique en 2012, qui était de 186 700 MWh (DQ13.1). Avec l'ajout du gaz synthétique, cette production pourrait atteindre 1,5 % de la production de la centrale thermique.

À 1,5 % dans le meilleur des cas, cette source de carburant ne diminuerait donc pas de façon marquée la consommation de diesel de la centrale thermique et n'éliminerait pas la présence des réservoirs.

La géothermie comme source complémentaire de chauffage

La Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a fait évaluer le potentiel géothermique de la nappe phréatique pour chauffer ses bâtiments municipaux. Actuellement, le chauffage des bâtiments est à l'électricité, à l'huile ou aux deux modes simultanément. Deux technologies ont été évaluées. La première, dite à boucle ouverte, puise l'eau souterraine pour en extraire la chaleur et la retourne ensuite dans la nappe au moyen d'un puits d'injection. L'autre, dite à boucle fermée, fait circuler un fluide caloporteur dans un système de tuyauterie qui absorbe la chaleur contenue dans la nappe phréatique (DB4, p. 20 à 23). À cet égard, le projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (section IV) imposerait des restrictions sur le type de substance pouvant être utilisée afin de protéger les eaux souterraines et poserait des exigences pour diminuer le risque que les systèmes fuient. Un document produit par le ministère de l'Environnement de l'Ontario présente un survol relativement complet sur des exigences canadiennes en matière de géothermie pour protéger les eaux souterraines (Ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2013).

La géothermie appliquée au chauffage des bâtiments municipaux ou autres réduirait les besoins en électricité ainsi qu'en mazout, pouvant aller jusqu'à éliminer, dans certaines situations, des réservoirs d'huile de bâtiments. Les résultats de l'évaluation indiquent toutefois un potentiel économique marginal, même en tenant compte des aides financières disponibles auprès d'Hydro-Québec ou de l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec pour les bâtiments municipaux. Cette évaluation a toutefois été faite en 2005, alors que le prix du mazout et du diesel était plus bas

qu'aujourd'hui. Par ailleurs, le coût de revient de l'électricité utilisé pour le calcul est celui payé par la Municipalité, et non le coût réel de production (coût évité) pour Hydro-Québec (DB4, p. 35). Dans le contexte des prix du carburant de 2013, la géothermie pourrait présenter un intérêt pour les bâtiments résidentiels, commerciaux et industriels, et contribuer à éliminer certains réservoirs de mazout, sans augmenter la consommation d'électricité.

L'hydrogène comme technologie émergente

Des projets pilotes à petite échelle de production/stockage d'hydrogène à partir d'électricité produite par des éoliennes en cours en Europe¹ et dans les Maritimes² peuvent présenter un intérêt pour l'approvisionnement en énergie de l'archipel madelinot. L'hydrogène produit en période de surplus d'électricité par les éoliennes est stocké pour générer de l'électricité en période sans vent. À cet effet, l'Institut de recherche sur l'hydrogène³ fait la promotion de l'utilisation de l'hydrogène et œuvre notamment sur les technologies de stockage. L'hydrogène⁴ n'est pas un hydrocarbure, mais il peut exploser sous certaines conditions et est un asphyxiant simple qui n'est toutefois pas reconnu comme étant susceptible d'occasionner des problèmes de santé par contact ou ingestion. Sa présence éventuelle dans l'eau consommée ne poserait donc pas de problème de santé.

L'hydrogène est actuellement essentiellement fabriqué à partir de combustibles fossiles ou de la biomasse par reformage et seulement 10 % sont obtenus par électrolyse⁵. Le National Renewable Energy Laboratory (NREL) du gouvernement des États-Unis⁶ est à établir les coûts de revient pour une filière électrolytique de fabrication industrielle d'hydrogène avec de l'électricité produite à partir d'éoliennes et de centrales thermiques lorsque la demande d'électricité est faible. Le laboratoire espère que les coûts seront, à moyen terme, suffisamment réduits pour que cette filière de production, comprenant le stockage, soit compétitive et constitue une solution de rechange viable à l'utilisation des carburants fossiles.

-
1. Article non daté décrivant un système de production d'hydrogène par électrolyse à partir d'éoliennes à Stralsund, en Allemagne [en ligne (11 juin 2013) : ieahia.org/pdfs/stralsund.pdf].
 2. NALCOR ENERGY DE TERRE-NEUVE. Communiqué [en ligne (11 juin 2013) : www.nlh.nl.ca/HydroWeb/NLHydroWeb.nsf/DisplayArchivedNews/23946457DDAC583AA325754D0058A4E7?OpenDocument].
 3. INSTITUT DE RECHERCHE SUR L'HYDROGÈNE. *Compétences* [en ligne (11 juin 2013) : www.irhcan.com/accueil/competences.html].
 4. SERVICE DU RÉPERTOIRE TOXICOLOGIQUE DE LA CSST. *Fiche sur l'hydrogène* [en ligne (11 juin 2013) : www.reptox.csst.qc.ca/Produit.asp?no_produit=4127#Toxicite].
 5. AIR LIQUIDE. *Hydrogène – Comment le produire ?* [en ligne (11 juin 2013) : www.planete-hydrogene.com/fr/lhydrogene/comment-le-produire.html].
 6. NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. *Hydrogen Production Cost Analysis* [en ligne (11 juin 2013) : www.nrel.gov/hydrogen/production_cost_analysis.html].

Bien qu'elle suive le développement de technologies émergentes sur la production d'énergie tels la production et le stockage de l'hydrogène, Hydro-Québec n'envisage pas, à ce stade, de solutions autres que le couplage thermique/éolien, puisqu'elle préconise le recours à des technologies éprouvées sur le plan de la fiabilité et de la sécurité (DB21).

En ce sens, aucun scénario de production d'hydrogène pour les îles de la Madeleine n'est envisagé pour remplacer les dizaines de millions de litres de carburants fossiles qui y sont consommés annuellement. Il est toutefois évident que, pour une production d'hydrogène suffisamment importante, il faudrait installer un parc éolien de plus grande envergure que celui de 6,15 MW actuellement envisagé. À titre d'exemple, pour produire quotidiennement 51 000 kg d'hydrogène (18 600 000 kg par an), il faudrait une puissance de 106 MW garantie 98 % du temps, selon une évaluation du National Renewable Energy Laboratory¹ du département de l'Énergie des États-Unis. Un kilogramme d'hydrogène liquide contiendrait environ trois fois plus d'énergie utilisable qu'un kilogramme de carburant. L'hydrogène étant bien moins dense que l'essence, il nécessite toutefois un réservoir beaucoup plus grand pour stocker la même quantité d'énergie².

Par ailleurs, il existe d'autres stratégies de stockage de l'énergie produite par des éoliennes. Par exemple, de l'air comprimé peut être emmagasiné pour ensuite actionner une turbine lorsque le vent fait défaut (Ibrahim *et al.*, 2010).

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'à court terme, le recours à une production d'électricité à partir d'éoliennes, du biométhane ou de moteurs diesels plus performants ne réduirait pas le nombre de réservoirs de stockage de carburant à la centrale thermique et le besoin en réservoirs de mazout dans les bâtiments.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que la possibilité de recourir à la géothermie pour le chauffage des bâtiments aux îles de la Madeleine devrait être réévaluée par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, en collaboration avec Hydro-Québec et le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, au regard de la balance des avantages (notamment l'élimination de réservoirs de mazout et le coût évité de production d'électricité) et des risques de fuite de fluide caloporteur sur la qualité des aquifères.*

-
1. NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. *Hour-by-Hour Cost Modeling of Optimized Central Wind-Based Water Electrolysis Production* [en ligne (29 juin 2013) : www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/webinarslides_wind_to_hydrogen_011713.pdf].
 2. La masse volumique de l'hydrogène liquide est 71 kg/m³ tandis que celle de l'essence est en moyenne de 730 kg/m³. Un litre d'essence contient donc 3,4 fois plus d'énergie qu'un litre d'hydrogène liquide (Source : page Web intitulée : V-18 – Sélection de la table des facteurs de correction du volume et des valeurs des masses volumiques normalisées pour certains produits courants [en ligne (le 30 septembre 2013) : www.ic.gc.ca/eic/site/mc-mc.nsf/fra/lm00105.html]).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis qu'Hydro-Québec devrait évaluer le potentiel des technologies émergentes permettant de stocker de l'énergie à des fins de production d'électricité qui sont respectueuses des aquifères, telle la production d'hydrogène, établir une veille technologique et envisager la réalisation de projets pilotes adaptés aux îles de la Madeleine.*

Les carburants dans les transports

Le transport terrestre et les déplacements en mer aux îles de la Madeleine nécessitent l'utilisation et le stockage de carburants fossiles, généralement dans des réservoirs souterrains ou hors sol. Tel qu'on l'a exposé au chapitre 4, cet entreposage pose alors un risque local de contamination des aquifères en cas de fuite accidentelle. Il en va de même avec le transport terrestre par camion et par pipeline du carburant pour remplir les réservoirs.

Le recours à des solutions de rechange en matière d'approvisionnement local en carburant ou en énergie pour le transport terrestre ou maritime peut avoir des effets tant positifs que négatifs sur les aquifères. Quelques possibilités sont brièvement examinées ici, soit la production d'hydrogène à partir de l'énergie éolienne, la propulsion éolienne des bateaux, la production de gaz naturel et, enfin, l'électrification des transports. Les biocarburants (méthanol, biodiesel) faits à partir de la biomasse, dont le maïs, la matière ligneuse ou les abats d'animaux ne sont pas abordés, faute de source d'approvisionnement local identifiable.

Comme mentionné au chapitre 4, environ une douzaine de stations-service d'essence sont en activité sur le territoire et des réservoirs de stockage de grande capacité sont présents, principalement sur l'île du Cap aux Meules pour assurer une réserve de carburant. La quantité exacte de carburants consommée n'a toutefois pu être établie par la commission.

Les sources de carburant de remplacement

L'hydrogène

Tel qu'on l'a vu à la section précédente, le potentiel éolien de l'archipel madelinot est considéré comme élevé et la fabrication d'hydrogène à partir d'éoliennes, si elle se révèle faisable, pourrait également servir de carburant pour alimenter des véhicules, soit directement dans un moteur à combustion interne, soit au moyen d'une pile à combustible¹. Des véhicules de démonstration alimentés par pile à hydrogène arrivent maintenant sur le marché en petit nombre². Leur coût est encore élevé par rapport à

1. INSTITUT DE RECHERCHE SUR L'HYDROGÈNE. *Compétences* [en ligne (11 juin 2013) : www.irhcan.com/accueil/competences.html].
2. « Hyundai produit le Tucson à hydrogène », *La Presse* [en ligne (11 juin 2013) : auto.lapresse.ca/actualites/hyundai/201303/08/01-4629223-hyundai-produit-le-tucson-a-hydrogene.php].

celui de leur équivalent conventionnel ou des véhicules hybrides électriques, puisque ceux-ci sont toujours à l'étape de la démonstration.

- ◆ *La commission d'enquête constate que l'utilisation de l'hydrogène, même partielle, dans les transports aux îles de la Madeleine pourrait contribuer à y diminuer l'utilisation et l'entreposage des combustibles fossiles liquides, réduisant ainsi les risques de contamination des aquifères. La technologie est toutefois au stade du développement et le coût des véhicules demeure élevé.*

Le vent

Un projet expérimental de navire de pêche équipé d'une voile d'appoint a récemment été appuyé financièrement par le ministère des Ressources naturelles¹, en Gaspésie. Ce projet, piloté par le Merinov (Centre d'innovation de l'aquaculture et des pêches du Québec) et le Centre collégial de transfert de technologie des pêches (CCTT des pêches), consiste à développer et à tester un dispositif de cerf-volant² conçu pour tracter un navire de pêche afin de réduire la puissance motrice nécessaire à sa propulsion. Une économie de carburant de 20 % est visée. Ainsi, une économie annuelle de 20 000 l pourrait être atteinte avec un navire consommant 100 000 l.

Le recours soutenu à une traction éolienne en appoint à une propulsion à moteur pour les navires de pêche des îles de la Madeleine contribuerait à réduire l'entreposage des hydrocarbures pétroliers sur les îles de la Madeleine. À ce stade, cette technologie n'a pas encore fait la démonstration de son efficacité sur les plans technique et économique.

- ◆ *La commission d'enquête souligne l'intérêt du projet expérimental du centre Merinov de tester une voile d'appoint sur un navire de pêche dans le golfe du Saint-Laurent dans le but de réduire sa consommation d'hydrocarbures pétroliers.*

Le gaz naturel et le biométhane

L'entreprise Gastem a mentionné, lors de sa présentation en audience publique, qu'un gisement exploitable de gaz naturel³ aux îles de la Madeleine pourrait

-
1. Communiqué de presse du ministre délégué aux Régions et ministre responsable de la région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine [en ligne (12 juin 2013) : communiqués.gouv.qc.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Mai2013/17/c8098.html].
 2. MERINOV. Photographie de la voile d'appoint [en ligne (12 juin 2013) : www.merinov.ca/fr/galerie-photos].
 3. Selon la Commission de la santé et de la sécurité au travail (CSST), le gaz naturel est un hydrocarbure non pétrolier. Il est susceptible d'exploser sous certaines conditions et est un asphyxiant simple qui n'est toutefois pas reconnu comme étant susceptible d'occasionner des problèmes de santé par contact ou ingestion. Sa présence éventuelle dans l'eau consommée ne poserait donc pas de problème de santé. Cette constatation est confirmée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (DB20). *Fiche sur le gaz naturel du Service du répertoire toxicologique de la CSST* [en ligne (11 juin 2013) : www.reptox.csst.qc.ca/Produit.asp?no_produit=83154&nom=Gaz+naturel].

éventuellement permettre une conversion de véhicules, voire de navires de pêche pour les alimenter au gaz naturel plutôt qu'à l'essence ou au diesel (DB7).

Du carburant pourrait également être produit à partir des matières résiduelles (déchets domestiques et résidus de transformation des produits de la mer). Plusieurs projets d'usines de biométhane sont d'ailleurs en développement au Québec, de sorte qu'une expertise technologique est en cours d'acquisition. À titre d'exemple, un projet¹ à Rivière-du-Loup prévoit produire quelque 3,5 millions de litres de biométhane liquéfié à partir d'un volume de matières putrescibles évalué à 25 700 t/année produites par une population de quelque 120 000 habitants. Sur une base comparable, soit la population des îles de la Madeleine, une usine locale pourrait donc produire quelques centaines de milliers de litres de gaz naturel liquéfié. Cette seule production locale ne pourrait bien entendu pas fournir une conversion importante au gaz naturel des moyens de transport.

Seule une conversion massive de véhicules et de bateaux à une alimentation au gaz naturel serait de nature à réduire la présence de réservoirs de carburant liquide sur le territoire des îles de la Madeleine. Gaz Métro expose d'ailleurs sur son site Web² que les véhicules routiers, notamment les véhicules lourds, peuvent utiliser le gaz naturel. Plusieurs fabricants proposent de tels véhicules lourds³ ou automobiles⁴. Pour les navires, une expertise québécoise est en cours d'acquisition, puisque la Société des traversiers du Québec⁵ est à faire l'acquisition de traversiers alimentés au gaz naturel liquide qu'elle utilisera dans l'estuaire du Saint-Laurent. Toutefois, comme on l'a vu précédemment, la disponibilité de la ressource n'a pas été démontrée et il n'y a pas d'évaluation de coûts pour la conversion des véhicules et des bateaux.

- ◆ *La commission d'enquête constate que l'utilisation du gaz naturel dans les transports pourrait contribuer à diminuer l'utilisation et l'entreposage des carburants fossiles liquides aux îles de la Madeleine, réduisant ainsi les risques de contamination de la nappe phréatique. La disponibilité d'une ressource en gaz naturel n'est toutefois pas établie pour les îles de la Madeleine.*

-
1. SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE MIXTE D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DE LA RÉGION DE RIVIÈRE-DU-LOUP [en ligne (27 juin 2013) : www.semer.ca/].
 2. GAZ MÉTRO SOLUTION TRANSPORTS. *Un carburant plus propre, moins cher* [en ligne (12 juin 2013) : www.gazmetro.com/carburant-propre.html] et *Le transport lourd au gaz naturel* [en ligne (12 juin 2013) : www.gazmetro.com/images/GMST_fr.pdf].
 3. EN ROUTE VERS LE GAZ NATUREL. *Acheter des véhicules* [en ligne (27 juin 2013) : www.gowithnaturalgas.ca/fr/getting-started/buying-vehicles/].
 4. NATURAL GAS VEHICULE GLOBAL. *Vehicule Types* [en ligne (27 juin 2013) : www.iangv.org/natural-gas-vehicles/vehicule-types/].
 5. LA SOCIÉTÉ DES TRAVERSIERS DU QUÉBEC [en ligne (27 juin 2013) : www.traversiers.com/fr/index.php].

L'électrification des transports

La diminution de la consommation de carburant par des véhicules électriques rechargeables serait marginale aux îles de la Madeleine, puisque l'efficacité thermodynamique des moteurs diesels de l'actuelle centrale thermique, qui est de 35 à 40 %, est similaire à celle des moteurs à essence ou diesel des véhicules automobiles (DB26). Ainsi, la centrale thermique actuelle ne favorise pas l'utilisation de véhicules électriques rechargeables sur l'archipel.

La pose d'un câble sous-marin de capacité suffisante pourrait par contre ouvrir la porte à une électrification des transports terrestres dans l'archipel. Avec un câble sous-marin, une pénétration importante de véhicules électriques entraînerait une baisse de la consommation de carburant et, de là, du besoin en stations-service et en réservoirs de carburant qui sont habituellement souterrains. Rappelons que cinq cas connus de contamination du sol, tous liés à des stations-service d'essence ou à l'entreposage de produits pétroliers sur le territoire madelinot, ont été rapportés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (DQ26.1).

Hydro-Québec expérimente actuellement la mise en place et l'utilisation d'une infrastructure de recharge¹ dans les régions de Montréal et de Québec, et le gouvernement du Québec offre de l'aide financière² aux particuliers qui acquièrent un véhicule électrique ou hybride rechargeable. Une cible gouvernementale énoncée au *Plan d'action 2011-2020 sur les véhicules électriques* du Québec souhaite qu'en 2020, 25 % des véhicules neufs vendus soient électriques ou hybrides rechargeables et qu'en 2030, le nombre de véhicules quadruple par rapport à celui de 2020 et dépasse 1,2 million d'unités. Il n'y a pas de données disponibles pour apprécier l'atteinte progressive de cette cible pour 2020 ou 2030 au Québec. Il n'est donc pas possible d'évaluer le nombre de véhicules électriques ou hybrides rechargeables qui seront sur le territoire des îles de la Madeleine en 2020 ou 2030.

- ◆ *La commission d'enquête constate que l'électrification des transports aux îles de la Madeleine pourrait contribuer à y diminuer l'utilisation et l'entreposage des combustibles fossiles liquides, réduisant ainsi les risques de contamination des aquifères. Les données sur le degré réaliste de pénétration de ces véhicules dans les prochaines années ne sont toutefois pas disponibles actuellement pour les îles de la Madeleine.*

1. HYDRO-QUÉBEC. *Infrastructure pour la recharge des véhicules* [en ligne (19 juillet 2013) : www.hydroquebec.com/electrification-transport/infrastructure.html].

2. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Québec roule à la puissance verte* [en ligne (19 juillet 2013) : www.vehiculeselectriques.gouv.qc.ca/index.asp].

L'avenir énergétique aux îles de la Madeleine

Les îles de la Madeleine ne sont pas les seules îles confrontées à la recherche de solutions pour favoriser leur pérennité en matière de gestion de l'eau, de l'énergie et des matériaux. Des participants à l'audience publique ont porté à l'attention de la commission d'enquête une initiative européenne nommée Cradle to Cradle Islands¹ appliquée à 22 îles de la mer du Nord. Elle est basée sur le principe du cycle de vie des produits, de leur fabrication à partir de ressources renouvelables et à leur recyclage dans le but de diminuer l'utilisation des sources fossiles d'énergie (*Cradle-to-Cradle*[®] *Concept*). Ce regroupement est intéressé à s'adjoindre des partenaires insulaires internationaux confrontés à des enjeux similaires et désirant développer une telle approche.

L'étude réalisée par la firme Dunsky dans le cadre de la démarche de stratégie énergétique territoriale de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a pris en compte un scénario² intégrant une production locale d'énergie à partir des éoliennes envisagées et d'une production de biocarburants à partir des matières résiduelles. L'étude conclut que ce scénario permettrait une baisse initiale de la consommation de mazout, mais ne ferait que stabiliser la consommation d'énergie primaire pour l'horizon de 2025.

Un deuxième scénario, avec raccordement de l'archipel au réseau électrique d'Hydro-Québec, contribuerait de son côté à une baisse marquée de la consommation de mazout de l'ordre de 90 %. Il réduirait de près de 50 % la consommation de produits pétroliers à l'horizon de 2025 par rapport à celle observée en 2011 et, de façon conséquente, les gaz à effet de serre.

Un troisième scénario, qui implique une importation de biomasse en provenance de la Gaspésie pour alimenter une unité de cogénération d'électricité et de vapeur ainsi que des chaudières destinées au chauffage des bâtiments, permettrait d'éliminer certains systèmes de chauffage à l'huile et de réduire de quelques points de pourcentage la consommation de produits pétroliers. La biomasse seule aurait toutefois un effet mitigé sur le bilan énergétique.

Enfin, l'étude a considéré l'introduction du gaz naturel pour la production d'électricité et du chauffage ainsi que pour la propulsion des traversiers desservant les îles de la Madeleine. Ce scénario contribuerait à réduire de 10 % la consommation d'énergie primaire à l'horizon de 2025 par rapport à 2011, une diminution principalement

1. CRADLE TO CRADLE ISLANDS (C2CI) [en ligne (12 juin 2013) : <http://c2cislands.org/>].

2. Le scénario prévoit également l'introduction du chauffage au propane.

attribuable à la mise en place d'une éventuelle centrale thermique (cogénération) opérant avec une efficacité énergétique de 62 %, plutôt qu'à 40 % avec la centrale actuelle. Le scénario au gaz naturel prévoit une réduction de la consommation de mazout du même ordre que celle à prévoir avec le raccordement au réseau d'Hydro-Québec, mais pas en ce qui a trait aux émissions de gaz à effet de serre (Dunsky, 2013).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine, en collaboration avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs et Hydro-Québec, devrait prendre contact avec l'initiative Cradle to Cradle Islands pour établir un partenariat qui pourrait mener à des solutions novatrices basées sur l'expérience et l'expertise des îles participant à cette initiative. Le Fonds vert, administré par le Ministère, pourrait financer un programme pour étudier l'introduction de solutions énergétiques de remplacement.*

Chapitre 6

Des considérations d'ordre légal pour la protection de la nappe phréatique

Le présent chapitre traite de certains aspects liés aux obligations légales des entreprises œuvrant dans le secteur des ressources naturelles pour mettre en place des mesures de prévention au regard de la protection des aquifères ainsi que des mesures d'intervention en cas de menace imminente sur la qualité de ceux-ci. Mais, tout d'abord, la commission d'enquête a fait quelques recherches et a relevé certains cas qu'elle juge intéressants et qui pourraient servir éventuellement de référence à un cadre de gestion de la nappe phréatique aux îles de la Madeleine.

La protection de la nappe phréatique hors Québec

Une étude réalisée pour le compte du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs a servi de référence technique pour l'élaboration du projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection en ce qui a trait aux eaux de surface (École Polytechnique de Montréal, 2011).

Bien que le document de l'École Polytechnique de Montréal traite principalement de l'eau de surface, certains exemples prennent en compte les aquifères, notamment en Ontario et dans certains États américains, dont la réglementation s'intéresse aux interactions entre l'eau de surface et l'eau souterraine (*ibid.*, p. 48 à 55). À noter que, pour les prises d'eau importantes, les approches citées traitent des menaces microbiologiques, chimiques et physiques situées en amont et susceptibles d'altérer la qualité de l'eau, peu importe leur distance par rapport à la prise d'eau.

Ainsi, deux cas liés à l'eau souterraine sont examinés plus spécifiquement dans la présente section, soit celui de la moraine d'Oak Ridges, en Ontario, et de l'eau souterraine au Texas.

La moraine d'Oak Ridges

La moraine d'Oak Ridges est l'une des importantes formes de relief de l'Ontario. Cette crête de forme irrégulière, composée d'un mélange de silt, de sable et de gravier d'origine glaciaire, mesure 160 km et s'étend de la rivière Trent, à l'est,

jusqu'à l'escarpement du Niagara, à l'ouest. Elle est située au nord du lac Ontario et parallèlement à celui-ci. La moraine donne à la région du Grand Toronto sa forme et sa structure actuelles et remplit des fonctions écologiques, dont l'alimentation en eau potable. Une loi¹ spécifique à la moraine a été adoptée par l'Ontario pour la délimiter et instituer le *Plan de conservation de la moraine d'Oak Ridges*. Ce plan a été élaboré afin de guider et de diriger l'aménagement et l'utilisation des 190 000 ha de terres et de masses d'eau sur le territoire de la moraine (Ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario, 2002).

Le plan divise la moraine selon quatre affectations : zones centrales naturelles (38 %), liens physiques naturels (25 %), zones de campagne (30 %) et zones de peuplement (8 %).

Dans les zones centrales naturelles, la conservation est priorisée et seules des activités de villégiature et résidentielles de faible densité sont acceptées. Aucune exploitation industrielle, commerciale ou institutionnelle intensive n'y est autorisée. Dans les liens physiques naturels et dans les zones de campagne, les mêmes restrictions s'appliquent, mais des activités d'extraction d'agrégats et des activités industrielles ou commerciales de plus grande envergure sont possibles. Les nouvelles voies ou installations de transport et de services publics dans les zones centrales naturelles et les liens physiques naturels ne sont permises que si l'on peut démontrer qu'elles sont essentielles et qu'il n'existe aucune autre solution réalisable. Il est à noter que depuis octobre 2009, la *Loi sur les mines* de l'Ontario (L.R.O., 1990, c. M.-14) a été modifiée afin que les droits miniers dans le sud de l'Ontario soient réputés soustraits à la prospection, au jalonnement, à la vente et à la location à bail, à moins que le propriétaire du terrain en fasse la demande au ministre responsable (a. 35.1, paragraphes 2 et 5).

La moraine d'Oak Ridges est ainsi gérée par une approche écosystémique, selon une vision intégrée, où les activités humaines doivent alors être subordonnées aux fonctions écologiques.

L'eau souterraine au Texas

Au Texas, 79 % de la population s'approvisionne en eau souterraine, laquelle fournit 60 % de l'eau consommée. L'eau souterraine est principalement puisée dans une trentaine d'aquifères dont 9 sont considérés comme majeurs et 21, comme mineurs. Faute d'une vision d'ensemble pour le futur, une pénurie générale est anticipée avec l'accroissement prévisible de la population et la poursuite de l'irrigation à des fins

1. *Loi visant à conserver la moraine d'Oak Ridges en prévoyant l'établissement du Plan de conservation de la moraine d'Oak Ridges* (L.O., 2001, c. 31).

agricoles. L'État a évalué en 2012 qu'il faudra consentir 53 milliards de dollars US au cours des 50 prochaines années pour assurer un approvisionnement suffisant dans la région. Le plan d'action, qui est rattaché à ces investissements, est basé sur trois moyens : la gestion efficiente des ressources existantes (conservation), la recherche de nouvelles sources (notamment par la réutilisation, la restauration et la désalinisation) et l'utilisation maximale du potentiel des sources existantes à des fins de stockage (Texas Water Development Board, 2012).

Étant donné l'importance de l'approvisionnement en eau souterraine dans un État semi-désertique comme le Texas, une gestion d'ensemble, par district aquifère (*Groundwater Conservation Districts*), a été mise en place dès 1949 afin de favoriser une utilisation équitable et durable de la ressource, même si les utilisateurs en sont souvent les propriétaires en vertu du droit foncier en vigueur dans cet État. Les districts sont les seuls responsables de la gestion de la quantité d'eau souterraine qui peut être puisée et des personnes autorisées à en puiser, mais ils doivent décider en conformité avec le plan de gestion de l'État.

À titre d'exemple, l'aquifère Edwards dispose d'un organisme de gestion et de protection (Edwards Aquifer Authority) doté de sa loi propre¹. L'organisme a le mandat de gérer et de protéger l'eau souterraine qui alimente deux millions de personnes. Par exemple, il dispose d'un plan de gestion qui impose aux utilisateurs municipaux et industriels l'obligation de produire un plan de conservation de l'eau. L'organisme a également un plan de conservation des habitats naturels pour les espèces menacées ou vulnérables, axé sur le partage de l'eau entre les humains et le milieu naturel au moment de sécheresses prolongées. Les pouvoirs de l'organisme s'étendent aussi à la surface du sol, puisque celle-ci assure la recharge de l'aquifère.

Cette façon de gérer l'eau souterraine est soulignée par l'UQAR : « [...] tout comme pour la gestion des eaux de surface selon l'approche des bassins versants, l'idée émerge de considérer et de gérer les aquifères en termes de bassins hydrogéologiques avec des caractéristiques géologiques » (PR3, p. 163).

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'un aquifère peut être géré et protégé en tant que ressource, de façon similaire à un bassin versant, par la mise en application de plans de gestion et de conservation administrés par un organisme attitré.*

1. EDWARDS AQUIFER AUTHORITY. *Legislation & Rules* [en ligne (3 juillet 2013) : www.eaadevelopment.com/ea/forms/10].

La sécurité civile et les obligations des entreprises

La protection des personnes et des biens en cas de sinistre

La protection des personnes et des biens en cas de sinistre est encadrée par la *Loi sur la sécurité civile* (R.L.R.Q., c. S-2.3) entrée en vigueur en 2001. La Loi prévoit, à son article 8, que toute personne dont les activités ou les biens génèrent un risque de sinistre majeur est tenue de déclarer ce risque. La déclaration doit également faire état des mesures prises et des autres moyens dont la personne dispose pour réduire la probabilité et les conséquences d'un sinistre majeur. Dans le cas présent, la déclaration doit être faite à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine.

Les activités et les biens générateurs de risque de sinistre majeur au sens de cette loi doivent être définis par un règlement du gouvernement, comme le prévoit le 3^e alinéa de l'article 8. Ce règlement n'est pas adopté à ce jour. Toutefois, le ministre de la Sécurité publique a déclaré dans les médias que le gouvernement du Québec présenterait un projet de règlement au début de 2014. Entre-temps, les entreprises demeurent tenues d'établir et de maintenir une procédure de surveillance et d'alerte des autorités, ce qu'il est convenu d'appeler un « plan de mesures d'urgence ».

Mines Seleine et Hydro-Québec ont indiqué en audience publique avoir arrimé leurs plans de mesures d'urgence avec celui de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine en cas de déversement de produits chimiques susceptibles d'atteindre la nappe phréatique (M^{me} Caroline Richard et M. Mark Joncas, DT1, p. 107 et 108). De son côté, Gastem a indiqué qu'elle se doterait d'un plan de mesures d'urgence et qu'elle prévoirait des mesures de prévention de déversement de produits chimiques pendant ses opérations de forage. Aucun détail n'est disponible actuellement sur ce plan, puisque l'entreprise n'a pas encore déterminé l'endroit exact du forage ni fait de demande de permis de forage au ministère des Ressources naturelles (M. Raymond Savoie, DT2, p. 45 et 46 ; M. Frédéric Dubé, DT2, p. 47).

Suivant l'article 10 de la *Loi sur la sécurité civile*, les déclarations de risque faites en application d'autres lois tiennent lieu de la déclaration prévue à cette loi pourvu qu'elles soient communiquées à la Municipalité et qu'elles répondent aux exigences de cette loi. En application de l'article 11 de cette loi, l'autorité qui a reçu la déclaration de risque doit en transmettre copie aux municipalités locales dont le territoire est exposé au risque, aux autorités régionales concernées et aux autorités responsables de la sécurité civile.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs a précisé en audience publique que, lorsqu'une personne fait une demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* dans le but de réaliser une activité, elle a l'obligation de fournir un plan de mesures d'urgence élaboré en collaboration avec la municipalité locale. Ce plan doit indiquer les risques et prévoir des moyens d'intervention en cas de risque majeur. La demande doit également indiquer les mesures prises pour que l'entreposage et l'utilisation des matières dangereuses soient faits en conformité avec les exigences du *Règlement sur les matières dangereuses* (R.L.R.Q., c. Q-2, r. 32) (M. Pierre Michon, DT5, p. 6). Les plans de mesures d'urgence détenus par le Ministère ne semblent toutefois pas être systématiquement entre les mains de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine (DQ22.1).

Comme présenté au chapitre 5, un certificat d'autorisation n'est pas requis pour procéder à un forage pétrolier ou gazier en milieu terrestre qui n'est pas réalisé dans un schiste et qui ne prévoit pas de stimulation du puits par fracturation hydraulique. La demande de permis est faite au ministère des Ressources naturelles uniquement. Or, le Ministère n'exige pas le dépôt du plan de mesures d'urgence et s'en remet plutôt à l'obligation du demandeur d'en remettre un exemplaire aux autorités municipales (DQ21.1).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que toute entreprise utilisant ou transportant des produits chimiques à des fins industrielles devrait communiquer à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine la liste détaillée et à jour de ces produits chimiques, y compris leur quantité, et indiquer les mesures prises pour réduire la probabilité ou les conséquences d'une émission de polluants vers la nappe phréatique.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait transmettre à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine un exemplaire des plans de mesures d'urgence que lui ont fourni les personnes pour qui un certificat d'autorisation a été délivré.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que toute demande de permis de forage d'exploration ou d'exploitation pétrolière, gazière et minière aux îles de la Madeleine soumise au ministère des Ressources naturelles devrait être accompagnée d'un plan de mesures d'urgence qui prendrait en compte la gestion des matières dangereuses. L'activité devrait être évaluée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs au regard de l'application du Règlement sur les matières dangereuses.*

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère des Ressources naturelles devrait transmettre à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine un exemplaire du plan de mesures d'urgence que lui a fourni la personne pour qui un permis a été délivré.*

Le plan de sécurité civile de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine

En application des articles 16 et 39 de la *Loi sur la sécurité civile*, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine doit établir un schéma de sécurité civile et un plan de sécurité civile. Le schéma de sécurité civile fait état de la nature des risques de sinistre majeur. Il fait état également des mesures de protection existantes ainsi que des ressources dont les autorités locales ou régionales et les autorités responsables de la sécurité civile disposent. Pour chaque risque ou chaque catégorie de risques inventoriés, il établit la vulnérabilité des municipalités locales. Il détermine ensuite, dans le but de réduire les vulnérabilités, des objectifs de protection qui tiennent compte des mesures et des ressources disponibles. Le plan de sécurité civile présente l'organisation des opérations de prévention, de préparation, d'intervention ou de rétablissement ressortissant aux actions prévues par le schéma de sécurité civile.

L'article 194 de la *Loi sur la sécurité civile* lie les procédures d'alerte et de mobilisation que doit contenir le plan de sécurité civile au sinistre que peut déterminer le ministre par règlement. Un tel règlement n'est pas adopté à ce jour. La Municipalité a toutefois son plan de sécurité civile.

Le plan de sécurité civile vise à assurer la sécurité et l'intégrité physique des personnes et à réduire les dommages aux biens par une utilisation optimale des ressources humaines et matérielles de la Municipalité, des ministères et organismes du gouvernement et des entreprises. Il vise à permettre aux intervenants de réagir, d'informer la population sur l'évolution de la situation ainsi que sur les mesures individuelles à appliquer et, enfin, à rassurer la population (DB12, p. 6). Ce plan intègre la Municipalité de Grosse-Île, qui a son propre plan de mesures d'urgence, et tient compte de la présence de Mines Seleine (DQ23.1). Le plan de sécurité civile identifie les principales sources de risques présentes dans l'archipel, mais ne fournit pas de détails sur chacun.

En cas de sinistre majeur susceptible de porter atteinte à la nappe phréatique, le plan de sécurité civile précise que la Municipalité fera appel, si nécessaire, au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs :

Lors d'un accident d'ordre technologique¹, la responsabilité de prendre les mesures d'urgence incombe entièrement au responsable (ou aux responsables) de cet accident. Si le ou les responsables refusent ou ne peuvent honorer leur responsabilité, Environnement Québec assumera les responsabilités et exigera le remboursement des frais encourus aux responsables.

(DB12, p. 29)

Le plan de sécurité civile prévoit que le Ministère assiste la Municipalité (*ibid.*) :

- en lui fournissant l'aide technique lors d'urgences environnementales ;
- pour l'administration des programmes d'aide financière au moment d'interventions d'urgence ;
- lors de la conclusion d'ententes avec d'autres organismes pour faciliter les interventions au moment de situations d'urgence ;
- pour la prévention des désastres par des programmes de surveillance ;
- pour contrôler, atténuer ou corriger les effets des désastres sur la qualité de l'eau, de l'air et du sol ;
- pour réduire les effets des désastres sur les populations humaines et sur les biens.

À cet égard, l'équipe d'intervention d'Urgence-Environnement du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs peut être jointe en tout temps. Comme il est spécifié dans son site Web², celle-ci intervient, si nécessaire, en soutien aux municipalités, puisque ces dernières sont responsables des interventions d'urgence sur leur territoire. Par ailleurs, le Ministère précise qu'en situation de déversement de contaminant, toutes les entreprises sont tenues par l'article 20 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* d'aviser sans délai Urgence-Environnement et de prendre les mesures nécessaires pour contenir ce déversement et retirer les contaminants, conformément au principe pollueur payeur. En situation d'urgence environnementale majeure, c'est toutefois le ministère de la Sécurité publique qui coordonne les interventions plutôt que les municipalités (DB46, p. 1 et 2).

-
1. Le plan définit ainsi un accident technologique : situation où les individus ou la collectivité sont responsables soit par négligence, par omission ou par fausse manœuvre. Les principaux cas sont les déversements et les fuites de produits dangereux, les accidents routiers, ferroviaires et maritimes (p. 29).
 2. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Urgence-Environnement* [en ligne (13 juin 2013) : www.mddep.gouv.qc.ca/ministere/rejoindr/urgence.htm].

- ◆ *La commission d'enquête note que la Loi sur la sécurité civile met l'accent non seulement sur le développement d'une capacité d'intervention en cas de sinistres, mais également sur leur prévention ainsi que sur la réduction de leurs effets.*
- ◆ *La commission d'enquête constate qu'il existe des mécanismes d'intervention coordonnés par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine en cas de déversement accidentel de polluants susceptibles de porter atteinte à la qualité des aquifères. Les entreprises ont l'obligation de signaler tout déversement à la Municipalité ainsi qu'au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, tout en prenant les mesures nécessaires pour contenir et corriger les effets du déversement.*

La responsabilité civile et statutaire des entreprises

Le troisième chapitre (articles 1457 à 1481) du *Code civil du Québec* fixe les règles et obligations des entreprises. Ainsi, toute entreprise est responsable du préjudice qu'elle cause à autrui et est tenue de réparer ce préjudice, qu'il soit corporel, moral ou matériel. Elle a également le devoir d'honorer les engagements qu'elle a contractés et est responsable des préjudices qu'un bien dont elle a la responsabilité peut causer, même si cela provient du fait autonome de celui-ci.

Les sections II et III de la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection* (R.L.R.Q., c. C-6.2) viennent confirmer ces obligations en matière de prévention et de protection de l'eau en y affirmant les principes d'utilisateur-payeur, de prévention et de réparation. En vertu de cette Loi, le responsable d'une contamination de la ressource en eau sera tenu de la remettre à l'état initial ou dans un état s'en rapprochant, ou bien de réparer la situation par des mesures compensatoires ou par le versement d'une indemnité, de type forfaitaire ou autre.

Des participants à l'audience publique ont soulevé le fait que l'assurance de responsabilité civile exigée pour un forage n'était fixée qu'à un million de dollars (article 17 du *Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains*), de même que la garantie d'exécution maximale d'un million de dollars versée au ministère des Ressources naturelles par le responsable du forage. Ils ont également exposé le fait que ces exigences n'étaient en vigueur que jusqu'à la fermeture définitive du puits et que si un problème survenait par la suite, c'est le gouvernement du Québec qui aurait à prendre en charge la situation. Une fois qu'un puits a été fermé de façon définitive en vertu du Règlement, la responsabilité de ce puits incombe alors au ministère des Ressources naturelles. Une modernisation de la *Loi sur les mines* en ce qui a trait à l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures est prévue, sans toutefois qu'il n'y ait d'échéancier et que des précisions quant au

contenu de la future loi ne soient disponibles afin de savoir si des modifications seront faites à cet égard (DB49 ; M. Jean-Yves Laliberté, DT2, p. 87 et 88 ; BAPE, rapport n° 273 ; M. Frédéric Dubé, DT2, p. 48 ; DT5, p. 15, 16 et 33). Un montant maximal d'un million de dollars paraît en effet faible au regard des coûts environnementaux qui ont dû être assumés et qui ont été publicisés ces dernières années au Québec ou à l'étranger à la suite de déversements de contaminants. De même, la garantie d'exécution pour fermer et réaménager un site de forage contaminé pourrait également être insuffisante en cas de situation complexe.

Avec le projet de loi numéro 43 sur les mines ainsi que des modifications récentes au *Règlement sur les substances minérales autres que le pétrole, le gaz naturel et la saumure* (R.L.R.Q., c. M-13.1, r. 2), le plan de restauration pour la fermeture d'une mine doit maintenant inclure tous les éléments du projet minier, y compris les aires d'accumulation, les infrastructures, et la garantie doit couvrir tous les coûts prévisibles de la restauration du site (M. Roch Gaudreau, DT4, p. 84 et 85). Cette garantie s'applique aussi bien pour les travaux d'exploration minière que pour l'exploitation d'un gisement. Toutefois, aucune exigence relative à une assurance de responsabilité civile n'est prévue au projet de loi (DQ19.1).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le ministère des Ressources naturelles devrait actualiser les aspects de responsabilité civile actuellement stipulés au Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains afin qu'une entreprise d'exploration ou d'exploitation pétrolière ou gazière ait les moyens financiers pour pallier un déversement de matières dangereuses susceptibles de contaminer un aquifère. La réglementation sur les mines devrait prévoir la même chose en cas de contamination.*

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête estime que la garantie financière pour les travaux de fermeture et de restauration d'un lieu de forage pétrolier ou gazier devrait être revue de façon à couvrir tous les coûts prévisibles de fermeture et de restauration, sans fixer un plafond.*

À long terme, après la fermeture d'un lieu de forage minier, pétrolier ou gazier, il est possible que certains problèmes d'ordres divers surgissent. Un participant a montré en audience publique des photographies de têtes de puits de forage miniers faits dans les années 1970 par SOQUEM, qui font saillie en divers endroits sur les îles de la Madeleine (M. Paul Hébert, DM1). Ces saillies constituent un risque de blessures pour des personnes circulant à proximité.

Par ailleurs, les médias ont rapporté la présence d'hydrocarbures pétroliers en surface, possiblement des résidus d'huile lubrifiante, tout près de certaines têtes de puits de forage de SOQUEM situées sur l'île du Havre Aubert. Comme ces forages

ont souvent été pratiqués dans des secteurs servant à l'alimentation en eau potable à partir de puits municipaux et de puits de particuliers sur les îles du Havre Aubert, du Cap aux Meules et de Grosse Île, la présence éventuelle de ces résidus d'huile à ces endroits peut donc poser un risque de contamination pour des puits (DQ41.1).

En 2011, le rapport du BAPE sur le développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec a mentionné que, dans plusieurs législations nord-américaines, le propriétaire d'un lieu de forage demeure responsable des risques après la fermeture des puits et que les entreprises doivent contribuer à un fonds servant à gérer des lieux devenus orphelins (BAPE, rapport n° 273, p. 214 à 216).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que la Loi sur les mines devrait être amendée de façon à ce qu'une entreprise demeure responsable à perpétuité pour toute contamination du sol et de l'eau souterraine.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que la création d'un fonds financé par l'industrie est pertinente selon les principes de développement durable, équité et solidarité sociales, et pollueur payeur. Ce fonds couvrirait les coûts de restauration de lieux touchés par les travaux d'exploration et d'exploitation des ressources naturelles réalisés par un propriétaire insolvable ou qui n'est plus en activité et faisant face à long terme à des problèmes de contamination des terrains ou de l'eau.*

Au-delà de la responsabilité civile, il existe au Québec, depuis 2010, une approche développée par le Bureau de normalisation du Québec appelée *Approche BNQ 21000* inspirée de la norme ISO 26000 sur la responsabilité sociétale des entreprises. L'objectif premier de l'approche vise à ce que les entreprises prennent en compte les seize principes de la *Loi sur le développement durable*, notamment en matière d'engagement social. D'ailleurs, l'approche encourage les entreprises à faire participer les parties prenantes¹ à leurs activités en vertu du principe participation et engagement. Il s'agit alors pour les entreprises de faire preuve d'empathie afin de comprendre les préoccupations et les attentes des parties prenantes, de communiquer une information juste, pertinente et suffisante et, enfin, de tenir compte de ces parties dans la prise de décision (BNQ, 2011).

Dans le même ordre d'idées, le rapport du BAPE sur le développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec indiquait que le ministère des Ressources naturelles envisageait, avec la future loi sur les hydrocarbures, d'obliger, plutôt que d'inciter, comme cela est le cas présentement, les entreprises d'exploration

1. Les parties prenantes proviennent d'horizons divers et comprennent, notamment, les collectivités locales, les voisins et les groupes d'intérêt.

pétrolières et gazières à consulter et à informer les collectivités locales (BAPE, rapport n° 273, p. 231).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête considère que la consultation publique des collectivités locales, en lien avec l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles, est essentielle en vertu du principe de développement durable participation et engagement et qu'elle devrait intervenir dès les premières phases d'activité.*

Un renforcement de la protection de la ressource en eau

Le présent chapitre propose un cadre pour renforcer la protection des aquifères des îles de la Madeleine au regard de l'exploration et de l'exploitation des ressources naturelles. Ce cadre doit toutefois être mis en perspective avec l'occupation actuelle du territoire et les activités humaines dans leur ensemble, telles que l'entreposage et l'utilisation des hydrocarbures pétroliers et des autres substances chimiques ou organiques pouvant poser un risque pour la pérennité de la ressource en eau.

Le chapitre est divisé en trois sections. La première fait état de considérations d'ordre social liées à la spécificité des îles de la Madeleine comme petit espace insulaire, tandis que les deux suivantes proposent des moyens pour mieux protéger les aquifères et exposent le besoin en acquisition de connaissances scientifiques.

Des considérations sociales

Les spécificités et les vulnérabilités des petits espaces insulaires

Les spécialistes parlent des petits espaces insulaires comme étant « des terres entourées d'eau de tous côtés, d'un seul tenant, dont la superficie est inférieure à 11 000 km² et la population inférieure à 1,5 million d'habitants » (Taglioni, 2006, p. 668). Selon cette définition, le territoire des îles de la Madeleine est bien considéré comme un petit espace insulaire.

Les spécificités des espaces insulaires

La notion d'insularité a été caractérisée au cours des siècles par le sentiment que ressentait la population d'habiter un territoire clos (Péron, 2005, p. 422 à 426). Elle est encore considérée comme un état d'esprit aussi bien que comme une réalité physique, l'île étant une terre isolée par rapport au continent (Tita, 2009, p. 32).

Sous des conditions naturelles identiques, toutes les îles ne disposent pas d'un niveau d'insularité comparable. Certaines peuvent avoir un caractère très insulaire,

alors que d'autres connaissent un développement ressemblant à celui du continent (Agence européenne de statistiques, 2003, p. 21 ; Bertrand, 2010).

Néanmoins, bien que la majorité des îles ne soient pas *a priori* recluses et isolées du reste du monde, l'isolement physique et leur petite taille génèrent bien souvent certaines spécificités. La littérature au sujet des petits espaces insulaires énonce diverses spécificités géographiques, historiques, sociales et économiques propres à ces milieux (Agence européenne de statistiques, 2003, p. 25 ; Angeon, 2008). À noter cependant que chaque île étant unique, ces spécificités ne s'y retrouvent pas forcément et peuvent également y être présentes à différents niveaux et à différents moments :

- le coût élevé des transports et des communications et la forte dépendance par rapport à des infrastructures et des systèmes de fourniture de services qui sont souvent déficients ;
- l'approvisionnement limité en eau et en électricité ;
- l'importation de l'énergie et des matières de base ;
- l'accès malaisé aux prestations d'éducation, de santé, d'information, de communication, d'actualité, de loisirs, d'administration, etc. ;
- l'apparition de problèmes environnementaux, tels que la pollution de la mer ou des côtes ou encore celle qui découle du traitement de déchets solides et liquides, l'érosion et la désertification des rivages et, plus généralement, des sols ou encore l'épuisement, la salinisation ou la contamination des nappes phréatiques ;
- la petitesse du territoire qui limite le développement des infrastructures et l'occupation du territoire ;
- le manque de terrains pouvant être mis en valeur, ainsi que l'exploitation excessive ou insuffisante des sites touristiques ;
- la pénurie de main-d'œuvre spécialisée ;
- la difficulté de maintenir une population suffisante pour répondre aux défis de la diversification du tissu économique local, de la saisonnalité des métiers et de la stimulation de nouvelles activités productives ;
- la fragilité de l'écosystème et la vulnérabilité aux catastrophes naturelles.

Les vulnérabilités des espaces insulaires

Ces spécificités font ressortir diverses vulnérabilités, que ce soit d'un point de vue social, économique ou encore environnemental. Selon Briguglio (2003), la vulnérabilité désigne la probabilité d'exposition d'un milieu à des chocs externes imprévus et difficilement contrôlables, dont les effets sur le bien-être et la croissance sont négatifs. De façon générale, les îles sont plus susceptibles d'être exposées à des menaces externes et en dehors de leur contrôle que les continents (Angeon, 2008 ; Briguglio, 2003, p. 2).

La vulnérabilité environnementale peut être, pour certains petits espaces insulaires, plus grande que sur le continent. La fragilité intrinsèque des écosystèmes est une des caractéristiques majeures de ces petits milieux. Les aléas naturels et climatiques peuvent avoir de très grands impacts sur les territoires insulaires. Étant entourées d'eau, les îles sont plus fortement exposées aux effets des vents, des vagues et des marées. Ces territoires sont, de plus, particulièrement vulnérables aux effets attendus des changements climatiques, y compris l'élévation du niveau de la mer et les événements météorologiques extrêmes, tels que des cyclones et des inondations. D'autres activités, telles que la gestion des matières résiduelles et l'exploitation des ressources naturelles, engendrent également des pressions environnementales sur les territoires insulaires. Le manque d'espace sur le territoire, les possibilités limitées de réinstaller les populations touchées ou encore les ressources premières souvent limitées exacerbent d'autant cette vulnérabilité environnementale (Angeon, 2008 ; Briguglio, 2003, p. 3 ; Bertrand, 2010).

Ainsi, comme pour la majorité des petits espaces insulaires, les menaces environnementales qui pèsent sur le territoire des îles de la Madeleine sont nombreuses, rendant cet archipel plus vulnérable que la majeure partie du Québec. Au nombre des préoccupations qui représentent pour les Madelinots des défis actuels et communs, se retrouvent notamment, et comme présenté dans les chapitres précédents, la protection de l'eau potable, la régénération du couvert forestier, la gestion des matières résiduelles, les impacts potentiels attribués aux changements climatiques, de même que l'érosion des berges (Tita, 2009, p. 34). À celles-ci s'ajoutent évidemment celles reliées à l'exploration et à l'exploitation des ressources naturelles, dont les hydrocarbures.

- ◆ *La commission d'enquête constate que les caractéristiques insulaires du territoire des îles de la Madeleine le rendent plus vulnérable que la plupart des communautés du reste du Québec, et ce, des points de vue économique, social et environnemental.*

Les mécanismes pour contrer les vulnérabilités

Du fait d'un écosystème par définition fragile en raison de l'isolement physique, d'une petite taille et d'une plus grande sensibilité aux risques naturels et climatiques, les questions liées à la gestion des problèmes environnementaux paraissent essentielles en milieu insulaire. Diverses instances représentatives des petits espaces insulaires s'accordent à dire que la meilleure façon d'atténuer les effets de la vulnérabilité consiste à mettre en place des stratégies de résilience¹ (Angeon, 2008).

Une de ces stratégies réside dans l'établissement, le maintien et l'expansion d'une cohésion sociale. D'après les études, il semble exister, au sein des petits espaces insulaires, une plus grande cohésion sociale. « Les îles habitées de petite dimension sont souvent présentées comme des terreaux fertiles de relations sociales. Ces espaces géographiques se caractérisent généralement par une forte identité locale (populations culturellement homogènes, histoire commune, sentiments d'appropriation et d'appartenance, constitution d'un collectif, etc.) concourant à un degré élevé de cohésion sociale. Cette proximité physique tend à faciliter les rencontres entre acteurs » (*ibid.*). Les avantages de cette cohésion sociale sont nombreux : sentiment de confiance et transparence dans les relations, meilleure capacité des acteurs à collecter, diffuser et partager l'information, action collective facilitée et renforcée par la mise en commun de ressources (*ibid.*). Comme le territoire est souvent exigu et relativement bien délimité, entretenir de bons liens sociaux est presque une nécessité, car les conséquences de conflits ouverts sur la famille, le voisinage et, à la limite, la communauté pourraient être désastreuses (Tita, 2009, p. 33). Les espaces insulaires sont donc reconnus comme des lieux où les individus sont conduits à privilégier la force du lien social de façon à harmoniser les actions et, ainsi, à mieux réagir aux menaces externes.

Une étude menée par l'Agence de la santé et des services sociaux de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine sur l'état de santé et de bien-être de la population des îles de la Madeleine révèle que 82 % de la population régionale a un fort sentiment d'appartenance à sa communauté locale comparativement au reste du Québec, où ce sentiment atteint 58 % de la population (Dubé *et al.*, 2011, p. 27). Le sentiment d'appartenance peut se définir comme étant l'attachement que ressent un individu à l'égard d'un pays, d'une région, d'une collectivité ou de tout autre groupe ou institution. Ce sentiment peut influencer l'identité des gens et l'intensité de leur participation à la société. En général, plus un individu développe un fort sentiment d'appartenance à un groupe ou un territoire, plus il a tendance à en adopter les

1. La *résilience* désigne la capacité d'un système atteint à retrouver un équilibre stable après un choc initial.

valeurs, les normes et les règles de conduite, contribuant ainsi au mieux-être des individus et de leur collectivité¹ (Boucher et Morose, 1990, p. 417).

Une seconde stratégie de résilience consiste à mettre en place des outils et des pratiques d'aménagement et de développement durables du territoire, visant notamment à utiliser les dynamiques sociales propres aux milieux insulaires. Un outil d'aménagement relativement récent est la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) apparue dans les années 1970 (Convention de Ramsar), puis promue lors des Sommets de la Terre (Rio en 1992, Johannesburg en 2002). Cet outil invite à une gestion raisonnée des espaces côtiers qui tient compte de l'ensemble des facteurs, dont les facteurs humains, agissant ou interagissant sur le milieu. Celle-ci est « un processus dynamique qui réunit gouvernement et société, science et décideur, intérêts publics et privés en vue de la préparation et de l'exécution d'un plan de protection et de développement des systèmes et ressources côtières » (Angeon, 2008). Une étude réalisée pour le compte du ministère de l'Environnement de la Polynésie française conclut que « les plans d'aménagement du territoire, [...] constituent des outils appropriés pour se préparer aux nouvelles contraintes, mais leur champ d'action reste parfois limité » (Bertrand, 2010). Ainsi, malgré les forces de la concertation entre les différents acteurs pour développer des outils basés sur une vision intégrée, ces outils d'aménagement du territoire ont des portées souvent limitées quant à leur reconnaissance légale et leur réel pouvoir d'action.

Aux îles de la Madeleine, divers outils et pratiques d'aménagement et de développement durable du territoire sont en place. Comme pour toutes les municipalités régionales de comté (MRC) du Québec, l'agglomération des Îles-de-la-Madeleine possède son propre schéma d'aménagement et de développement (SAD). Cet outil de planification et d'organisation territoriale établit les lignes directrices de l'organisation physique du territoire de manière à faire ressortir une vision régionale du développement durable². Un autre outil est le *Plan directeur de gestion de l'eau potable* élaboré par la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine pour gérer l'approvisionnement en eau potable à partir des réseaux de distribution de l'archipel (DB6). Le conseil d'agglomération a également mis en place, en 2004, une table de concertation sur les hydrocarbures regroupant l'ensemble des acteurs socioéconomiques du milieu en vue de favoriser la circulation de l'information et le réseautage de même que l'élaboration de positions consensuelles sur les enjeux et le

-
1. EMPLOI ET DÉVELOPPEMENT SOCIAL CANADA. *Participation sociale – Sentiment d'appartenance* [en ligne (8 août 2013) : www4.rhdcc.gc.ca/.3ndic.1t.4r@-fra.jsp?iid=71].
 2. MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE DU QUÉBEC. *Schéma d'aménagement et de développement* [en ligne (13 août 2013) : www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/planification/schema-damenagement-et-de-developpement/].

développement liés aux hydrocarbures (DM23, p. 4). En outre, les gouvernements du Québec et du Canada collaborent à mettre en œuvre une gestion intégrée du Saint-Laurent (GISL)¹. Cette initiative de concertation, visant une meilleure coordination des actions de protection et d'utilisation des ressources du Saint-Laurent, se concrétisera par la mise en place progressive de douze tables de concertation régionales le long du fleuve Saint-Laurent dont la gestion sera assurée par un organisme. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs s'adresse aux MRC pour qu'elles assument la coordination d'une table régionale (TCR) ou pour qu'elles recommandent un organisme du milieu pour le faire. Dans le cas des îles de la Madeleine, le Ministère a communiqué avec l'agglomération et est en attente d'une décision de sa part (DQ25.1).

- ◆ *La commission d'enquête constate que différents outils de planification et d'aménagement du territoire et de concertation sont présentement en place sur le territoire des îles de la Madeleine, permettant de mieux planifier les actions par la concertation et contribuant ainsi à réduire la vulnérabilité de ce petit espace insulaire.*
- ◆ *La commission d'enquête constate que la mise en place d'une table de concertation régionale est prévue aux îles de la Madeleine pour assurer la mise en œuvre de la gestion intégrée du Saint-Laurent, table qui serait créée et financée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, tel que le prévoit la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection.*

Une troisième stratégie de résilience pour contrer la vulnérabilité des espaces insulaires consiste à mettre en place des dispositifs réglementaires et des politiques appropriés. Dans le cadre de ses travaux sur la cohésion économique et sociale, la Commission européenne a reconnu l'existence de régions comportant certaines caractéristiques pouvant être à l'origine de difficultés de développement, dont les territoires insulaires. Devant les difficultés que vivent certains de ces territoires, la Commission européenne a mis en œuvre, parallèlement aux actions entreprises à l'échelle nationale et locale, un ensemble de politiques d'aide au développement (Agence européenne de statistiques, 2003, p. 6 et 95). Malgré les traitements préférentiels dont peuvent profiter les milieux insulaires européens par la mise en place de ces dispositifs, il n'en demeure pas moins que ceux-ci sont bien souvent mal adaptés aux réalités de ces petits espaces isolés des continents.

1. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Gestion intégrée du Saint-Laurent* [en ligne (9 août 2013) : www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/st-laurent/gestion-integree/].

Actuellement au Québec, il existe peu de dispositifs réglementaires, de politiques ou de lois reconnaissant le caractère unique et vulnérable des îles de la Madeleine et de ses ressources, tant sur le plan socioéconomique que sur le plan environnemental. L'article 40 du *Règlement sur le captage des eaux souterraines* reconnaît toutefois un caractère particulier de l'eau souterraine en subordonnant tout projet d'exploitation des eaux souterraines à l'autorisation du ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Devant ce cadre étatique plutôt absent et aux diverses spécificités insulaires de ce territoire, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine se retrouve avec des responsabilités accrues de gestion du territoire. Pour les assumer, la Municipalité a mis en place divers règlements visant, notamment, une meilleure gestion de la ressource en eau, dont le *Règlement concernant l'utilisation de l'eau potable par les usagers des réseaux d'aqueduc*, le *Règlement relatif à l'utilisation de l'eau potable en situation de pénurie* ainsi que le *Règlement déterminant les distances séparatrices pour protéger les sources d'eau et puits artésiens et de surface dans la municipalité des Îles-de-la-Madeleine* (PR3, p. 172 à 174 ; DB22 ; DB23 ; DB34).

De plus, la mise en place des différents outils et pratiques d'aménagement et de développement durable du territoire, comme présentés brièvement précédemment, en concertation avec les acteurs du milieu, témoigne de la volonté et de la capacité d'action des Madelinots, dans le respect de leurs spécificités.

- ◆ *La commission d'enquête constate qu'il existe peu de dispositifs réglementaires, de politiques ou de lois pour contrer les vulnérabilités socioéconomiques et environnementales auxquelles est exposé le territoire des îles de la Madeleine.*
- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis, considérant le caractère vulnérable du territoire des îles de la Madeleine et de sa ressource en eau, que des dispositions légales propres à ce territoire devraient être adoptées, en concertation avec les intervenants des îles, pour assurer une protection de ce milieu dans un contexte de développement durable.*

Des moyens pour mieux protéger l'aquifère

Les chapitres précédents montrent, avec l'éclairage des travaux scientifiques et techniques réalisés à ce jour pour caractériser les aquifères des îles de la Madeleine, que la ressource en eau potable de l'archipel est disponible en quantité limitée, mais qu'elle est d'excellente qualité. Malgré cette disponibilité limitée, tout indique que les aquifères pourront subvenir aux besoins des insulaires et du

tourisme pour les décennies à venir pour peu que les besoins industriels demeurent à peu près les mêmes.

Les conditions géologiques et pédologiques des îles de la Madeleine font en sorte que tous les aquifères sont considérés comme vulnérables. Les aquifères sont déjà exposés à diverses menaces provenant principalement de l'activité humaine et, dans une moindre mesure, des changements climatiques. Lorsque ces menaces se concrétisent, certaines peuvent rendre la portion contaminée de l'aquifère impropre à la consommation humaine, à moins d'un traitement particulier de l'eau. Il s'agit le plus souvent d'un déversement de produits pétroliers (rupture de réservoir, bris de conduites, etc.). Il devient donc impératif d'assurer, pour les générations futures, une protection adéquate et responsable de cette ressource, jugée irremplaçable, et il y a lieu de chercher à réduire ces menaces en faisant appel à la collaboration de tous.

La gestion intégrée de la ressource en eau

Il existe au Québec une quarantaine d'organismes de bassin versant, réunis au sein du Regroupement des organismes de bassins versants du Québec¹ (ROBVQ). Ces organismes gèrent chacun une zone de gestion intégrée de l'eau par bassin versant. De même, douze zones de gestion intégrée du Saint-Laurent ont été créées dans le fleuve, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent dans le cadre de l'Entente Canada-Québec sur le Saint-Laurent (2011-2026) et seront chacune gérées par une table de concertation régionale. Le milieu terrestre des îles de la Madeleine est intégré dans la zone 12 – Îles-de-la-Madeleine (DQ25.1).

C'est la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection* qui donne au ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs le pouvoir de créer et de financer ces organismes² et d'établir les orientations fondamentales d'une gestion intégrée et concertée des ressources en eau.

Les organismes de bassin versant sont composés de représentants provenant des municipalités, des usagers, des groupes environnementaux et des citoyens. Des représentants gouvernementaux y siègent, mais sans droit de vote. Les organismes responsables ont pour mandat d'élaborer un plan directeur de l'eau (PDE) qui comprend un portrait et un diagnostic du bassin versant, les enjeux, les orientations et les objectifs à atteindre ainsi qu'un plan d'action qui se concrétise par la signature de

1. REGROUPEMENT DES ORGANISMES DE BASSINS VERSANTS DU QUÉBEC [en ligne (18 juillet 2013) : www.robvq.qc.ca].
2. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *La gestion intégrée par bassin versant* [en ligne (3 juillet 2013) : www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/index.htm].

contrats de bassin. Le plan directeur de l'eau est l'outil principal pour la planification et la mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant. Il rassemble les éléments d'information nécessaires à la compréhension des problématiques sociales, environnementales et économiques liées aux bassins versants présents à l'intérieur d'une zone de gestion. Il propose des interventions à réaliser, notamment en matière de protection, de restauration et de mise en valeur des ressources en eau. À titre d'exemple, citons le *Plan directeur de l'eau pour le bassin versant de la rivière Matapédia* préparé par l'Organisme de bassin versant Matapédia-Restigouche¹. Présenté en trois volets, ce plan brosse un portrait du bassin versant, dresse un diagnostic, puis propose un plan axé sur des actions diverses, comme la protection des bandes riveraines, l'acquisition de connaissances sur les plans d'eau, la conservation de l'eau potable ou la protection des sources d'alimentation.

La Municipalité des Îles-de-la-Madeleine joue un rôle crucial depuis plusieurs décennies dans la gestion de l'approvisionnement en eau potable de l'archipel. Elle a fait réaliser plusieurs études hydrogéologiques afin d'assurer la protection des sources d'alimentation (DB28). La Municipalité a également élaboré un plan directeur de gestion de l'eau potable qui porte sur la gestion de l'approvisionnement à partir de ses réseaux d'aqueduc municipaux (DB6). Ce plan est toutefois différent d'un plan directeur de l'eau construit pour l'ensemble d'une zone de gestion intégrée et pas seulement pour le réseau d'alimentation municipal. De son côté, la Municipalité de Grosse-Île ne dispose pas d'un tel portrait, puisqu'elle n'opère aucun réseau d'aqueduc (DQ3.1).

La mise en place d'une gestion intégrée de l'eau aux îles de la Madeleine prenant en considération les eaux souterraines et de surface, de même que le bassin du golfe du Saint-Laurent représente une stratégie de résilience qui pourrait assurer une meilleure protection de l'aquifère. À cet effet, la gestion intégrée de l'eau pourrait s'inspirer de la future stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (M. Michel Ouellet, DT4, p. 13 et 14). Cette stratégie vise à assurer à l'ensemble de la population un approvisionnement en eau potable, de qualité et en quantité suffisante, dont profiteront les générations actuelles et futures².

1. ORGANISME DE BASSIN VERSANT MATAPÉDIA-RESTIGOUCHE [en ligne (8 juillet 2013) : www.matapediarestigouche.org].

2. La stratégie [en ligne (3 septembre 2013) : www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/strategie/].

- ◆ **Avis** – *En vertu du principe de subsidiarité, la commission d'enquête est d'avis que le ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait donner à la future table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent des îles de la Madeleine le mandat de préparer un plan directeur de l'eau pour l'archipel selon le modèle prévu pour les bassins versants. L'organisme pourrait également se voir confier le mandat de surveiller l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles ainsi que toute autre activité susceptible de toucher la qualité des eaux de surface ou souterraines que le ministre considérerait comme pertinente.*

La gestion durable de la ressource en eau

Au palier québécois

Étant donné que les aquifères des îles de la Madeleine ne sont pas encore complètement exploités, mais qu'ils risquent de le devenir un jour, il est impératif de prendre des mesures pour préserver ces réserves d'eau potable d'excellente qualité. Tel qu'on l'a vu au chapitre 4, les autres solutions de remplacement seraient plus coûteuses et ne pourraient pas garantir une eau d'aussi bonne qualité.

En ce sens, la commission d'enquête a proposé que la future table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent prépare un plan directeur de l'eau qui permettrait alors une gestion durable de la ressource dans son ensemble. Toute gestion doit toutefois pouvoir s'appuyer sur des règlements ayant une approche cohérente avec le but visé par la gestion intégrée.

Ainsi, le projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection vise à protéger localement les sources d'alimentation, tant privées que communautaires, et il viendrait intensifier la surveillance des sites de forages pour les hydrocarbures et imposer une distance séparatrice minimale de 300 m entre les forages et les captages d'eau souterraine. Les secteurs ainsi protégés par cette réglementation couvriraient une partie importante des aquifères, mais seulement la partie exploitée. Le projet de règlement pourrait être approprié pour l'ensemble du Québec, mais il ne tient pas compte de la spécificité et de la vulnérabilité des îles de la Madeleine, qui ne disposent d'aucune source de remplacement. Par ailleurs, d'autres activités sont susceptibles, comme il a été vu aux chapitres précédents, de contaminer l'eau souterraine et une réglementation spécifique à l'archipel madelinot aurait à en tenir compte.

Dans le même sens, un document produit par la Direction des politiques de l'eau du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre de l'*Évaluation environnementale stratégique sur les gaz de schiste*

(étude¹ E2-3, 2013) recommande l'harmonisation des dispositions actuelles du *Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains* avec celles du projet de *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection*. Le document privilégie également de miser sur une stratégie de protection des sources d'eau potable plutôt que d'entreprendre la conception d'un système de classification des aquifères à l'échelle du Québec. Ce projet de stratégie élargit la portée des futurs plans de protection des sources destinées à l'alimentation en eau potable aux eaux qui pourraient éventuellement, selon les usages du territoire prévus par les schémas d'aménagement et de développement du territoire (SAD), être exploitées à ces fins.

Étant donné que l'eau souterraine représente l'unique source d'approvisionnement en eau potable, des dispositions réglementaires et des politiques appropriées apparaissent nécessaires.

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête, au nom des principes de protection de l'environnement et de prévention, est d'avis que, pour les îles de la Madeleine, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait développer une réglementation particulière visant à protéger et à préserver l'ensemble des ressources aquifères, tant celles exploitées que celles exploitables et non encore exploitées, pour les générations futures. Un tel règlement devrait considérer la possibilité d'étendre à l'ensemble des ressources en eau souterraine les mesures pour protéger les sources d'alimentation en eau potable.*

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que les activités d'exploration et d'exploitation des ressources naturelles aux îles de la Madeleine devraient être évaluées, notamment celles liées aux hydrocarbures, par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs de manière à considérer l'ensemble des enjeux environnementaux à l'intérieur d'une même demande de certificat d'autorisation.*

Au palier municipal

Comme expliqué au chapitre 4, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine fait le suivi de la qualité de l'eau de son réseau d'approvisionnement en eau potable. La situation quant aux puits individuels n'est toutefois pas la même et les données sont incomplètes sur la qualité de ces puits disséminés dans l'archipel. Le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* n'impose pas une fréquence de vérification aux

1. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Le classement des aquifères du Québec qui aurait pour objectif d'identifier les aquifères importants, dont l'eau est utilisable pour la consommation humaine et animale pour les protéger, en y interdisant les puits gaziers et toute autre activité pouvant compromettre la ressource à cause de fuites ou de déversements de substances toxiques* [en ligne (5 septembre 2013) : [//ees-gazdeschiste.gouv.qc.ca/wordpress/wp-content/uploads/2013/04/Rapport-etude-E2-3_MDDEFP.pdf](http://ees-gazdeschiste.gouv.qc.ca/wordpress/wp-content/uploads/2013/04/Rapport-etude-E2-3_MDDEFP.pdf)].

propriétaires de puits individuels et aux réseaux desservant moins de 21 personnes, même si, en vertu de l'article 45 du règlement, un puits individuel doit être réputé satisfaire aux normes de qualité du même règlement. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs recommande néanmoins l'analyse de l'eau au moins deux fois par année, soit au printemps et à l'automne¹.

Le projet H₂O des Collines², un projet de laboratoire rural de la MRC des Collines-de-l'Outaouais, lancé au printemps 2010 avec le concours du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, pourrait inspirer d'autres MRC ou instances municipales qui souhaitent adopter un modèle de gouvernance participative de la ressource en eau. Le projet a pour but de fournir aux résidants de la MRC l'information et l'aide nécessaires pour mettre en place un programme d'échantillonnage d'eau de puits privés. Les résidants sont notamment invités à faire analyser l'eau de leur puits d'alimentation comme le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs le recommande. Ce projet offre en effet aux citoyens de la MRC la possibilité de faire faire, à des tarifs de groupe, des analyses de la qualité de leur eau. Les municipalités participantes se chargent de recueillir les échantillons et de les acheminer au laboratoire. Le projet a aussi pour but de promouvoir de bonnes pratiques pour préserver la qualité de l'eau souterraine, tout en responsabilisant davantage les utilisateurs. Le projet comprend également un volet pour la préservation de la qualité des eaux de surface, des rivières et des lacs.

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que les municipalités des Îles-de-la-Madeleine et de Grosse-Île pourraient s'inspirer du projet H₂O des Collines pour implanter un modèle de gouvernance participative avec les résidants qui s'alimentent à partir de puits privés afin d'assurer le suivi et la préservation de la qualité de l'eau dans les puits privés.*

L'exploration et l'exploitation des ressources naturelles

Les préoccupations exprimées par les participants quant à l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles ont, de loin, principalement porté sur les ressources en hydrocarbures pétroliers. Pour les autres ressources, tels l'éolien, le sel, les carrières et les sablières, les enjeux ont semblé être bien maîtrisés par les participants. La majorité des participants ne semblent pas complètement fermés à une éventuelle exploitation rationnelle et sécuritaire de ressources gazières sur le territoire de l'archipel, qui serait faite dans le respect des communautés et de leur

1. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *La qualité de l'eau de mon puits* [en ligne (30 août 2013) : www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/depliant/index.htm].

2. H₂O DES COLLINES [en ligne (17 septembre 2013) : www.h2o.mrcdescollinesdeloutaouais.qc.ca/].

milieu de vie et qui répondrait en premier lieu à un besoin local. Cependant, il s'agit de craintes qui ont largement débordé le seul cadre de la ressource en eau potable.

La commission d'enquête juge légitimes ces préoccupations qui ont trait à des sentiments de perte de contrôle sur les choix de développement. À plusieurs reprises des participants ont voulu savoir clairement combien de forages seraient nécessaires et quelles infrastructures seraient requises pour l'exploitation qui pourrait durer des décennies. Ils veulent discuter des impacts sur leur qualité de vie, leur sécurité et leur santé ainsi que sur les milieux naturels et leurs emplois. Leurs questions sont demeurées sans réponse.

La section II du *Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains* prévoit une étape de complétion de puits pour laquelle le titulaire du permis de forage doit faire une demande au ministre des Ressources naturelles, accompagnée d'un programme de complétion. Le programme doit démontrer que les travaux seront réalisés conformément aux règles de l'art de manière à assurer la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement ainsi que la pérennité de la ressource. Par ailleurs, l'article 176 de la *Loi sur les mines* exige que le titulaire du permis de recherche avise par écrit le ministre dès qu'il fait la découverte d'un gisement de pétrole ou de gaz naturel dans le territoire qui fait l'objet de son permis et lui en indique de façon détaillée la nature et l'emplacement. L'article 176 prévoit également que le titulaire doit transmettre, dans les trois mois suivant cette découverte et à la demande du ministre, une évaluation économique du gisement (DB32).

- ♦ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que, dans le contexte insulaire particulier des îles de la Madeleine, il y a lieu de dissocier la phase d'exploration de la phase d'exploitation. Dès une découverte significative d'hydrocarbures aux îles de la Madeleine, une phase de consultation publique devrait être entreprise avant la poursuite de l'exploration ainsi qu'avant d'accorder un bail d'exploitation en vertu du Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains. La stratégie de développement du gisement pourrait servir de base de départ à cette consultation.*

Le besoin d'acquisition de connaissances

La connaissance des aquifères des îles de la Madeleine

Bien que les sources actuelles et futures d'alimentation en eau potable jouissent d'un bon niveau de connaissances en raison des études réalisées par le Groupe Madelin'Eau, les connaissances sur les ressources en eau souterraine ne couvrent pas tout le territoire madelinot. L'acquisition de connaissances à l'échelle régionale

est toutefois importante et c'est l'approche privilégiée par le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES), dont l'objectif est de dresser un portrait de la ressource sur les territoires municipalisés du Québec méridional pour ultimement la protéger et en assurer la pérennité (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2011). Plus particulièrement, les objectifs du programme sont les suivants :

- dresser un portrait de la ressource en eau souterraine à l'échelle d'un bassin versant, d'une municipalité régionale de comté (MRC) ou d'un regroupement de MRC contiguës afin de soutenir les besoins d'information sur cette ressource ;
- compléter la couverture des territoires ciblés par l'industrie du gaz de schiste pour l'exploration du gaz naturel ;
- développer les partenariats entre les acteurs de l'eau et les gestionnaires du territoire dans l'acquisition des connaissances sur la ressource en eaux souterraines afin de favoriser une saine gestion de la ressource.

Le programme finance des projets de trois ans qui sont proposés et réalisés par des universités québécoises en partenariat avec des organismes locaux, tels qu'un organisme de bassin versant ou tout autre organisme ayant une compétence reconnue dans le domaine de l'eau, comme une MRC ou une conférence régionale des élus (CRÉ). Ces projets doivent toutefois être approuvés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Plusieurs questions sont abordées, dont une description du territoire, le contexte géologique et hydrogéologique (modèle conceptuel, propriétés hydrauliques, conditions d'écoulement), le bilan hydrologique (recharge, utilisation de la ressource, résurgences), la qualité de l'eau, la vulnérabilité et les activités anthropiques, la pérennité de la ressource (quantité et qualité). S'y ajoutent des recommandations sur la gestion et le suivi de la ressource. Cette information est colligée dans un rapport technique ainsi qu'un rapport vulgarisé. Elle est accompagnée de cartes thématiques et d'une base de données (*ibid.*).

Même si plusieurs des questions abordées par ce programme l'ont déjà été aux îles de la Madeleine lors de travaux antérieurs, il serait souhaitable qu'un tel projet y soit réalisé dans un souci d'harmonisation des connaissances avec les autres régions du Québec, où un tel bilan a déjà été réalisé. Enfin, certains renseignements, tels que la cartographie des dépôts meubles, la cartographie de la vulnérabilité des aquifères ainsi que l'évaluation spatiale de la recharge, sont quelques exemples de bilans qui ne sont présentement pas disponibles pour l'ensemble des îles de la Madeleine et qui pourraient être produits dans le cadre d'un projet d'acquisition de connaissances sur

les eaux souterraines. Le programme a commencé en 2008 et en est à son troisième appel de propositions (*ibid.*).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines devrait être prolongé de façon à permettre la réalisation d'un projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines aux îles de la Madeleine.*

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis qu'un projet issu du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines aux îles de la Madeleine viendrait bonifier l'acquisition des connaissances utiles à la gestion de la ressource en eau souterraine, notamment en ce qui a trait à l'évaluation des ressources en eaux souterraines et à la préservation de leur qualité. Les résultats de ce projet devraient être rendus publics.*

La migration du gaz naturel

Le chapitre 5 montre que les formations rocheuses situées sous les îles de la Madeleine sont susceptibles de contenir de grandes quantités de gaz naturel. Un des enjeux importants en matière de protection des aquifères est l'évaluation du potentiel de migration du gaz naturel et des autres fluides vers les nappes phréatiques. D'après les études de Pinet *et al.* (2008) et les explications fournies en audience publique par la Commission géologique du Canada, des levés géophysiques multifaisceaux en mer pourraient également mettre en évidence la présence d'émanations de gaz naturel à la surface des fonds marins adjacents aux îles de la Madeleine et, cela, à un coût relativement faible par rapport à des forages d'exploration (M. Nicolas Pinet, DT2, p. 18).

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête estime pertinente la réalisation de levés multifaisceaux réalisés sur le fond marin, au pourtour des îles de la Madeleine, pour évaluer la présence ou non de venues de gaz naturel dans les formations géologiques.*

L'interface entre l'eau douce et l'eau salée

Au chapitre 4, l'importance d'optimiser l'exploitation des aquifères a été mise en évidence afin d'éviter la remontée des eaux salines sous-jacentes par le surpompage. Il existe différentes méthodes permettant d'effectuer un suivi de la profondeur de l'interface eau douce-eau salée. Par exemple, des puits d'observation implantés à proximité des puits de captage, dont la base est plus profonde que l'interface eau douce-eau salée, peuvent être aménagés et instrumentés à plusieurs niveaux à l'aide de sondes qui mesurent la conductivité électrique de l'eau¹. Des profils de

1. L'eau salée a une conductivité électrique plus grande que l'eau douce.

conductivité électrique peuvent également y être réalisés. Des méthodes géophysiques telles que la méthode électromagnétique transitoire permettent également, selon les conditions géologiques, de déterminer la profondeur de cette interface (DB24, DB25). Le déploiement de telles méthodes aux îles de la Madeleine permettrait de suivre la position de l'interface, tant dans les aquifères exploités que dans ceux qui ne sont pas exploités.

- ◆ **Avis** – *Étant donné l'enjeu majeur que représente la remontée des eaux salines dans les aquifères aux îles de la Madeleine, la commission d'enquête est d'avis que la Municipalité devrait déployer des méthodes de surveillance de la position de l'interface eau douce-eau salée à proximité des puits de captage municipaux.*

Les changements climatiques

Dans un contexte où les changements climatiques peuvent entraîner des conséquences sur la pérennité du milieu insulaire des îles de la Madeleine, l'analyse des données disponibles indique que les séries chronologiques de certains paramètres, dont les niveaux piézométriques et marégraphiques, sont parfois discontinues, ce qui réduit d'autant la qualité des prévisions ou de l'analyse des tendances. Des études prospectives sont déjà en cours aux îles de la Madeleine sur divers sujets liés aux changements climatiques, notamment sur l'érosion côtière et les aquifères. D'autres sont menées sur la côte atlantique du nord-est de l'Amérique du Nord sur des sujets similaires.

- ◆ **Avis** – *La commission d'enquête est d'avis que la future table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent des îles de la Madeleine pourrait se voir confier la responsabilité de mettre sur pied, en collaboration avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs et le Centre Ouranos, un observatoire sur les changements climatiques qui serait responsable de la collecte et de la diffusion des données pertinentes acquises sur le sujet et de favoriser une acquisition en continu de paramètres jugés essentiels à la qualité de la surveillance et des prévisions climatiques et environnementales pour les îles de la Madeleine.*

Conclusion

La commission d'enquête a examiné et analysé les effets liés à l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles sur les nappes phréatiques aux Îles-de-la-Madeleine, notamment ceux liés à l'exploration et l'exploitation gazière à partir des faits recueillis et des témoignages de citoyens, de groupes, de municipalités et de l'industrie. Elle s'est également appuyée sur des documents gouvernementaux et scientifiques ainsi que sur l'expérience des personnes responsables d'appliquer la réglementation au Québec.

Le territoire des îles de la Madeleine est, par définition, un espace insulaire comportant ses spécificités, dont un espace habitable relativement restreint, un milieu écologique fragile et un éloignement important des principaux centres urbains du Québec. L'archipel madelinot apparaît donc plus vulnérable que l'ensemble des autres communautés du Québec, des points de vue économique, social et environnemental. À cet égard, les aquifères y sont irremplaçables, car ils constituent la seule source d'eau potable de bonne qualité, disponible à coût raisonnable. Les milieux naturels, par leur capacité filtrante, jouent un rôle essentiel dans le maintien de la qualité des nappes phréatiques. Par contre, la nature des sols rend les aquifères vulnérables à la contamination par les diverses activités humaines réalisées en surface.

Il faut souligner le fait que les municipalités des Îles-de-la-Madeleine et de Grosse-Île ont consenti des efforts importants au cours des dernières années afin d'assurer une gestion efficace de la ressource en eau souterraine. Des déversements ponctuels, essentiellement d'hydrocarbures pétroliers, sont toutefois survenus sur le territoire au cours des dernières décennies et certains terrains sont encore contaminés. L'utilisation des combustibles fossiles est omniprésente sur le territoire madelinot. Une réduction de leur utilisation serait bénéfique pour la protection des nappes phréatiques. Une stratégie énergétique spécifique aux îles de la Madeleine mérite d'être développée, car elle pourrait contribuer à réduire la présence de ces combustibles. La commission d'enquête encourage les Madelinots à poursuivre le développement de cette stratégie.

Le projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, en interdisant tout forage pétrolier ou gazier dans un rayon minimal de 300 m de tout captage d'eau potable, ainsi que les autres contraintes réglementaires existantes relatives aux distances séparatrices feraient en sorte de limiter fortement les superficies disponibles pour d'éventuels forages d'exploration pétrolière ou gazière aux îles de la Madeleine. Néanmoins, le ministère du Développement durable, de l'Environnement,

de la Faune et des Parcs devrait prévoir, dans ce règlement, des dispositions propres à l'archipel. Celles-ci s'appliqueraient à un ensemble d'activités à risque, dont l'exploration et d'exploitation des ressources naturelles, afin de protéger et de préserver l'ensemble des ressources aquifères, autant celles exploitées aujourd'hui que celles qui pourraient l'être demain. Ces ressources pourraient être protégées par la mise en application de plans de gestion et de conservation administrés par un organisme attitré, notamment la future table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent des îles de la Madeleine.

Dans une optique de protection à long terme des aquifères, une cartographie de leur vulnérabilité devrait aussi être réalisée. Un projet réalisé dans le cadre du programme d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines aux îles de la Madeleine viendrait ainsi bonifier les connaissances utiles à la gestion de la ressource, notamment en ce qui a trait à son évaluation et à la protection de sa qualité. De même, un suivi systématique des sources de pollution situées dans les limites des aquifères devrait être réalisé afin d'assurer un contrôle adéquat de la qualité des eaux souterraines. Il serait également de mise d'entreprendre d'autres activités d'acquisition de connaissances sur la migration du gaz naturel, sur l'interface eau douce-eau salée ainsi que sur les impacts des changements climatiques.

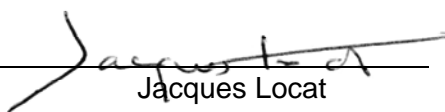
Afin d'assurer la pérennité de la ressource en eau, les promoteurs de projets d'exploration et d'exploitation des ressources naturelles susceptibles de se développer au pourtour ou sous les aquifères devraient avoir l'obligation de faire la preuve de leur innocuité. Plus particulièrement, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs devrait participer au processus d'octroi des permis de forage et de complétion des puits gaziers et pétroliers, notamment s'il y avait stimulation de puits, compte tenu de la fragilité de l'approvisionnement en eau potable de l'archipel.

La commission souligne que plusieurs participants à l'audience publique auraient souhaité que la consultation ne porte pas uniquement sur les enjeux liés à la nappe phréatique, mais également sur l'ensemble des effets de l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles, principalement de la ressource gazière. En cas d'une éventuelle découverte significative de gaz naturel ou de pétrole sur les îles de la Madeleine, l'évaluation des impacts de la poursuite de l'exploration et d'une possible exploitation devrait se faire lors d'une consultation publique. Cette consultation intégrerait les aspects sociaux, économiques et écologiques. Les Madelinots souhaitent avoir leur mot à dire sur la place que pourrait prendre une telle industrie sans compromettre la pérennité des milieux naturel et humain et sans fragiliser les activités économiques existantes, notamment le tourisme et les pêcheries.

Fait à Québec,



Michel Germain
Président de la commission
d'enquête



Jacques Locat
Commissaire

Ont contribué à la rédaction du rapport :
Jean-François Bergeron, analyste
Karine Jean, analyste
Anny-Christine Lavoie, analyste
Jean-Michel Lemieux, conseiller scientifique

Avec la collaboration de :
Rita LeBlanc, coordonnatrice du secrétariat de la commission
Julie Olivier, conseillère en communication
Virginie Begue, agente de secrétariat
Elena Loukiantchouc, agente de secrétariat

Annexe 1

**Les renseignements
relatifs au mandat**

Le mandat

Le mandat confié au BAPE en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (R.L.R.Q., c. Q-2) était de tenir une enquête et une audience publique et de faire rapport au ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs de ses constatations et de son analyse.

Le mandat a débuté le 14 mai 2013.

La commission d'enquête et son équipe

La commission

Michel Germain, président
Jacques Locat, commissaire

Son équipe

Virginie Begue, agente de secrétariat
Jean-François Bergeron, analyste
Karine Jean, analyste
Anny-Christine Lavoie, analyste
Rita LeBlanc, coordonnatrice du secrétariat
de la commission
Jean-Michel Lemieux, conseiller scientifique,
Elena Loukiantchouc, agente de secrétariat
Julie Olivier, conseillère en communication

Avec la collaboration de :
Bernard Desrochers, responsable de
l'infographie
Jean-Hugues Francœur, responsable de
l'édition

L'audience publique

Les rencontres préparatoires

1^{er} et 2 mai 2013

Rencontres préparatoires tenues à Québec

1^{re} partie

14, 15 et 16 mai 2013
Centre récréatif de L'Étang-du-Nord
L'Étang-du-Nord

2^e partie

18 et 19 juin 2013
Centre récréatif de L'Étang-du-Nord
L'Étang-du-Nord

Les personnes-ressources

Mémoires

M. Raymond Savoie

Gastem Inc.

M^{me} Geneviève Cloutier, porte-parole
M^{me} Anne Giroux

Hydro-Québec

M. Mark Joncas
M. Jocelyn Bellavance

Mines Seleine

M. Rénald Méthot

Ministère des Affaires
municipales, des Régions et de
l'Occupation du territoire

M. Pierre Michon, porte-parole
M. Georges Gangbazo
M. Jean-Pierre Laniel
M. Michel Ouellet

Ministère du Développement
durable, de l'Environnement, de
la Faune et des Parcs

Expertise externe

M. René Therrien
M^{me} Gwénaëlle Chaillou

Université Laval
Université du Québec à Rimouski

M. Frédéric Dubé, porte-parole
M. Roch Gaudreau
M. Bruno Lachance
M. Robert Thériault

Ministère des Ressources
naturelles

M. Louis Vigneau

Ministère des Transports

M ^{me} Rose-Elmonde Clarke	Municipalité de Grosse-Île	
M. Joël Arseneau M. Serge Bourgeois M. Jeannot Gagnon M. Jean Hubert M ^{me} Caroline Richard M. Jean Richard	Municipalité des Îles-de-la-Madeleine (Conseil d'agglomération des Îles-de-la-Madeleine)	DM23
Dr Michel Leboeuf	Pêches et Océans Canada	
M. Nicolas Pinet	Ressources naturelles Canada – Commission géologique du Canada	

Les participants

	Mémoires
M. Léonce Arseneau	
M ^{me} Annie Brassard	
M. Léonard Chevrier	DM19
M. Pierre Chevrier	
M. Louis-Philippe Cormier	
M. Ghislain Cyr	
M ^{me} Lucie D'Amours	
M. Jean-Yves Gaudet	DM3
M ^{me} Mélanie Gauthier	DM24
M. Raymond Gauthier	DM20
M. Paul Hébert	DM1
M ^{me} Danièle Houde	
M ^{me} Shirley Labelle	

M ^{me} Annie Landry		DM21
M ^{me} Annie H. Landry		DM2 DM2.1
M ^{me} Majorie Lapierre		DM13
M. Jean-Michel Leblanc		
M. Claude Ouellet		
M ^{me} Marianne Papillon		DM6
M ^{me} Natalia Porowska		DM22
M. Daniel Vanier		DM15
Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (AQLPA)	M ^{me} Kim Cornelissen	DM7
Attention Fragîles	M ^{me} Danielle Giroux M ^{me} Marie-Ève Giroux	DM11
Centre de santé et de services sociaux des Îles (CSSS)	M ^{me} Hélène Chevrier	DM18
Chambre de commerce des Îles-de-la-Madeleine		DM5
Comité Zone d'Intervention Prioritaire (ZIP) Îles-de-la-Madeleine	M. Yves Martinet	DM9
Conseil régional de l'environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine		DM12
Groupe citoyen Énergie Alternative	M ^{me} Fanny Arseneau M ^{me} Annie Landry M ^{me} Majorie Lapierre	DM14
Groupe Les Bollés	M. Benjamin Claveau M. Mathis Hamel M. Léon-Charles Arseneau M. Jean-Thomas Claveau	
La Conférence régionale des élus Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (CRÉGÎM)	M. Marc-Olivier Massé	DM16 DM16.1

Corporation Développement communautaire Unîle	M. Jonathan Godin	DM8
Les élèves de 5 ^e et 6 ^e années de l'école Aux Iris – Îles-de-la-Madeleine	M ^{me} Magalie Fournier M ^{me} Élise Painchaud M ^{me} Dorine Renaud	DM4
Société de conservation des Îles-de-la-Madeleine	M ^{mes} Véronique Déraspe et Natalia Porowska	DM10

Au total, 24 mémoires ont été déposés à la commission d'enquête, dont 16 ont été présentés en séance publique, ainsi que 6 opinions verbales. Quant aux mémoires non présentés, la commission a pris des dispositions afin de confirmer le lien entre ces mémoires et leurs auteurs.

Annexe 2

La documentation

Les centres de consultation

Bibliothèque municipale de Cap-aux-
Meules
Cap-aux-Meules

Bibliothèque de l'Île-du-Havre-Aubert
Île-du-Havre-Aubert

Point de service de Grande-Entrée
(Le Capitole de l'Est)
Grande-Entrée

Université du Québec à Montréal
Montréal

Bureau du BAPE
Québec

La documentation déposée dans le contexte du projet à l'étude

Procédure

PR1 *Ne s'applique pas.*

PR3 UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI. *Synthèse de l'état des connaissances sur les eaux souterraines aux Îles-de-la-Madeleine*, décembre 2012, 200 pages.

Correspondance

CR1 MINISTRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Lettre mandatant le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement de tenir une enquête et une audience publique à compter du 14 mai 2013, 28 mars 2013, 1 page.

CR2 MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Nomination des membres de la commission, 3 avril 2013, 2 pages.

CR4 MINISTRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Lettre mandatant le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement de tenir une enquête et une audience publique, 28 mars 2013, 1 page.

Communication

- CM1** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Liste des centres de consultation pour l'enquête et l'audience publique qui se tiendra du 14 mai au 14 octobre 2013, 2 pages.
- CM2** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Communiqué de presse annonçant le début de l'enquête et l'audience publique, 11 avril 2013, 2 pages.
- CM3** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. *Curriculum vitae des commissaires*, 1 page.
- CM5** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. *Communiqués de presse relatifs à l'audience publique*.
- CM5.1** Communiqué de presse annonçant la première partie de l'audience publique, 23 avril 2013, 2 pages.
- CM5.2** Communiqué de presse annonçant le changement de salle pour l'audience publique, 30 avril 2013, 2 pages.
- CM5.3** Communiqué de presse annonçant la deuxième partie de l'audience publique, 22 mai 2013, 2 pages.
- CM5.4** Communiqué de presse annonçant la visite technique de la commission aux installations de Mines Seleine, 11 juin 2013, 1 page.

Par les personnes-ressources

- DB1** MADELIN'EAU. *Secteur de L'Étang-du-Nord (regroupement n° 1) – Alimentation en eau potable puits EDN-09-01PP, EDN-09-02PP, EDN-09-03PP et EDN-09-04PP – Demande d'autorisation en vertu de l'article 31 du RCES – Phase III – Rapport d'expertise hydrogéologique*. Document déposé à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, mai 2010, pagination diverse.
- DB2** MADELIN'EAU. *Secteur de Fatima (regroupement n° 2) – Alimentation en eau potable puits FAT-09-01PP, FAT-09-02PP, FAT-09-03PP et FAT-09-04PP – Demande d'autorisation en vertu de l'article 31 du RCES – Phase III – Rapport d'expertise hydrogéologique*. Document déposé à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, mai 2010, pagination diverse.

- DB3** MADELIN'EAU. *Secteur de Havre-aux-Maisons (regroupement n° 3) – Alimentation en eau potable puits HAM-09-01PP et HAM-09-02PP – Demande d'autorisation en vertu de l'article 31 du RCES – Phase III – Rapport d'expertise hydrogéologique.* Document déposé à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, mai 2010, pagination diverse.
- DB4** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. *Gestion des eaux souterraines aux Îles-de-la-Madeleine – Utilisation de la géothermie dans les édifices municipaux – Étude de faisabilité*, juin 2005, 38 pages et annexes.
- DB5** MADELIN'EAU. *Archipel des Îles-de-la-Madeleine – Suivi piézométrique des nappes aquifères – Note technique – Étape 1 – Reconnaissance de terrain.* Document déposé à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, janvier 2012, 9 pages et annexes.
- DB6** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. *Révision du plan directeur de gestion de l'eau potable*, rapport, février 2011, pagination diverse.
- DB7** GASTEM INC. *Les Îles-de-la Madeleine : Présentation*, 15 mai 2013, 24 pages.
- DB8** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, SECTEUR DES MINES. *Processus d'attribution des titres miniers d'exploitation – Bail minier*, 16 mai 2013, 13 pages.
- DB9** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. *Carte faisant état du permis de recherche de pétrole, de gaz naturel et de réservoir souterrain*, 1 page.
- DB10** RESSOURCES NATURELLES CANADA. Commission géologique du Canada. *Présentation sur la géologie et le potentiel en hydrocarbures des îles de la Madeleine effectuée le 15 mai 2013 par M. Nicolas Pinet*, 6 pages.
- DB11** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. *Présentation sur le cadre légal et réglementaire de l'activité minière au Québec effectuée par M. Roch Gaudreau*, 16 mai 2013, 31 pages.
- DB12** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. *Plan de sécurité civile – Volet Préparation à l'intervention*, mai 2002, révision 2011, 109 pages.
- DB13** MADELIN'EAU. *Projet de réalisation d'un forage gazier vertical et conventionnel d'une profondeur de 2 500 mètres – Municipalité des Îles-de-la-Madeleine – Reconnaissance/identification des cibles les plus propices – Rapport d'étape 1 – Expertise hydrogéologique*, septembre 2011, 79 pages.
- DB14** MADELIN'EAU. *Présentation de Gastem sur le forage gazier conventionnel projeté aux Îles-de-la-Madeleine à la Table des hydrocarbures et aux élus municipaux*, octobre 2011, 26 pages.

- DB15** MINES SELEINE. Présentation du 15 mai 2013 sur les effets liés à l'exploration et à l'exploitation des ressources naturelles sur les nappes phréatiques aux îles de la Madeleine, 26 pages.
- DB16** MINES SELEINE. *Plan de restauration du site – Révision 2010*, juin 2010, 6 pages.
- DB17** EXPERTS ENVIROCONSEIL INC. Demande d'autorisation du ministre sur le captage d'eau souterraine aux îles de la Madeleine pour Mines Seleine, juillet 2004, 12 pages et cartes.
- DB18** EXPERTS ENVIROCONSEIL INC. Demande de certificat d'autorisation pour le système de traitement des eaux usées aux îles de la Madeleine pour Mines Seleine, 18 pages, cartes et annexes.
- DB19** TECHNISOL ENVIRONNEMENT. Réhabilitation environnementale des sols et de l'eau souterraine, Mines Seleine, Grosse-Île, Îles-de-la-Madeleine, 24 août 2005, 3 pages.
- DB20** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC. Courriel de M^{me} Anouka Bolduc, spécialiste en toxicologie, sur la question des risques associés à la présence de méthane dans l'eau souterraine prélevée à des fins d'alimentation en eau potable, 22 mai 2013, 1 page.
- DB21** HYDRO-QUÉBEC. *Étude sur les scénarios d'alimentation à long terme*, 15 mai 2013, 1 page.
- DB22** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. *Règlement 2002-33 – Règlement relatif à l'utilisation de l'eau potable en situation de pénurie*, 23 août 2002, 3 pages.
- DB23** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. *Règlement n° 2003-15 concernant l'utilisation de l'eau potable par les usagers des réseaux d'aqueduc de la municipalité*, 22 juillet 2008, 4 pages.
- DB24** Michel CHOUTEAU et Rachid INTISSAR. *Développement d'une méthodologie de suivi de l'impact des changements climatiques sur les eaux souterraines pour les îles de la Madeleine – Phase 1 : Caractérisation électrique des aquifères*, 30 juin 2010, 93 pages.
- DB25** ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL. *Développement d'une méthodologie de suivi de l'impact des changements climatiques sur les eaux souterraines pour les îles de la Madeleine – Phase 2 : Caractérisation des sites : détermination des profils de références et de la méthodologie de suivi*, par Michel Chouteau, Abderrezak Bouchedda et Abdelhamid Madani, 25 octobre 2011, 173 pages.

- DB26** HYDRO-QUÉBEC. Réponse à la demande de la commission concernant le rendement d'une centrale à moteur diésel et d'une centrale au gaz naturel, 23 mai 2013, 1 page.
- DB27** MADELIN'EAU. *Annexe 13 – Hydrogéologie – Résumé de la revue de littérature*, 1^{er} avril 2003, pagination diverse.
- DB28** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Présentation technique au BAPE par M. Jean A. Hubert, mai 2013, 19 pages.
- DB29** MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. Rejet d'eau usée par les étangs aérés, 16 mai 2013, pagination diverse.
- DB30** MINES SELEINE. Formulaire de déclaration de conformité préalable au déversement de l'eau de ballast, 1 page.
- DB31** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Question complémentaire du 15 mai 2013 concernant le distributeur exclusif de gaz naturel aux Îles-de-la-Madeleine, 3 pages.
- DB31.1** QUÉBEC. Décret n° 1264-99 *concernant la demande de la Société en commandite Gaz Métropolitain pour obtenir le droit exclusif de distribution du gaz naturel pour les régions du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et de la Côte-Nord*, 17 novembre 1999, 2 pages.
- DB32** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponse à une question complémentaire du 15 mai 2013 concernant l'obligation d'une entreprise à exploiter un gisement qu'elle a découvert, 2 pages.
- DB33** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. *Titres miniers – Îles-de-la-Madeleine*, bail d'exploitation en fonds marins, bail minier, bail non exclusif, claim désigné, permis de recherche en fonds marins, 1 page.
- DB34** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. *Règlement n° 2013-13 déterminant les distances séparatrices pour protéger les sources d'eau et puits artésiens et de surface dans la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine*, 18 mars 2013, 5 pages.
- DB34.1** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Carte illustrant le rayon de protection de 6 kilomètres autour des puits d'eau potable municipaux et des puits d'eau potable desservant plus de 20 personnes, 1 page.
- DB35** MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES. *Étude hydrogéologique des îles de Grosse Île et de Grande Entrée*, par Martin Poulin, décembre 1977, pagination diverse.

- DB36** MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES. *Étude par modèle mathématique des nappes souterraines de la Grosse île et de l'île de la Grande Entrée*, par Marcel Sylvestre, 1979, pagination diverse.
- DB37** MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES. *Hydrogéologie des îles de la Madeleine*, par R. Dessureault et G. Simard, 1970, 102 pages.
- DB38** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Courriel concernant les données piézométriques (niveaux d'eau) journalières recueillies à sept stations piézométriques (puits) opérées par le gouvernement du Québec, 24 mai 2013, 1 page.
- DB38.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Puits Havre-aux-Maisons (Le Pré), 92 pages.
- DB38.2** *Puits Havre-aux-Maisons (Chevarie)*, 126 pages.
- DB38.3** *Puits Cap-aux-Meules*, 92 pages.
- DB38.4** *Puits à Havre-Aubert*, 129 pages.
- DB38.5** *Havre-Aubert (Vigneau)*, 229 pages.
- DB38.6** *Puits Boisville*, 73 pages.
- DB38.7** *Puits Fatima*, 137 pages.
- DB39** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Présentation du *projet de Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection*, 15 mai 2013, 20 pages.
- DB40** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Aires protégées aux îles de la Madeleine*, 2 pages et 1 carte.
- DB41** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS, MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES et UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI. *Synthèse de l'état des connaissances sur les eaux souterraines aux îles de la Madeleine*. Présentation de M^{me} Gwénaëlle Chaillou, mai 2013, 35 pages.
- DB42** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Document relatif à l'ancienne centrale thermique d'Hydro-Québec aux *îles de la Madeleine* – Contamination des eaux souterraines, 9 mai 2015, 2 pages.

- DB43** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Avis technique portant sur la problématique potentielle de dessalement des eaux aux îles de la Madeleine, 14 février 2012, 10 pages.
- DB44** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Fiche d'information sur le projet de production de gaz naturel aux îles de la Madeleine, 8 mai 2013, 4 pages et 1 figure.
- DB45** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Tableau synthèse des autorisations, permis et avis à obtenir tout au long d'un projet type d'exploitation et d'exploitation d'hydrocarbures de schiste – Précisions apportées au document Projet type du CIRAIG.*
- DB46** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Gestion des interventions d'Urgence-Environnement Québec*, 5 pages.
- DB47** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Étude concernant une aire marine protégée aux îles de la Madeleine*, 29 avril 2013, 2 pages et annexe.
- DB48** Jean-Michel LEMIEUX, John MOLSON, René THERRIEN et Jalil HASSAOUI. *Contexte hydrogéologique des îles de la Madeleine – Travaux de modélisation numérique*, présentation, 20 pages.
- DB49** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. *L'exploration et l'exploitation pétrolière et gazière au Québec*, présentation, 16 mai 2103, 29 pages.
- DB50** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. *Programme d'évaluations environnementales stratégiques sur la mise en valeur des hydrocarbures en milieu marin* [www.ees.gouv.qc.ca].(Seul le lien est disponible.)
- DB51** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE et UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI. *Contrat de services de gré à gré*, février 2012, 6 pages et annexes. (L'annexe 2 a été retirée du contrat.)
- DB52** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponse à la question soumise par la commission du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement à la séance du 16 mai dernier concernant les sacs de mazout enfouis dans les dunes de sable aux îles de la Madeleine, 3 juin 2013, 2 pages.
- DB52.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *État de situation – Sacs de mazout – Irving Whale – Les îles de la Madeleine*, 29 avril 2013, 1 page.

- DB52.2** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Procédure opérationnelle provinciale de l'alerte lors d'un événement maritime survenant dans la région du Québec*, produite conjointement par la Garde côtière canadienne, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs et le ministère de la Sécurité publique, avril 2011, 7 pages et annexes.
- DB53** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponse à la question soumise par la commission du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement à la séance du 16 mai dernier sur les réservoirs souterrains de gaz naturel exploités par Intragaz pour la municipalité de Saint-Flavien, 30 mai 2013, 1 page.
- DB54** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponse à la question soumise par la commission du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement à la séance du 16 mai dernier sur les réservoirs souterrains de gaz naturel exploités par Intragaz pour le secteur Pointe-du-Lac de la ville de Trois-Rivières, 30 mai 2013, 2 pages.
- DB55** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Complément d'information sur une question posée lors de l'audience publique relativement au rôle que joue le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) sur le contrôle des puits pétroliers et gaziers*, 7 juin 2013, 5 pages et annexe.
- DB56** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Projet de règlement n° 2013-09 modifiant le plan d'urbanisme de la municipalité des Îles-de-la-Madeleine et schéma d'aménagement pour l'installation d'éoliennes aux îles de la Madeleine, 3 pages et annexe.
- DB57** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponse à une question de M^{me} Hélène Chevrier relativement au nombre de permis de creusage de puits privés aux îles de la Madeleine depuis l'an 2000, 2 août 2013, 1 page.

Par les participants

- DC1** Raymond GAUTHIER. *Cradle to Cradle Islands*. Document déposé à la commission le 17 mai 2013, pagination diverse.
- DC2** Annie LANDRY. *Un regroupement de citoyens dénonce l'attitude de Gastem aux îles de la Madeleine*. Communiqué de presse, 30 août 2011, 1 page.
- DC3** Annie LANDRY. Communiqué, 19 octobre 2011, 2 pages.

- DC4** Majorie LAPIERRE. Lettre ouverte aux ministres Arcand et Gignac, 20 février 2012, 2 pages.
- DC5** Majorie LAPIERRE. Lettre adressée au ministre Pierre Arcand, 18 novembre 2010, 1 page et annexe.
- DC6** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions des participants transmises à la commission à la suite de la première partie d'audience publique, 1 page.
- DC7** Amandine CHAPELLE. Document d'analyse juridique des lois et règlements entourant actuellement les hydrocarbures au Québec [www.hydrocarburesgim.ca]. (Seul l'hyperlien est disponible.)
- DC8** Shirley LABELLE. Hyperlien YouTube déposé en marge de la présentation, 19 juin 2013.
- DC9** Annie LANDRY. *Revue de presse du projet de Gastem aux îles de la Madeleine (juillet 2008 – juin 2013) vue et revue par le regroupement citoyen Énergie alternative créé en réaction à ce projet*, pagination diverse. (Seule la copie imprimée est disponible au secrétariat de la commission ainsi qu'à la bibliothèque de l'Université du Québec à Montréal.)
- DC10** Hélène CHEVRIER. Réponse à la question soumise par la commission du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement à la séance du 19 juin dernier sur la gestion et la qualité de l'eau potable des puits privés situés hors du réseau d'aqueduc municipal, juillet 2013, 6 pages et annexes.

Les demandes d'information de la commission

- DQ1** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Commission géologique du Canada, 24 mai 2013, 2 pages.
- DQ1.1** RESSOURCES NATURELLES CANADA. Réponses aux questions du document DQ1, 28 mai 2013, 7 pages.
- DQ2** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à Gastem Inc., 24 mai 2013, 2 pages.
- DQ2.1** GASTEM INC. Réponses aux questions du document DQ2, 2 pages.
- DQ3** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à la Municipalité de Grosse-Île, 24 mai 2013, 1 page.
- DQ3.1** MUNICIPALITÉ DE GROSSE-ÎLE. Réponse à la question du document DQ3, 27 mai 2013, 1 page.

- DQ4** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement de la Faune et des Parcs, 24 mai 2013, 2 pages.
- DQ4.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ4, 4 pages et cartes.
- DQ5** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère des Ressources naturelles, 24 mai 2013, 2 pages.
- DQ5.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponses aux questions du document DQ5, 5 pages.
- DQ6** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question au ministère des Transports, 24 mai 2013, 1 page.
- DQ6.1** MINISTÈRE DES TRANSPORTS. Réponse à la question du document DQ6, 27 mai 2013, 3 pages.
- DQ7** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 24 mai 2013, 2 pages.
- DQ7.1** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Réponses aux questions du document DQ7, 27 mai 2013, 3 pages.
- DQ8** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à l'Institut Maurice-Lamontagne, 24 mai 2013, 1 page.
- DQ8.1** PÊCHES ET OCÉANS CANADA. Réponse à la question du document DQ8, 6 juin 2013, 2 pages.
- DQ9** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à Mines Seleine, 27 mai 2013, 1 page.
- DQ9.1** MINES SELEINE. Réponse à la question du document DQ9, 28 mai 2013, 1 page.
- DQ10** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à Gastem Inc., 27 mai 2013, 2 pages.
- DQ10.1** GASTEM INC. Réponses aux questions du document DQ10, 28 mai 2013, 2 pages.
- DQ11** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 28 mai 2013, 2 pages.

- DQ11.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ11, 10 juin 2013, 2 pages et annexe.
- DQ12** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question au ministère des Ressources naturelles, 3 juin 2013, 1 page.
- DQ12.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponse à la question du document DQ12, 7 juin 2013, 1 page et annexe.
- DQ13** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à Hydro-Québec, 3 juin 2013, 2 pages.
- DQ13.1** HYDRO-QUÉBEC. Réponses aux questions du document DQ13, 6 juin 2013, 2 pages et annexe.
- DQ14** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 6 juin 2013, 1 page.
- DQ14.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ14, 28 juin 2013, 2 pages et annexes.
- DQ15** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 6 juin 2013, 1 page.
- DQ15.1** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Réponses aux questions du document DQ15, 6 juin 2013, 1 page et annexe.
- DQ16** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à Hydro-Québec, 6 juin 2013, 1 page.
- DQ16.1** HYDRO-QUÉBEC. Réponse à la question du document DQ16, 7 juin 2013, 1 page.
- DQ17** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à la Municipalité de Grosse-Île, 6 juin 2013, 1 page.
- DQ17.1** MUNICIPALITÉ DE GROSSE-ÎLE. Réponse à la question du document DQ17, 10 juin 2013, 1 page.
- DQ18** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à Gastem Inc., 7 juin 2013, 2 pages.
- DQ18.1** GASTEM INC. Réponses aux questions du document DQ18, 30 août 2013, 6 pages.

- DQ19** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère des Ressources naturelles, 11 juin 2013, 2 pages.
- DQ19.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponses aux questions du document DQ19, 27 juin 2013, 4 pages.
- DQ20** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Commission géologique du Canada, 11 juin 2013, 1 page.
- DQ20.1** RESSOURCES NATURELLES CANADA. Réponses aux questions du document DQ20, 13 juin 2013, 2 pages.
- DQ21** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question au ministère des Ressources naturelles, 14 juin 2013, 1 page.
- DQ21.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponse à la question du document DQ21, 25 juin 2013, 3 pages.
- DQ22** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 14 juin 2013, 1 page.
- DQ22.1** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Réponse à la question du document DQ22, 4 septembre 2013, 1 page.
- DQ23** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à la Municipalité de Grosse-Île, 14 juin 2013, 1 page.
- DQ23.1** MUNICIPALITÉ DE GROSSE-ÎLE. Réponse à la question du document DQ23, 14 juin 2013, 1 page.
- DQ24** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Commission géologique du Canada, 21 juin 2013, 2 pages.
- DQ24.1** RESSOURCES NATURELLES CANADA. Réponses aux questions du document DQ24, 25 juin 2013, 4 pages.
- DQ25** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 9 juillet 2013, 1 page.
- DQ25.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ25, 17 juillet 2013, 2 pages.
- DQ26** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 11 juillet 2013, 1 page.

- DQ26.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ26, 15 juillet 2013, 2 pages.
- DQ27** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 11 juillet 2013, 1 page.
- DQ27.1** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Réponses aux questions du document DQ27, 17 juillet 2013, 1 page et annexe.
- DQ28** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Municipalité de Grosse-Île, 11 juillet 2013, 1 page.
- DQ28.1** MUNICIPALITÉ DE GROSSE-ÎLE. Réponses aux questions du document DQ28, 16 juillet 2013, 1 page.
- DQ29** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 11 juillet 2013, 2 pages.
- DQ29.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ29, 24 juillet 2013, 2 pages.
- DQ30** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 22 juillet 2013, 1 page.
- DQ30.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponse à la question du document DQ30, 24 juillet 2013, 2 pages et annexes.
- DQ30.2** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Complément d'information du ministère des Ressources naturelles en lien avec la question du document DQ30 sur les espèces menacées ou vulnérables, 25 juillet 2013, 2 pages.
- DQ31** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 22 juillet 2013, 1 page.
- DQ31.1** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Réponse à la question du document DQ31, 23 juillet 2013, 1 page et annexe.
- DQ32** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à Mines Seleine, 22 juillet 2013, 1 page.

- DQ32.1** MINES SELEINE. Réponse à la question du document DQ32, 23 juillet 2013, 1 page.
- DQ33** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à Environnement Canada, 22 juillet 2013, 1 page.
- DQ33.1** ENVIRONNEMENT CANADA. Réponse à la question du document DQ33, 29 juillet 2013, 1 page et annexes.
- DQ34** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 29 juillet 2013, 2 pages.
- DQ34.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ34, 2 août 2013, 5 pages.
- DQ35** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à Hydro-Québec, 1^{er} août 2013, 1 page.
- DQ35.1** HYDRO-QUÉBEC. Réponse à la question du document DQ35, 7 août 2013, 1 page.
- DQ36** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère des Ressources naturelles, 2 août 2013, 2 pages.
- DQ36.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponses aux questions du document DQ36, 8 août 2013, 2 pages.
- DQ37** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question au ministère des Ressources naturelles, 20 août 2013, 1 page.
- DQ37.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponse à la question du document DQ37, 22 août 2013, 1 page.
- DQ38** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question à Mines Seleine, 21 août 2013, 1 page.
- DQ38.1** MINES SELEINE. Réponse à la question du document DQ38, 23 août 2013, 1 page.
- DQ39** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 21 août 2013, 1 page.

- DQ39.1** MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Réponses aux questions du document DQ39, 27 août 2013, 1 page.
- DQ40** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 21 août 2013, 1 page.
- DQ40.1** MUNICIPALITÉ DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE. Réponses aux questions du document DQ40, 21 août 2013, 1 page.
- DQ41** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Question au ministère des Ressources naturelles, 21 août 2013, 1 page.
- DQ41.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponse à la question du document DQ41, 27 août 2013, pagination diverse et carte.
- DQ42** BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. Questions au ministère des Ressources naturelles, 28 août 2013, 1 page.
- DQ42.1** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. Réponses aux questions du document DQ42, 3 septembre 2013, pagination diverse.

Les transcriptions

BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. *Les effets liés à l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles sur les nappes phréatiques aux Îles-de-la-Madeleine, notamment ceux liés à l'exploration et l'exploitation gazière.*

- DT1** Séance tenue le 14 mai 2013 en soirée à L'Étang-du-Nord, 110 pages.
- DT2** Séance tenue le 15 mai 2013 en après-midi à L'Étang-du-Nord, 79 pages.
- DT3** Séance tenue le 15 mai 2013 en soirée à L'Étang-du-Nord, 100 pages.
- DT4** Séance tenue le 16 mai 2013 en après-midi à L'Étang-du-Nord, 88 pages.
- DT5** Séance tenue le 16 mai 2013 en soirée à L'Étang-du-Nord, 87 pages.
- DT6** Séance tenue le 18 juin 2013 en soirée à L'Étang-du-Nord, 74 pages.
- DT7** Séance tenue le 19 juin 2013 en soirée à L'Étang-du-Nord, 70 pages.

Annexe 3

Les seize principes du développement durable et leur définition

Les principes

Santé et qualité de vie : Les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Les personnes ont droit à une vie saine et productive, en harmonie avec la nature ;

Équité et solidarité sociale : Les actions de développement durable doivent être entreprises dans un souci d'équité intra et intergénérationnelle ainsi que d'éthique et de solidarité sociales ;

Protection de l'environnement : Pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement ;

Efficacité économique : L'économie du Québec et de ses régions doit être performante, porteuse d'innovation et d'une prospérité économique favorable au progrès social et respectueuse de l'environnement ;

Participation et engagement : La participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique ;

Accès au savoir : Les mesures favorisant l'éducation, l'accès à l'information et la recherche doivent être encouragées de manière à stimuler l'innovation ainsi qu'à améliorer la sensibilisation et la participation effective du public à la mise en œuvre du développement durable ;

Subsidiarité : Les pouvoirs et les responsabilités doivent être délégués au niveau approprié d'autorité. Une répartition adéquate des lieux de décision doit être recherchée, en ayant le souci de les rapprocher le plus possible des citoyens et des communautés concernés ;

Partenariat et coopération intergouvernementale : Les gouvernements doivent collaborer afin de rendre durable le développement sur les plans environnemental, social et économique. Les actions entreprises sur un territoire doivent prendre en considération leurs impacts à l'extérieur de celui-ci ;

Prévention : En présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source ;

Précaution : Lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement ;

Protection du patrimoine culturel : Le patrimoine culturel, constitué de biens, de lieux, de paysages, de traditions et de savoirs, reflète l'identité d'une société. Il transmet les valeurs de celle-ci de génération en génération et sa conservation favorise le caractère durable du développement. Il importe d'assurer son identification, sa protection et sa mise en valeur, en tenant compte des composantes de rareté et de fragilité qui le caractérisent ;

Préservation de la biodiversité : La diversité biologique rend des services inestimables et doit être conservée pour le bénéfice des générations actuelles et futures. Le maintien des espèces, des écosystèmes et des processus naturels qui entretiennent la vie est essentiel pour assurer la qualité de vie des citoyens ;

Respect de la capacité de support des écosystèmes : Les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité ;

Production et consommation responsables : Des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'écoefficience, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources ;

Pollueur payeur : Les personnes qui génèrent de la pollution ou dont les actions dégradent autrement l'environnement doivent assumer leur part des coûts des mesures de prévention, de réduction et de contrôle des atteintes à la qualité de l'environnement et de la lutte contre celles-ci ;

Internalisation des coûts : La valeur des biens et des services doit refléter l'ensemble des coûts qu'ils occasionnent à la société durant tout leur cycle de vie, depuis leur conception jusqu'à leur consommation et leur disposition finale.

Bibliographie

AGENCE EUROPÉENNE DE STATISTIQUES (2003). *Analyse des régions insulaires et des régions ultrapériphériques de l'Union européenne, Partie I : Les régions insulaires*, Contrat n° 2000.CE.16.0.AT.118, Rapport final, 127 p.

AGGLOMÉRATION DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE (2010). *Schéma d'aménagement et de développement révisé*, 302 p.

ANGEON, Valérie et P. SAFFACHE (2008). « Les petites économies insulaires et le développement durable : des réalités locales résilientes ? », *Études caribéennes*.

ATTENTION FRAGÎLES (2012). *Plan stratégique d'intervention en environnement pour le territoire des îles de la Madeleine*, Groupe de référence en environnement des Îles-de-la-Madeleine, 161 p.

ATTENTION FRAGÎLES (2010). *Guide de formation sur les milieux marins, dunaires, humides et forestiers des îles de la Madeleine*, 54 p.

BAPE (2000). *L'eau, ressource à protéger, à partager et à mettre en valeur*, rapport de la commission sur la gestion de l'eau au Québec, 286 p. et annexes.

BAPE (2006). *Projet d'implantation du terminal méthanier Énergie Cacouna par TransCanada Pipelines Limited et Petro-Canada*, rapport d'enquête et d'audience publique, 237 p.

BAPE (2011). *Développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec*, rapport d'enquête et d'audience publique, 323 p.

BERNATCHEZ, P. et al. (2008). *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières*, UQAR. Rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au FACC, 256 p.

BOUCHER, L. P. et J. MOROSE (1990). « Responsabilisation et appartenance : la dynamique d'un projet éducatif », *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 16, n° 3, 1990, p. 415 à 431.

BRACE, G. et MOUREAU, M. (1993). *Dictionnaire des sciences et techniques du pétrole*, Édition Technip, 990 p.

BRIGUGLIO, L. (2003). *The vulnerability index and small island developing states, a review of conceptual and methodological issues*, University of Malta, 27 p.

BRISEBOIS, Daniel (1981). *Lithostratigraphie des strates permo-carbonifères, de l'archipel des îles de la Madeleine*, ministère de l'Énergie et des Ressources, 48 p.

BRUAND, A. et Y. COQUET (2005). *Les sols et le cycle de l'eau*, dans Girard M. C. et al. (eds.), *Sols et Environnement*, Dunod, Paris, p. 345 à 363.

BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC (2011). *Guide d'application des principes de développement durable dans la gestion des organisations*, BNQ 9700-021/2011, 54 p.

CHANG, S. W. et al. (2011). « Dose sea-level rise have an impact on saltwater intrusion? », *Advances in Water Resources*, n° 34, p. 1283 à 1291.

CIRAIG (2012). *Projet type concernant les activités liées au gaz de schiste au Québec, document synthèse*, 51 p.

COMITÉ ZIP DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE (2008). *Caractérisation, sensibilisation et mise en valeur des milieux humides des Îles-de-la-Madeleine*, 71 p.

CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES (2009). *La gestion durable des eaux souterraines au Canada*, Comité d'experts sur les eaux souterraines au Canada, 276 p.

CÔTÉ, M. et al. (2007). *Bilan forestier régional, basé sur les connaissances – Gaspésie - Les Îles*, première mise à jour, Consortium en foresterie Gaspésie-les-Îles, 227 p.

CROWE A. S. et al. (2003). *Qualité des eaux souterraines*, Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME), Winnipeg (Manitoba), série d'ateliers du CCME : sciences de l'eau et politiques, rapport n° 2, 56 p.

DESSUREAULT, R. et G. SIMARD (1970). *Hydrogéologie des îles de la Madeleine*, gouvernement du Québec, ministère des Richesses naturelles. 106 p.

DORE et al. (2013). « Cost scenarios for small drinking water treatment technologies », *Desalination and Water Treatment*, vol. 51, n°s 16 à 18, p. 3628 à 3638.

DUBÉ, N., et C. PARENT (2011). *L'état de santé et de bien-être de la population des Îles-de-la-Madeleine*, Direction de santé publique Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, 210 p.

DUNSKY Expertise en énergie (2013). *Stratégie énergétique territoriale des Îles-de-la-Madeleine*, Étape 1 : Bilan énergétique et projections, 47 p.

DURBECQ, T., TAGNIT-HAMOU, A. et G. TITA (2012). *Gestion des matières résiduelles aux Îles-de-la-Madeleine. Rapport synthèse final*, rapport soumis au ministère de l'Éducation supérieure, de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MESRST), Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes, Îles-de-la-Madeleine (Québec), vi, 33 p. et annexes.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL (2011). *Guide d'évaluation des sources d'approvisionnement en eau potable*, 216 p.

ECONOMIDES, M. J. et al. (2000). *Reservoir Stimulation*, 3rd Edition, 856 p.

FERGUSON, G. et T. GLEESON (2012). *Vulnerability of coastal aquifers to groundwater use and climate change*, *Nature Climate Change*, volume n° 2, doi : 10.1038/nclimate1413, p. 342 à 345.

FRANÇOIS, B. et E. RICHARD (2010). « Adaptation des territoires insulaires : éléments de réflexion à partir de deux îles françaises (Ré et la Réunion) », *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*, doi : 10.4000/vertigo.10473.

FREEZE, R. A. et J. A. CHERRY (1979). *Groundwater*, Engelwood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 604 p.

GOMBAUD, S. (2010). *Îles, insularité et îléité, le relativisme dans l'étude des espaces archipélagiques*, thèse de doctorat de l'Université de la Réunion, U.F.R. de Géographie, 1101 p.

GORODY W. A. (2012). « Factors affecting the variability of stray gas concentration and composition in groundwater », *Environmental Geosciences*, n° 19(1), p. 17 à 31.

GREEN, T. R. *et al.* (2011). « Beneath the surface of global change: Impacts of climate change on groundwater », *Journal of Hydrology*, n° 405(3-4), p. 532 à 560.

GROUPE DE TRAVAIL SUR LA CLASSIFICATION DES SOLS (2002). *Le système canadien de classification des sols*, 3^e édition. Direction générale de la recherche, ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada, publication n° 1646, 196 p.

GROUPE MADELIN'EAU (2004). *Gestion des eaux souterraines aux îles de la Madeleine – Un défi de développement durable*, rapport final, document n° 1, Méthodologie de l'étude, 58 p.

GROUPE MADELIN'EAU (2011). *Projet de réalisation d'un forage gazier vertical et conventionnel d'une profondeur de 2 500 m, municipalité des Îles-de-la-Madeleine – Reconnaissance/identification des cibles les plus propices*, rapport d'étape n° 1, Expertise hydrogéologique, 79 p.

GUGLIELMO, T. et C. RICHARD (2009). « Îles-de-la-Madeleine : Vivre l'insularité », *Continuité*, n° 121, p. 32 à 35.

GUPTA, V. K. *et al.* (2012). « Chemical treatment technologies for waste-water recycling – an overview », *Journal of the Royal Society of Chemistry*, RSC Advances, n° 2, p. 6380 à 6388.

HANSEN, B. A. (2012). *Simulating the effects of climate change on a coastal aquifer, Summerside, Prince Edward Island*, mémoire de maîtrise, Département des sciences de la Terre, Saint-Francis-Xavier University, Nova Scotia, 105 p.

HYNE, J. H. (2012). *Nontechnical guide to petroleum geology, exploration, drilling and production*, 3rd Edition, 698 p.

IBRAHIM *et al.* (2010). *Potentiel des systèmes hybrides de type éolien-diesel air comprimé pour l'électrification des sites isolés*, 1^{re} Conférence franco-syrienne sur les énergies renouvelables, 12 p.

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2009). *Perspectives démographiques des MRC du Québec, 2006-2031*, 15 p.

JACKSON, R. E. *et al.* (2013b). *Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 6 p.

JACKSON, R. E. *et al.* (2013a). *Groundwater Protection and Unconventional Gas Extraction: The Critical Need for Field-Based Hydrogeological Research*, National Ground Water Association, doi : 10.1111/gwat.12074, p. 1 à 23.

KOOHZARE, A., P. VANICEK *et* M. SANTOS (2008). « Pattern of recent vertical crustal movements in Canada », *Journal of Geodynamics*, n° 45, p. 133 à 145.

KOOHZARE, A., P. VANICEK *et* M. SANTOS (2011). « Smooth piecewise algebraic approximation as applied to large-scale 2D scattered geodetic data fitting », *Survey Review*, n° 43, p. 663 à 678.

LA SOCIÉTÉ CANADIENNE DE SEL LIMITÉE (2006). *Programme décennal de dragage d'entretien du chenal maritime de Mines Seleine à Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine*, étude d'impact sur l'environnement, 166 p., 5 annexes.

LAVOIE, D. *et al.* (2009). *Petroleum resource assessment, Paleozoic successions of the St. Lawrence platform and Appalachians of Eastern Canada*, Commission géologique du Canada, dossier public n° 6174, 273 p.

LEBLANC, Y. (1994). *Analyse et modélisation numérique de huit puits de production sur l'île du Cap-aux-Meules, Îles-de-la-Madeleine*, essai de maîtrise, Université Laval, 112 p. *et* 7 annexes.

LEMIÈRE B. *et al.* (2001). *Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes. Applications dans un contexte d'évaluation détaillée des risques pour les ressources en eau*, 103 p.

LOCAT, J. *et* P. GÉLINAS (1988). « Infiltration of de-icing road salts in aquifers: the Trois-Rivières-Ouest case, Québec, Canada », *Journal canadien des sciences de la terre*, n° 26, p. 2186 à 2193.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (2013). *Un profil de l'industrie agricole – L'agriculture dans l'occupation dynamique des Îles-de-la-Madeleine*, 29 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (2011). *Le secteur bioalimentaire en Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine, une diversité à découvrir !*, 27 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (1999). *Lignes directrices pour le traitement de sol par biodégradation, bioventilation ou volatilisation*, 34 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'ONTARIO (2013). *Les systèmes géothermiques en Ontario*, Bulletin technique, 60 p.

MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES ET DU LOGEMENT DE L'ONTARIO (2002). *Plan de conservation de la moraine d'Oak Ridges*, 12 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2012). *Les milieux humides et l'autorisation environnementale*, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Direction des politiques de l'eau et Pôle d'expertise hydrique et naturel, 41 p. et annexes.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2011). *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec, guide des conditions générales*, 3^e appel de propositions, 8 p. et 3 annexes.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2006). *Outils de détermination d'aires d'alimentation et de protection de captage d'eau souterraine*, 2^e édition, 203 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2008). *Guide technique – Captage d'eau souterraine pour des résidences isolées*, 67 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2011). *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Échantillonnage des eaux souterraines*, cahier n° 3, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 60 p. et annexe.

MONTGOMERY, C. T. et M. B. SMITH (2010). « Hydraulic fracturing, history of an enduring technology », *Journal of Petroleum Technology*, décembre 2010, p. 26 à 33.

ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC (2009). *Manuel de foresterie*, Éditions MultiMondes, Québec, 1510 p.

PÉRON, F. (2005). « Fonctions sociales subjectives des espaces insulaires à partir de l'exemple des îles du Ponant », *Annales de Géographie*, vol. 114, n°644, p. 422 à 436.

PINET, N. *et al.* (2008). « Surface and subsurface signatures of gas seepage in the St. Lawrence Estuary (Canada): significance to hydrocarbon exploration », *Marine and Petroleum Geology*, vol. 25, n° 3, p. 271 à 288.

ROZELL, D. J., et REAVEN, S. J. (2012). « Water Pollution Risk Associated with Natural Gas Extraction from the Marcellus Shale », *Risk Analysis*, vol. 32, n° 8, p. 1382 à 1393.

SANTÉ CANADA (2012). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Tableau sommaire. Bureau de l'eau, de l'air et des changements climatiques*, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, 24 p.

STAMMER, D. *et al.* (2013). « Causes for contemporary sea level changes », *Annual Review of Marine Science*, n° 5, p. 21 à 46.

STEMPVOORT D. R. (2013). *Groundwater Protection and Unconventional Gas Extraction: The Critical Need for Field-Based Hydrogeological Research*, National Ground Water Association, doi : 10.1111/gwat.12074, p. 1 à 23.

SYLVESTRE, M. (1979a). *Carte hydrogéologique des îles de la Madeleine*, ministère des Richesses naturelles, Service des eaux souterraines, 1 carte.

SYLVESTRE, M. (1979b). *Étude par modèle mathématique des nappes souterraines de la Grosse Île et de l'Île de la Grande-Entrée*, ministère des Richesses naturelles, Service des eaux souterraines, 125 p.

TAGLIONI, F. (2006). « Les petits espaces insulaires face à la variabilité de leur insularité et de leur statut politique », *Annales de géographie*, 2006/6 n° 652, p. 664 à 687, doi : 10.3917/ag.652.0664.

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD (2012). *Water for Texas – 2012 State Water Plan*, 299 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2011). *Plan to study the potential impacts of hydraulic fracturing on drinking water resources*, 174 p.

VASSEUR, L. et N. CATTO (2008). *Canada atlantique*, dans *Vivre les changements climatiques au Canada*, Édition 2007, édité par D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix et E. Bush, gouvernement du Canada, p. 119 à 170.

VIDIC, R. D. *et al.* (2013). *Impact of shale gas development on regional water quality*, *Science*, vol. 340, n° 6134, doi : 10.1126/science.1235009.

WANG, J., J. HE et H. CHEN (2012). « Assessment of groundwater contamination risk using hazard quantification, a modified DRASTIC model and groundwater value, Beijing, China », *Science of the Total Environment*, n° 432, p. 216 à 226.



Pages intérieures imprimées sur du papier contenant 100 % de fibres postconsommation, certifié choix environnemental, procédé sans chlore et fabriqué au Québec à partir d'énergie biogaz.