

Chapitre 2 : Caractéristiques physiques

2.1 GÉOLOGIE ET PÉDOLOGIE

2.1.1 Roche-mère

La roche-mère compose la croûte terrestre et les sols se forment à partir de cette roche. Selon son processus de formation, elle peut avoir différentes origines. Dans la ZGIE du nord de la Gaspésie, les roches affleurantes sont de caractère intrusif, volcanique, sédimentaire et métamorphique d'origine sédimentaire. De plus, la roche-mère a trois origines : sédimentaire (majoritairement), magmatique (intrusive ou volcanique) et métamorphique (d'origine sédimentaire ou magmatique) (carte 3) (Bourque, 2010).

La roche-mère de la ZGIE est fortement plissée et faillée par les différentes phases appalachiennes et peut être divisée en deux domaines principaux. La nappe de charriage interne, correspondant aux monts Chic-Chocs (bassins versants Cap-Chat et Sainte-Anne), est composée d'un assemblage de roches sédimentaires et volcaniques fortement plissées. Les roches volcaniques sont du basalte et du metabasalte. Quant aux roches sédimentaires, elles sont composées de calcaire, dolomie et mudrock. La nappe de charriage externe, quant à elle, est composée exclusivement de roches sédimentaires, principalement du grès, de l'arkose et du grauwaack, accompagnés de calcaire et dolomie, ainsi que de mudrock. Le granite, roche d'origine intrusive, chevauchant les bassins versants Sainte-Anne et Madeleine correspond aux monts McGerrigle (carte 3) (MRNF, 2006b; MRNF, 2009c).

De façon générale, la perméabilité de la roche-mère influence l'écoulement de l'eau souterraine et le ruissellement de surface. Elle intervient en effet sur la vitesse de montée des crues, sur leur volume et sur l'apport des nappes souterraines en période d'étiage. Une roche-mère imperméable entraîne une crue plus rapide et plus violente qu'une roche-mère perméable. Cette dernière retenant l'eau plus facilement, elle pourra assurer, en période de sécheresse, une alimentation en eau sur une période plus longue. Une quantité d'eau peut être absorbée dans les fissures des roches naturellement imperméables ou dans les formations rocheuses altérées (Musy, 2005).

Les types de roche en place influencent la configuration du milieu hydrique de la ZGIE. L'orientation dominante des cours d'eau, du sud-est vers le nord-est, est parallèle aux couches géologiques. De plus, la forte perméabilité des formations sédimentaires fait en sorte que le réseau hydrographique est composé de nombreux cours d'eau et de très peu de lacs. La forte concentration de calcaire dans le sous-sol, par sa perméabilité et ses propriétés de neutralisation des pluies acides, favorise une eau d'une grande limpidité et riche en sels minéraux (MRNF, 2006b; Canards Illimités Canada, 2008c).

2.1.2 Dépôts de surface

Les dépôts de surface, ou dépôts meubles, sont les matériaux meubles (sables, argiles, graviers) déposés sur le socle rocheux et résultant de l'action relativement récente des glaciers, de l'eau, du vent et de la gravité. La composition et l'épaisseur des dépôts de surface sont variables et en l'absence de dépôts, c'est le roc qui affleure (MDDEP, 2002j; MRNF, 2012h). Il y a neuf types de dépôts de surface dans la ZGIE (carte 4).

Les plus importants en superficie sont les dépôts de pente et d'altération situés en zones montagneuses, généralement le long des parois rocheuses. Ce type de dépôts, produit par la décomposition et la fragmentation de la roche-mère, est le plus abondant dans la ZGIE (MRNF, 2004; CRNT, 2009a).

Les dépôts glaciaires et fluvioglaciaires, héritage de la dernière glaciation, se composent de tills de granulométrie et de formes variées ainsi que de blocs erratiques. Les dépôts glaciaires ont été laissés par les glaciers et peuvent être composés de blocs de forte dimension. Ces dépôts sont les seconds en importance dans la ZGIE. Ils sont concentrés en quelques endroits, soit sur les versants des monts Chic-Chocs et McGerrigle (bassins versants Cap-Chat, Sainte-Anne et Madeleine), ainsi que sur le versant des vallées dans les bassins versants Dartmouth et York. Le bassin versant de la Petite rivière Sainte-Anne est composé presque entièrement de dépôts glaciaires (MRNF, 2004; Rompré et Gagnon, 2005; CRNT, 2009a). Les dépôts fluvioglaciaires ont été mis en place par les cours d'eau résultant de la fonte des glaciers et sont plus fins et plus stratifiés que les dépôts glaciaires. Il y en a peu dans la ZGIE et ils sont répartis le long de certaines rivières, notamment à l'embouchure de la rivière Saint-Jean (MRNF, 2004; Rompré et Gagnon, 2005; CRNT, 2009a).

Les dépôts fluviatiles ont été déposés sur les lits, les rives et les terrasses des cours d'eau anciens ou actuels. Ces dépôts bordent plusieurs des rivières de la ZGIE. Ce sont des dépôts bien stratifiés et composés de gravier et de sable, avec une faible proportion de limon et d'argile (MRNF, 2004; Rompré et Gagnon, 2005).

Les dépôts lacustres ont été déposés dans des lacs qui se sont asséchés. Ils peuvent contenir du sable, du limon, de l'argile stratifiée et du gravier. Il y a de ces dépôts à deux endroits seulement soit à l'est du bassin versant au Renard et dans un autre bassin versant (sans hydronyme) dans le TNO Rivière-Saint-Jean, près de la côte (MRNF, 2004; Rompré et Gagnon, 2005).

Les dépôts marins et littoraux marins ont été déposés par la mer de Goldthwait dans les secteurs côtiers, et ce jusqu'à des altitudes de 60 m. Ces dépôts sont composés d'argile, de limon et de sable fin. Ils se situent dans les secteurs agricoles, plus fréquemment sous forme de terrasses, de cordons de plage et de plages. Ces dépôts constituent les sols les plus fertiles et sont situés principalement dans les secteurs de Cap-Chat, Sainte-Anne-des-Monts et Gaspé (MRNF, 2004; Rompré et Gagnon, 2005; CRNT, 2009a).

Les dépôts organiques, constitués exclusivement de matériel organique, occupent des dépressions topographiques correspondant à d'anciens lacs ou chenaux. Ces dépôts sont en général peu profonds (moins de 50 cm) et le matériel organique y est bien décomposé. Ce type de dépôt est réparti un peu partout dans la ZGIE, en petites concentrations (MRNF, 2004; Rompré et Gagnon, 2005).

Le substrat rocheux se situe surtout sur les pentes abruptes, particulièrement celles des monts Chic-Chocs et McGerrigle, à la tête des bassins versants Sainte-Anne et Madeleine, aux endroits où il n'y a pas de dépôts de surface (MRNF, 2004; Rompré et Gagnon, 2005; CRNT, 2009a).

2.1.3 Sols

Les sols sont formés par la transformation des dépôts de surface et de la roche-mère sur laquelle ils reposent. Ils se forment et évoluent grâce à la végétation, au temps, au climat et à la topographie (Rompré et Gagnon, 2005). La nature du sol influence la rapidité de montée des crues ainsi que leur volume. Le type de sol et son épaisseur définissent le taux d'infiltration et d'humidité, la capacité de rétention et le ruissellement. La porosité des sols détermine la proportion d'eau s'infiltrant dans le sol et celle ruisselant. Les sols poreux permettent d'éviter le ruissellement après une pluie et contribuent à l'alimentation des nappes phréatiques. Le sol régule aussi le régime des cours d'eau. Le sol filtre et épure les eaux le traversant. La composition chimique et biologique de l'eau sera de plus influencée par la composition du sol qu'elle traverse (Ruellan et Poss, s.d.; Musy, 2005).

Dans l'*Étude pédologique des terres cultivées de la péninsule Gaspésienne*, l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) a identifié 64 séries (unité de base du système canadien de classification des sols) sur le territoire de la péninsule gaspésienne. Ces séries ont des propriétés morphologiques, physiques et chimiques distinctes (Rompré et Gagnon, 2005). Elles ne seront pas décrites dans ce portrait, mais des généralités ont pu être dégagées de cette étude.

Le phénomène de podzolisation, soit la dégradation des argiles par des acides organiques aboutissant à un sol acide et pauvre en métaux, semble peu important en Gaspésie. Cela est dû à la forte concentration en calcaire dans la roche-mère. Aussi, les sols argileux de la région sont en général à fort pourcentage de limon, tout autour de la péninsule se trouvent de grandes étendues de loam, soit une matrice de sable avec limon et un faible pourcentage d'argile (Rompré et Gagnon, 2005).

2.2 GÉOMORPHOLOGIE ET TOPOGRAPHIE

La chaîne de montagnes des Appalaches constitue les assises géologiques de la Gaspésie. La partie québécoise de cette chaîne de montagnes, s'étendant de l'Estrie jusqu'à Gaspé, résulte de deux phases orogéniques, la taconienne et l'acadienne. Ces deux phases sont le résultat de collisions entre d'anciens continents provoquant le plissement, le soulèvement et le charriage de la roche en place.

Cette série d'événements géologiques a formé les structures complexes et instables composant les assises actuelles de la région (Vigneault et al., 2011).

Dès sa formation, la chaîne de montagnes des Appalaches est sujette à une longue séquence d'érosion. Ce sont principalement les rivières en place à cette époque, mais également les conditions climatiques rigoureuses (vent, pluie, neige, glace), qui érodent les montagnes constituant les Appalaches. Cette érosion a contribué à la transformation de la chaîne de montagnes en une vaste pénéplaine, qui plus tard, a subi un relèvement de plus de 300 mètres. Cette pénéplaine est aujourd'hui un vaste plateau, soit cette étendue de terrain relativement plane entaillée de vallées encaissées aperçue depuis le sommet du mont Jacques-Cartier. Les vallées de ce plateau ont été creusées par les glaciers et les rivières à la suite du soulèvement. L'érosion a aussi permis le dégagement progressif des intrusions granitiques formant les monts McGerrigle (Larousse, 2010; Vigneault et al., 2011).

Les glaciers, en plus de contribuer à l'érosion du territoire, ont provoqué l'enfoncement de la croûte terrestre. Additionné à la fonte des glaces, ce phénomène a permis l'invasion du territoire par une mer postglaciaire, la mer de Goldthwait. Cette mer a occupé le nord de la péninsule pendant 6 000 ans et a contribué au façonnement des deltas et des terrasses marines retrouvées aujourd'hui à des altitudes entre 6 et 60 m, selon les secteurs (Rompré et Gagnon, 2005; Vigneault et al., 2011).

Le relief actuel de la péninsule gaspésienne est composé de trois ensembles topographiques (carte 5). D'abord, un groupe de hauts sommets (660 à plus de 1 000 m), constitué des monts Chic-Chocs et McGerrigle, constitue la tête des bassins versants de la ZGIE. Le plus haut sommet de ce groupe, le mont Jacques-Cartier, fait 1 268 mètres d'altitude. Il est situé sur la limite commune des bassins versants Sainte-Anne et Madeleine, mais il n'a pu être cartographié. Bordant ce massif, la pénéplaine, se traduisant par une série de vastes plateaux d'altitude d'un maximum de 600 m, est enclavée de vallées glaciaires aux versants abruptes. Ces vallées constituent d'ailleurs les assises du réseau hydrographique en place. Puis, les basses terres côtières, d'une largeur maximale d'un kilomètre, forment les littoraux bordant le golfe du Saint-Laurent, où se déverse l'ensemble des principaux cours d'eau. Les côtes de la pointe de la péninsule se démarquent par l'abondance de baies profondes et de falaises (MRNF, 2006b).

L'altitude du sommet le plus élevé de chacun des principaux bassins versants est présentée au tableau 2.1 et à la carte 5. Ces sommets vont de 419 m dans le bassin versant de la Petite rivière Sainte-Anne à 1 246 m dans le bassin versant de Madeleine. Ils sont situés pour la plupart à la tête des bassins versants et les plus élevés font partie des monts Chic-Chocs et McGerrigle.

Tableau 2.1 Altitude du sommet le plus élevé des principaux bassins versants

Bassin versant	Altitude (m)	Bassin versant	Altitude (m)
Cap-Chat	1 073	De l'Anse Pleureuse	627
Sainte-Anne	1 154	Madeleine	1 246
Petite rivière Sainte-Anne	419	De la Grande Vallée	536
À la Martre	958	Au Renard	484
Marsoui	944	De l'Anse au Griffon	358
À Claude	811	Dartmouth	713
De Mont-Saint-Pierre	914	York	876
De Mont-Louis	914	Saint-Jean	706

Source : Ministère des Ressources naturelles (2003)

Les pentes sont principalement de classe douce (à 29,7 %) ou modérée (à 24,1 %) (tableau 2.2). La ZGIE est composée de pentes abruptes sur 13,9 % de sa superficie. Les secteurs à pente nulle sont rares, la ZGIE n'en étant composée qu'à 6,1 %. Parmi les bassins versants se démarquant, celui de Marsoui est composé à 33,1 % de pentes abruptes et celui de Sainte-Anne est constitué à 1,9 % de sommets, pour la plupart dans les monts Chic-Chocs. Le bassin versant de la Petite rivière Sainte-Anne possède le plus de pentes douces, soit 47,8 % de sa superficie et présente la plus faible proportion de pentes abruptes, soit 3,6 %. Les bassins versants de Mont-Louis et De la Grande Vallée présentent la plus grande proportion de pentes nulles avec respectivement 9,9 et 8,8 %.

La pente du terrain influence l'écoulement superficiel des eaux, soit le ruissellement de surface et l'écoulement hypodermique (sous la surface, mais au-dessus des nappes phréatiques permanentes). Ainsi, une pente élevée accélère le ruissellement et empêche l'infiltration. La pente détermine aussi le temps de réponse des cours d'eau aux pluies et aux événements météorologiques exceptionnels (Thébé et al., 1999 ; Musy, 2005).

Tableau 2.2 Répartition des pentes

Bassin versant	Classes de pente															
	Nulle (0 % à 3 %)		Faible (4 % à 8 %)		Douce (9 % à 15 %)		Modérée (16 % à 30 %)		Forte (31 % à 40 %)		Abrupte (41 % et plus)		Sommet ²		Non-classifiée ³	
	ha	% ¹	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Cap-Chat	4 925,8	6,7	14 516,2	19,6	21 238,1	28,7	16 649,0	22,5	4 586,2	6,2	11 057,1	15,0	0,0	0,0	408,4	0,6
Sainte-Anne	3 574,3	4,3	7 239,2	8,8	18 375,5	22,3	22 661,9	27,6	6 562,9	8,0	20 941,5	25,5	1 557,0	1,9	436,1	0,5
Petite rivière Sainte-Anne	441,8	5,7	726,6	9,4	3 693,2	47,8	1 962,9	25,4	358,8	4,6	274,6	3,6	0,0	0,0	241,3	3,1
À la Martre	346,7	4,0	1 283,4	14,7	2 433,5	27,8	1 972,4	22,5	505,8	5,8	2 076,5	23,7	20,6	0,2	37,1	0,4
Marsoui	547,4	3,5	2 009,9	12,9	3 448,2	22,1	3 222,5	20,7	1 018,4	6,5	5 159,1	33,1	55,7	0,4	82,4	0,5
À Claude	458,7	4,7	1 409,2	14,5	2 819,5	29,0	1 509,1	15,5	706,2	7,3	2 666,6	27,4	0,0	0,0	12,1	0,1
De Mont Saint-Pierre	567,5	4,1	1 312,6	9,5	3 859,7	27,8	3 209,8	23,1	1 219,6	8,8	3 529,6	25,4	0,0	0,0	63,0	0,5
De Mont-Louis	2 913,0	9,9	6 586,7	22,4	8 352,7	28,4	5 911,2	20,1	1 665,2	5,7	3 617,3	12,3	0,0	0,0	58,9	0,2
De l’Anse Pleureuse	651,6	6,9	1 510,0	16,0	2 796,9	29,6	2 461,8	26,0	660,8	7,0	1 252,5	13,2	0,0	0,0	2,2	0,02
Madeleine	9 728,9	7,9	27 044,6	22,0	38 750,9	31,5	25 496,0	20,7	8 449,7	6,9	12 236,1	9,9	37,1	0,03	120,4	0,1
De la Grande Vallée	1 507,0	8,8	3 277,2	19,1	4 579,0	26,7	2 979,5	17,4	1 463,7	8,5	3 273,9	19,1	0,0	0,0	52,6	0,3
Au Renard	304,0	4,4	368,4	5,3	1 209,7	17,6	2 525,9	36,7	651,0	9,5	1 570,0	22,8	0,0	0,0	229,8	3,3
De l'Anse au Griffon	302,4	4,7	373,2	5,8	1 126,3	17,5	2 686,1	41,8	540,9	8,4	1 327,7	20,7	0,0	0,0	53,3	0,8
Dartmouth	5 981,4	6,2	16 796,6	17,5	28 808,0	30,0	30 390,1	31,6	5 067,2	5,3	8 098,3	8,4	0,0	0,0	256,3	0,3
York	5 161,8	5,0	21 289,8	20,7	36 179,6	35,2	24 317,5	23,7	4 535,1	4,4	9 591,7	9,3	0,0	0,0	817,7	0,8
Saint-Jean	5 175,5	4,7	12 311,7	11,1	37 720,6	34,0	31 165,7	28,1	10 527,8	9,5	13 157,5	11,9	0,0	0,0	290,6	0,3
Autres bassins versants	8 713,1	7,0	30 908,2	24,7	33 830,8	27,1	23 379,2	18,7	7 309,1	5,9	16 641,8	13,3	2,9	0,002	3 212,9	2,6
ZGIE	51 300,7	6,1	148 963,6	17,8	249 222,1	29,7	202 500,5	24,1	55 828,3	6,7	116 472,1	13,9	1 673,4	0,2	6 375,2	0,8

Sources : CEHQ (2010); MRN (2013g)

¹ Proportion du bassin versant ou de la ZGIE, en pourcentage, couverte par la classe de pente.² *Sommet* : Superficies entourées de pente de 41 % et plus.³ *Non classifiée* : Superficies n'ayant pas été classifiées, car ce sont des terrains non forestiers ou forestiers improductifs. Il s'agit principalement des lieux habités. Les cours d'eau et plans d'eau ont été retirés de cette superficie.

2.3 CLIMAT ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES

2.3.1 Climat actuel

Vents

Le littoral nord de la péninsule gaspésienne est caractérisé par des vents dominants de l'ouest forts et réguliers, dont la vitesse moyenne varie entre 25 et 27 km/h. À d'autres endroits sur la péninsule, les vents peuvent atteindre une vitesse moyenne de 30 km/h (MRNF, 2006b). La station météorologique de Gaspé mesure différentes données sur les vents. Selon ces données, la vitesse moyenne annuelle du vent est de 11,4 km/h, le mois de mars présentant la moyenne la plus élevée (13,3 km/h) et le mois d'août la moyenne la plus faible (8,9 km/h). D'avril à août, les vents dominants sont de l'est et les autres mois de l'année, ils sont de l'ouest (Environnement Canada, 2012).

Les données sur les vents provenant des études d'impact sur l'environnement de quatre parcs éoliens sont présentées au tableau 2.3. Les vents mesurés à des hauteurs de 10 ou 20 m ont une vitesse moyenne de 20 à 25,8 km/h. À des hauteurs plus élevées (40 à 80 m), la vitesse des vents est de 27 à 32,4 km/h. Les vents viennent principalement de l'ouest, du nord-ouest ou de l'ouest-nord-ouest.

Tableau 2.3 Vitesses moyennes et provenance des vents dominants dans quatre parcs éoliens

Parc éolien	Hauteur ¹ (m)	Vitesse moyenne du vent ² (km/h)	Provenance des vents dominants
Mont-Louis	48	28	Nord-ouest
Gros-Morne	10	20	nd
	80	27 à 29,9	Ouest-nord-ouest (21% du temps) Sud-sud-ouest (14% du temps)
Murdochville (mont Copper et mont Miller)	20	25,8	Ouest à nord-ouest
	40	30,5	
Montagne Sèche	10	20	nd
	80	27 à 32,4	Ouest-nord-ouest (20% du temps) Ouest (15% du temps)

Sources : Énergie Éolienne du mont Miller inc. (2003); Énergie Éolienne du mont Copper inc. (2003); Cartier énergie éolienne (2007a, 2007b); SNC-Lavalin Environnement inc. (2008).

¹ Hauteur mesurée à partir du sol.

² La vitesse et la direction du vent à une hauteur de 80 m sont généralement extrapolées à partir de données prises à différentes altitudes.

Températures et précipitations

Le climat de la ZGIE du Nord de la Gaspésie, qualifié de boréal, est influencé par deux principaux facteurs, soit la présence du golfe du Saint-Laurent et la topographie. Ces facteurs font que la région est marquée par d'importantes variations de températures et de précipitations. Le golfe du Saint-Laurent influence le climat du littoral, où les températures sont plus clémentes que dans l'arrière-pays. À l'intérieur des terres, où l'influence maritime diminue, le relief devient le facteur déterminant des variations climatiques. Généralement, des chutes de neige plus importantes et des moyennes de température moins élevées que le long de la côte sont enregistrées (MRNF, 2006b; CRNT, 2009a).

Les précipitations sont plus abondantes au printemps et à l'automne, lorsque l'humidité de l'air est élevée et que les vents sont faibles (CRNT, 2009a). Les précipitations, influencées par le climat régional, sont la source principale d'approvisionnement en eau d'un bassin versant et déterminent donc en bonne partie son régime hydrologique (Gangbazo, 2011).

Les normales climatiques de 1971 à 2000 des sept stations météorologiques d'Environnement Canada dans la ZGIE sont présentées (tableau 2.4). Les normales climatiques de 1981 à 2010 pour cinq stations climatologiques du MDDELCC sont aussi présentées au tableau 2.5. Ces stations font partie du réseau de surveillance du climat du MDDELCC comprenant huit stations climatologiques et trois stations nivométriques dans la ZGIE du Nord de la Gaspésie. À l'exception de la station de Grande-Vallée, il s'agit de stations aussi utilisées par Environnement Canada.

La station météorologique de Murdochville, située plus en altitude à 574,5 m, est le seul témoin des climats rigoureux des hauts plateaux de la ZGIE. D'après les normales climatiques de 1971 à 2000 (tableau 2.4), cette station enregistre une température moyenne annuelle (1,7°C) jusqu'à deux fois inférieure à celles des stations situées le long du littoral (2,7 à 3,3°C). Les chutes de neige y sont également plus importantes, avec une moyenne annuelle d'un peu plus de 531 cm. La station de Cap-Seize est aussi en terrain montagneux, à une altitude de 229 m. Les températures enregistrées sont semblables à celles de Murdochville, mais les précipitations de neige sont un peu plus faibles, soit 475,2 cm. Ces dernières restent cependant plus importantes que les précipitations de neige reçues le long du littoral.

Les stations le long du littoral présentent sensiblement les mêmes températures moyennes pour la période de 1971 à 2000 (tableau 2.4). Elles sont toutefois plus élevées aux trois stations situées dans le secteur de Gaspé (Cap-des-Rosiers, Fontenelle et Gaspé). À l'inverse, la station de Cap-Seize présente le plus grand nombre moyen de jours où des précipitations ont été enregistrées (199,6 jours), la station de Cap-des-Rosiers étant celle en enregistrant le moins (140,9 jours). Entre les normales de 1971 à 2000 et celles de 1981 à 2010, une augmentation des températures et des précipitations moyennes annuelles est enregistrée, à l'exception de Cap-Seize, où les précipitations en neige ont légèrement diminué.

Tableau 2.4 Normales climatiques enregistrées aux stations météorologiques d'Environnement Canada (1971 à 2000)

Station	Altitude (m)	Température moyenne (°C)			Précipitations moyennes annuelles			Température minimale supérieure à 0°C	Précipitations
		Janvier ¹	Juillet ²	Annuelle	Pluie (mm)	Neige (cm)	Totale (mm)	Nombre moyen de jours par années	
Cap-Seize	229,0	-14,3	16,5	1,9	667,9	475,2	1 136,3	157,8	199,6
Sainte-Anne-des-Monts	15,2	-11,7	16,6	2,9	605,4	239,1	844,6	179,3	175,0
Mont-Louis	15,2	-11,7	17,3	3,3	596,5	288,5	885,0	177,1	150,6
Cap des Rosiers	15,0	-10,1	16,0	3,3	847,7	299,4	1 147,1	186,2	140,9
Fontenelle	15,0	-12,8	16,9	2,7	757,7	341,7	1 099,4	nd	166,2
Gaspé	34,1	-11,9	16,6	2,9	752,2	380,0	1 117,1	161,7	161,5
Murdochville	574,5	-13,9	16,4	1,7	586,0	531,4	1 117,4	nd	169,6

Source : Environnement Canada (2012b)

¹ Mois le plus froid² Mois le plus chaud**Tableau 2.5 Normales climatiques enregistrées aux stations climatologiques du MDDELCC (1981 à 2010)**

Station	Altitude (m)	Température moyenne (°C)			Précipitations moyennes annuelles		
		Janvier ¹	Juillet ²	Annuelle	Pluie (mm)	Neige (cm)	Totale (mm)
Cap-Seize	229,0	-13,7	16,6	2,4	726,5	453,4	nd
Sainte-Anne-des-Monts	15,2	-11,3	16,8	3,4	617,4	243,8	860,9
Grande-Vallée	13,0	-11,5	17,2	3,5	658,3	394,5	1 051,3
Cap des Rosiers	15,0	-9,8	16,2	3,6	876,2	318,7	1 198,9
Fontenelle	15,0	-11,7	17,1	3,4	758,6	356,7	1 122,6

Source : MDDEFP (2002)

¹ Mois le plus froid² Mois le plus chaud

2.3.2 Changements climatiques

Les changements climatiques pouvant amplifier certaines problématiques relatives aux ressources en eau, il importe de les prendre en compte dans la gestion intégrée de l'eau par bassin versant. La connaissance des impacts probables des changements climatiques sur les écosystèmes et les usages de l'eau permettra d'adapter les décisions (Gangbazo, 2011 ; ROBVQ, 2012).

Climat projeté

Au Québec, selon les prévisions, les changements climatiques se traduiront par une augmentation des températures et des modifications dans les précipitations. Les températures s'élèveront de façon plus marquée en hiver. L'augmentation des précipitations sera plus importante durant la saison hivernale, alors qu'aucun changement significatif en saison estivale n'est attendu. L'ampleur de ces changements climatiques varie cependant selon la région (Ouranos, 2010).

Le Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques Ouranos a produit des scénarios climatiques pour la péninsule de la Gaspésie. Certaines variables climatiques ont été considérées, soit les températures (tableau 2.6), les précipitations (tableau 2.7), les événements de gel-dégel (tableau 2.8), les degrés-jours de croissance et la saison de croissance (tableau 2.9), ainsi que l'indice de sécheresse canadien (tableau 2.10).

Les changements climatiques prévus pour les horizons 2050 et 2090 ont été calculés à partir des normales climatiques observées entre 1971 et 2000. Une incertitude étant associée aux projections des changements climatiques, les changements prévus sont sous forme d'intervalles. Il s'agit de moyennes calculées à l'échelle de la péninsule gaspésienne.

Tableau 2.6 Normales climatiques et changements projetés pour les températures

Période	Variable (°C)	Normale climatique observée (1971-2000)	Changement d'ici 2050	Changement d'ici 2090
Annuelle	Température quotidienne moyenne	1,9	+1,6 à +3,4	+2,3 à +5,3
	Moyenne des températures quotidiennes maximales	6,7	+1,4 à +3,2	+2,1 à +5,1
	Moyenne des températures quotidiennes minimales	-2,8	+1,7 à +3,6	+2,4 à +5,6
Hiver (décembre, janvier, février)	Température quotidienne moyenne	-11,5	+2,0 à +4,4	+3,1 à +6,7
	Moyenne des températures quotidiennes maximales	-6,7	+1,7 à +4,0	+2,8 à +6,1
	Moyenne des températures quotidiennes minimales	-16,2	+2,2 à +4,9	+3,4 à +7,4
Printemps (mars, avril, mai)	Température quotidienne moyenne	0,2	+0,9 à +3,4	+1,5 à +5,3
	Moyenne des températures quotidiennes maximales	5,1	+0,7 à +3,3	+1,3 à +5,1
	Moyenne des températures quotidiennes minimales	-4,6	+1,0 à +3,6	+1,8 à +5,6
Été (juin, juillet, août)	Température quotidienne moyenne	14,7	+1,2 à +3,2	+1,7 à +4,8
	Moyenne des températures quotidiennes maximales	20,1	+1,1 à +3,2	+1,7 à +4,9
	Moyenne des températures quotidiennes minimales	9,4	+1,3 à +3,2	+1,8 à +4,8
Automne (septembre, octobre, novembre)	Température quotidienne moyenne	4,2	+1,6 à +3,4	+2,1 à +5,3
	Moyenne des températures quotidiennes maximales	8,3	+1,6 à +3,3	+2,1 à +5,3
	Moyenne des températures quotidiennes minimales	0,0	+1,7 à +3,6	+2,2 à +5,4

Source : Logan (2012)

Tableau 2.7 Normales climatiques et changements projetés pour les précipitations

Période	Variable (mm)	Normale climatique observée (1971-2000)	Changement d'ici 2050	Changement d'ici 2090
Annuelle	Précipitations totales ¹	1 084	+ 25 à +152	+47 à +208
	Précipitations sous forme de neige ²	405	-69 à +6	-97 à -10
Hiver (décembre, janvier, février)	Précipitations totales	256	+6 à +71	+16 à +101
	Précipitations sous forme de neige	239	-16 à +32	-23 à +33
Printemps (mars, avril, mai)	Précipitations totales	239	-4 à +51	+11 à +73
	Précipitations sous forme de neige	108	-35 à -0	-50 à -6
Été (juin, juillet, août)	Précipitations totales	297	-14 à +42	-22 à +38
Automne (septembre, octobre, novembre)	Précipitations totales	292	-8 à +48	-7 à +61
	Précipitations sous forme de neige	59	-32 à -7	-44 à -13

Source : Logan (2012)

¹ Accumulation des précipitations quotidiennes totales en millimètres tombant sous forme liquide ou de neige.² Accumulation des précipitations quotidiennes totales en millimètres d'eau tombant sous forme de neige.

Tableau 2.8 Normales climatiques et changements projetés pour les événements de gel-dégel¹

Période	Normale climatique observée (1971-2000)	Changement d'ici 2050	Changement d'ici 2090
Annuelle	89 jours	-16 à +3 jours	-22 à +3 jours
Hiver (décembre, janvier, février)	12 jours	+4 à +13 jours	+7 à +22 jours
Printemps (mars, avril, mai)	45 jours	-14 à +0 jours	-20 à -2 jours
Automne (septembre, octobre, novembre)	32 jours	-13 à -3 jours	-19 à -6 jours

Source : Logan (2012)

¹ Un événement quotidien de gel-dégel est observé quand la température minimale de la journée est inférieure à 0°C et quand la température maximale de la même journée est supérieure à 0°C.

Tableau 2.9 Normales climatiques et changements projetés pour les degrés-jours

Variable	Normale climatique observée (1971-2000)	Changement d'ici 2050	Changement d'ici 2090
Degrés-jours de croissance ¹ (degrés-jours)	1 193	+215 à +567	+303 à +912
Saison de croissance ² (jours)	171	+10 à +30	+15 à +48

Source : Logan (2012)

¹ L'écart, en degrés Celsius, séparant la température moyenne quotidienne d'une valeur de base de 5°C. Les valeurs quotidiennes de degré-jours sont cumulées sur une base annuelle.

² La saison de croissance débute lorsque la température quotidienne moyenne est égale ou supérieure à 5°C pendant 5 jours consécutifs à partir du 1^{er} mars et se termine quand la température quotidienne moyenne est inférieure à -2°C à partir du 1^{er} août.

Tableau 2.10 Normales climatiques et changements projetés pour l'indice de sécheresse canadien¹

Variable	Normale climatique observée (1971-2000)	Changement d'ici 2050	Changement d'ici 2090
Moyenne annuelle (unités)	114	-11 à +20	-6 à +32
Moyenne du mois de juillet (unités)	158	-20 à +26	-16 à +37
Moyenne du mois d'août (unités)	185	-22 à +38	-17 à +55

Source : Logan (2012)

¹ L'indice de sécheresse canadien se veut une estimation empirique de la teneur moyenne en eau des sols forestiers. Il est calculé à partir du cumul des températures et des précipitations quotidiennes, du 1^{er} avril au 31 octobre.

Conséquences et impacts potentiels

Au Québec, l'augmentation des températures et les modifications dans les précipitations perturberont les conditions du milieu. Ces perturbations auront des impacts non négligeables sur les écosystèmes, les populations humaines, l'environnement bâti et l'activité économique. L'ampleur de ces impacts ira vraisemblablement en augmentant avec le temps (Ouranos, 2010).

Les conséquences des changements climatiques et leurs impacts potentiels sont décrits dans l'annexe A (Tableau 1). Les impacts présentés sont ceux pouvant se produire à l'échelle du Québec et seulement les impacts en lien avec l'eau ont été pris en compte. Il s'agit, entre autres, d'impacts sur le régime hydrologique, la qualité de l'eau, les cours d'eau, les estuaires et les côtes, les écosystèmes et la biodiversité.

Observations et effets appréhendés

Les consultations publiques tenues par le Conseil de l'eau du Nord de la Gaspésie à l'automne 2012 ont permis de recueillir auprès des participants les signes des changements climatiques qu'ils ont observés et les effets qu'ils appréhendent (Tableau 2 et Tableau 3, Annexe A) (CENG, 2013). Ils sont notamment les suivants :

- gelées d'automne tardives ;
- moins de neige, des redoux et de la pluie en hiver ;
- décalage des saisons ;
- inondations plus fréquentes ;
- patron différent d'arrivée et de départ de certaines espèces aviaires ;
- formation tardive des glaces ou absence de glaces ;
- plus de grands vents ;
- niveau d'eau bas des lacs et rivières.

2.4 HYDROGRAPHIE

Trois principaux facteurs contribuent à la configuration du réseau hydrographique. L'orientation des couches géologiques influence la direction d'écoulement des cours d'eau. La perméabilité des formations rocheuses sédimentaires fait que le territoire comporte très peu de plans d'eau. Puis, la topographie contribue à la longueur, à la pente des cours d'eau et à leur régime. Elle amplifie la force des crues, entraînant l'érosion des berges et du lit des cours d'eau ainsi que la formation d'embâcles. Ainsi, la configuration du réseau hydrographique peut être modifiée (MRNF, 2006b; Canards Illimités Canada, 2008c).

Les cours d'eau de la ZGIE du Nord de la Gaspésie prennent leur source dans les hauts sommets appalachiens et se jettent dans le golfe du Saint-Laurent au niveau de la mer. Ils coulent généralement sur de courtes distances ; souvent moins de 100 km séparent leur source de leur embouchure. Les cours d'eau présentent donc des pentes relativement régulières et fortes, en moyenne de 10 % (Canards Illimités Canada, 2008c). Les principaux cours d'eau s'écoulent du sud au nord, à l'exception des bassins versants Dartmouth, York et Saint-Jean où l'écoulement se fait d'ouest en est.

Le réseau hydrographique est de type dendritique ; il est structuré de manière arborescente et formé d'un dense réseau de ruisseaux permanents et intermittents (CRNT, 2009). La ZGIE est plutôt pauvre en lacs. Les milieux humides font partie du réseau hydrographique, mais ils seront traités à la section 3.4. Les cours d'eau, les plans d'eau et les milieux humides de la ZGIE sont illustrés à la carte 6 et dans les cartes par bassin versant.

2.4.1 Cours d'eau

Trois des principaux cours d'eau coulent sur plus de 100 km, soit les rivières Madeleine (126,3 km), York (110,2 km) et Saint-Jean (118,2 km). La rivière de l'Anse au Griffon, ne coulant que sur 10,2 km, est la plus courte de la ZGIE. La longueur totale de cours d'eau est de 14 625,8 km, représentant une densité de drainage de 1,7 km/km². Les bassins versants au Renard et de l'Anse au Griffon ont le réseau hydrographique le plus dense, avec respectivement 3,0 et 3,2 km de cours d'eau par km². Le bassin versant ayant le plus long réseau hydrographique est celui de la rivière Saint-Jean, comptant 2 349,4 km de cours d'eau (tableau 2.11).

Les cours d'eau intermittents prédominent (63,5 %), à l'exception des bassins versants Madeleine et York où la proportion des deux types de cours d'eau est presque à égalité (tableau 2.11). Les bassins versants au Renard et de l'Anse au Griffon ont la plus grande proportion de cours d'eau intermittents, soit 84,9 et 86,9 % respectivement.

Les cours d'eau des principaux bassins versants sont présentés en annexe D. Pour chacun des sous-bassins de niveau 2 cartographiés par le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ), la longueur des cours d'eau permanents et intermittents est déterminée. La catégorie « Autres cours d'eau » fait

référence à tous les autres cours d'eau du bassin versant principal ne faisant pas partie d'un sous-bassin de niveau 2 cartographié.

Les cours d'eau intermittents ont plusieurs rôles écologiques. Généralement situés à la tête des cours d'eau permanents, ils influencent l'ensemble du réseau hydrographique en agissant sur la quantité et la qualité de l'eau circulant dans les cours d'eau permanents. Ils aident à la préservation de la qualité de l'eau, à la réduction des risques d'érosion et à la régulation du transport sédimentaire. Ils offrent un habitat pour les microinvertébrés, les poissons et les amphibiens, ainsi qu'une voie migratoire entre deux habitats. Certaines espèces utilisent les cours d'eau intermittents comme site de reproduction. De plus, ces cours d'eau contrôlent une grande partie de l'apport en nutriments vers l'aval du bassin versant, cet apport étant une source importante de nourriture pour la faune aquatique (Desrosiers et al., 2011).

Les éléments hydrographiques tels que les chutes, les rapides et les écueils ont été cartographiés (carte 6) (MRNF, 1999; MRN, 2003a). Cette cartographie n'est pas exhaustive. La topographie de la région favorise la présence de chutes (Canards Illimités Canada, 2008c). Par définition, les chutes se situent à l'emplacement d'une rupture de pente (MRN, 2003b). La ZGIE compte peu de chutes cartographiées et celles-ci sont réparties dans les bassins versants Cap-Chat, Madeleine, Dartmouth, York et Saint-Jean. Les rapides sont les endroits sur le parcours des cours d'eau où le courant devient rapide et agité à cause du resserrement du lit ou d'une faible augmentation de la pente (MRN, 2003b). Des rapides sont notamment présents sur les rivières Madeleine et York. Quant aux écueils, rochers ou amoncellements de roches à fleur d'eau, ils sont un danger pour la navigation (MRN, 2003b). Ils sont situés principalement le long de la côte, ainsi qu'à la tête du bassin versant Madeleine.

Dans le cadre de la délimitation des zones inondables et de la détermination des cotes de crue, les profils de la section aval des rivières Sainte-Anne, de la Grande Vallée, de la Petite Vallée, du Grand Cloridorme, du Petit Cloridorme, au Renard, de l'Anse au Griffon, Dartmouth, York et Saint-Jean ont été réalisés (annexe B).

2.4.2 Plans d'eau

Dans la ZGIE du Nord de la Gaspésie, une trentaine de lacs font plus de 20 hectares (ha), dont trois de plus de 100 ha, soit les lacs Sainte-Anne, Mont-Louis et York dans les bassins versants du même nom (Annexe D, tableau 17). Plusieurs des lacs de 20 ha ou plus sont situés en terrains montagneux, à la tête des bassins versants, là où la topographie le permet et où la roche est moins perméable (carte 6 et cartes par bassin versant). Le bassin versant Madeleine est celui ayant le plus de plans d'eau, alors qu'il n'y en a aucun dans celui de l'Anse au Griffon. Une concentration de plans d'eau dans les autres bassins versants entre Petite-Vallée et L'Anse-à-Valleau au nord de Gaspé est également observée. Les plans d'eau ayant un hydronyme ainsi que leur superficie, par bassin versant, sont présentés au tableau 17 de l'annexe D (Hydrographie).

Dans la *Classification des milieux humides et modélisation de la sauvagine dans le Québec forestier*, Canards Illimités Canada (2009) considère qu'un plan d'eau d'une superficie de plus de 8 ha est un lac et qu'un plan d'eau d'une superficie inférieure à 8 ha est un étang. Une mare est quant à elle une petite nappe d'eau stagnante et peu profonde, susceptible de s'assécher. Cette classification est utilisée pour la répartition des types de plans d'eau (tableau 2.12). Ce recensement des plans d'eau a été complété à l'aide de la *Base de données topographique du Québec (BDTQ)*. Les plans d'eau de cette base de données non recensés par Canards Illimités Canada ont été identifiés comme non classifiés. Ils ont moins de 8 ha et il n'est pas possible de déterminer s'il s'agit d'étangs ou de mares. La BDTQ les classe soit en lac, soit en mare.

Les 106 lacs de la ZGIE totalisent 0,3 % de sa superficie. Les bassins versants Madeleine, Sainte-Anne et York en comptent le plus avec respectivement 19, 17 et 15 lacs. L'étang est le type de plan d'eau le plus fréquent. Au total, 1 637 étangs ne représentent que 0,2 % de la superficie totale de la ZGIE. Le quart est situé sur le bassin versant Madeleine. Quant aux mares, selon la caractérisation effectuée par Canards Illimités Canada (2009), elles sont quasi-inexistantes, totalisant douze mares, dont cinq dans le bassin versant Madeleine.

Les lacs, étangs et mares, totalisant 2 054 plans d'eau, additionnés aux 299 plans d'eau de moins de 8 ha non classifiés, couvrent une superficie de 4 420 ha représentant 0,5 % de la superficie de la ZGIE. Le bassin versant Madeleine compte le plus de plans d'eau, soit 456.

Le *Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Mont-Louis* comporte une analyse détaillée des principaux lacs. Ainsi, la morphométrie des lacs à la Truite, de la Dame, Bouchard ainsi que celle des Petits lacs à Ozias 1 et 2 sont particulièrement bien documentées (annexe C).

Tableau 2.11 Caractéristiques des cours d’eau

Bassin versant	Cours d’eau permanents ¹			Cours d’eau intermittents ²			Cours d’eau totaux		Longueur du cours d’eau principal ³ (km)
	Longueur (km)	Densité de drainage ⁴ (km/km²)	Proportion ⁵ (%)	Longueur (km)	Densité de drainage ⁴ (km/km²)	Proportion ⁵ (%)	Longueur (km)	Densité de drainage (km/km²)	
Cap-Chat	445,8	0,6	39,9	672,5	0,9	60,1	1 118,3	1,5	62,8
Sainte-Anne	482,8	0,6	42,5	652,4	0,8	57,5	1 135,2	1,4	67,1
Petite rivière Sainte-Anne	37,5	0,5	23,7	120,9	1,6	76,3	158,5	2,0	17,0
À la Martre	48,9	0,6	42,4	66,3	0,8	57,6	115,2	1,3	16,2
Marsoui	74,3	0,5	38,5	118,7	0,8	61,5	193,0	1,2	29,3
À Claude	62,8	0,6	41,7	87,8	0,9	58,3	150,5	1,5	18,2
De Mont-Saint-Pierre	77,2	0,6	30,5	176,0	1,3	69,5	253,2	1,8	27,6
De Mont-Louis	202,2	0,7	43,7	260,3	0,9	56,3	462,6	1,6	45,6
De l’Anse Pleureuse	61,3	0,6	27,1	165,2	1,7	72,9	226,5	2,4	19,9
Madeleine	876,4	0,7	51,0	841,7	0,7	49,0	1 718,1	1,4	126,3
De la Grande Vallée	88,6	0,5	21,3	326,5	1,9	78,7	415,1	2,4	25,1
Au Renard	31,2	0,5	15,1	174,7	2,5	84,9	205,8	3,0	16,9
De l’Anse au Griffon	27,2	0,4	13,1	180,0	2,8	86,9	207,2	3,2	10,2
Dartmouth	666,6	0,7	31,8	1 430,0	1,5	68,2	2 096,6	2,2	85,5
York	717,7	0,7	50,8	696,4	0,7	49,2	1 414,1	1,4	110,2
Saint-Jean	798,2	0,7	34,0	1 551,2	1,4	66,0	2 349,4	2,1	118,2
Autres bassins versants	643,7	0,5	26,7	1 762,8	1,4	73,3	2 406,5	1,9	s. o.
ZGIE	5 342,4	0,6	36,5	9 283,4	1,1	63,5	14 625,8	1,7	s. o.

Sources : MRNF (1999); MRN (2002a); MRN (2003a); CEHQ (2011)

¹ Cours d’eau dont l’écoulement s’étend sur toute l’année.

² Cours d’eau à sec pendant une certaine période de l’année dont l’écoulement est conditionné par les précipitations et la fonte des neiges.

³ Cours d’eau dans lequel toute l’eau du bassin versant se retrouve avant de finir dans le golfe du Saint-Laurent.

⁴ Proportion de la longueur totale des cours d’eau permanents ou intermittents d’un bassin versant par rapport à sa superficie.

⁵ Proportion des cours d’eau permanents ou intermittents par rapport au total des cours d’eau du bassin versant.

.

Tableau 2.12 Répartition des types de plans d'eau

Bassin versant	Type de plans d'eau												Total		
	Lac ¹			Étang ²			Mare ³			Non classifié ⁴					
	Nombre	Superficie totale (ha)	Portion du bassin versant (%)	Nombre	Superficie totale (ha)	Portion du bassin versant (%)	Nombre	Superficie totale (ha)	Portion du bassin versant (%)	Nombre	Superficie totale (ha)	Portion du bassin versant (%)	Nombre	Superficie totale (ha)	Portion du bassin versant (%)
Cap-Chat	7	143,1	0,2	109	103,0	0,1	0	0,0	0,0	32	6,6	0,01	148	252,7	0,3
Sainte-Anne	17	380,9	0,5	182	172,7	0,2	1	0,3	0,0004	49	10,5	0,01	249	564,4	0,7
Petite rivière Sainte-Anne	1	15,9	0,2	10	14,9	0,2	0	0,0	0,0	3	3,6	0,05	14	34,4	0,4
À la Martre	3	56,2	0,6	11	12,6	0,1	0	0,0	0,0	3	0,6	0,007	17	69,4	0,8
Marsoui	1	17,2	0,1	14	8,7	0,06	0	0,0	0,0	1	0,2	0,001	16	26,1	0,2
À Claude	2	90,6	0,9	34	36,3	0,4	2	0,3	0,003	2	0,2	0,002	40	127,4	1,3
De Mont Saint-Pierre	3	39,2	0,3	30	50,8	0,4	0	0,0	0,0	3	0,7	0,005	36	90,7	0,7
De Mont-Louis	4	187,2	0,6	78	105,9	0,4	1	0,2	0,0007	4	1,3	0,004	86	294,6	1,0
De l’Anse Pleureuse	1	79,3	0,8	33	39,6	0,4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	34	118,9	1,3
Madeleine	19	452,4	0,4	406	378,0	0,3	5	1,0	0,0008	26	15,1	0,01	456	846,5	0,7
De la Grande Vallée	1	9,1	0,05	9	8,4	0,05	0	0,0	0,0	6	8,1	0,05	16	25,6	0,2
Au Renard	1	14,9	0,2	3	3,1	0,05	0	0,0	0,0	7	1,2	0,02	11	19,2	0,3
De l’Anse au Griffon	0	0,0	0,0	1	0,1	0,002	0	0,0	0,0	4	1,2	0,02	5	1,3	0,02
Dartmouth	7	158,3	0,2	132	159,0	0,2	1	0,5	0,0005	55	41,1	0,04	195	358,9	0,4
York	15	474,0	0,5	172	121,9	0,1	0	0,0	0,0	10	3,5	0,003	197	599,4	0,6
Saint-Jean	8	117,2	0,1	194	110,2	0,1	0	0,0	0,0	12	2,4	0,002	214	229,8	0,2
Autres bassins versants	17	417,3	0,3	219	274,5	0,2	2	0,4	0,0003	82	68,9	0,06	320	761,1	0,6
ZGIE	106	2 652,8	0,3	1 637	1 599,7	0,2	12	2,7	0,0003	299	165,2	0,02	2 054	4 420,4	0,5

Sources : MRNF (1999); Canards Illimités Canada (2009b)

¹ Lac : plan d'eau d'une superficie d'au moins 8 ha.² Étang : plan d'eau d'une superficie de moins de 8 ha.³ Mare : petite nappe d'eau stagnante et peu profonde, susceptible de s'assécher ; peut aussi correspondre à des mares de tourbières.⁴ Non-classifié : étendues hydrographiques sous la barre des 8 ha, non dénombrées par Canards Illimités Canada et provenant de la Base de données topographiques du Québec (BDTQ).

La BDTQ classe ces plans d'eau en lac ou en mare.

2.5 HYDROLOGIE

2.5.1 Régime hydrologique

Le régime hydrologique d'un cours d'eau s'exprime par les variations de son débit et le nombre de périodes de crue et d'étiage. Les variations des débits sont étroitement liées à la superficie du territoire drainé par le cours d'eau. Plus ce territoire sera grand, plus les débits seront élevés. La forme du bassin versant influence aussi le débit. Lors d'une pluie, un bassin de forme allongée aura des débits plus faibles, car le temps d'acheminement de l'eau vers l'exutoire (temps de concentration) sera plus long. Pour la même pluie, les bassins en forme d'éventail auront des débits plus forts, leur temps de concentration étant plus court. La pente du cours d'eau et la topographie vont aussi influencer le débit ; des pentes fortes vont entraîner des vitesses d'écoulement plus élevées donc des débits plus forts. Le régime des précipitations ainsi que la nature du substrat rocheux et du sol sont d'autres facteurs affectant le débit des cours d'eau. Ainsi, plus les pluies sont importantes, plus le débit est grand. Une roche-mère imperméable ou un sol peu poreux vont empêcher l'infiltration de l'eau et causer des crues rapides et violentes. Aussi, la présence ou non de couverture végétale a un impact sur le débit des cours d'eau. La végétation intercepte les pluies et ralentit l'écoulement de l'eau (Musy, 2005; Gangbazo, 2011).

Le régime hydrologique des cours d'eau de la ZGIE du Nord de la Gaspésie est de type mixte nivo-pluvial, c'est-à-dire que deux maxima (périodes de crue) et deux minima (périodes d'étiage) par an se caractérisant par plus d'un type d'alimentation sont observés. Les périodes d'étiage sont les moments dans l'année où l'hydraulicité est à son plus faible, tandis que les périodes de crue correspondent aux périodes où le débit des cours d'eau augmente de manière brusque et importante. Les périodes de crue du printemps sont alimentées par la fonte des neiges et des glaces, alors que les crues d'automne, de plus faible amplitude, sont alimentées par les pluies automnales. De plus, en été, lors de pluies abondantes, une crue – appelée crue éclair – peut être observée. À cause des nombreux facteurs influençant les débits, ceux-ci varient de façon importante d'une année à l'autre (Musy, 2005; CHEQ, 2005a).

Le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) exploite un réseau de stations hydrométriques et possède sur son site Internet un répertoire historique des données de débits pour plus de 230 rivières québécoises. Certains cours d'eau ont été étudiés pendant une certaine période et ne le sont plus aujourd'hui. C'est le cas de la plupart des cours d'eau de la ZGIE, à l'exception des rivières Sainte-Anne, Dartmouth et York, dont les stations hydrométriques sont toujours en fonction. Ces trois stations, identifiées sur la carte 6, transmettent des données sur une base continue toutes les quinze minutes. Les usagers peuvent donc obtenir des données sur les niveaux d'eau et les débits, mises à jour quotidiennement (CEHQ, 2012b).

Pour chacune des rivières, une crue printanière très importante entre avril et juin et un second maxima beaucoup plus faible entre les mois d'octobre et novembre sont montrés à la figure 2.1

(données disponibles à l'annexe D : Tableau 18). Entre ces périodes de maxima, deux périodes d'étiage sont observées, l'un en hiver (février-mars) résultant du stockage de l'eau des rivières sous forme solide (glace), l'autre au cours des mois d'août et septembre. Les rivières au Renard et de la Grande-Vallée enregistrent les plus faibles débits moyens, tandis que la rivière Madeleine enregistre les plus élevés.

Les débits mensuels moyens des trois stations encore en fonction, Sainte-Anne, Dartmouth et York, pour la période de 1980 à 2013, sont présentés à la figure 2.2 (données disponibles à l'annexe D : Tableau 19). Les mêmes maximas et minimas sont observés et les débits de la rivière Sainte-Anne sont plus élevés.

Les moyennes mensuelles de 2005 à 2013 sont présentées en comparaison avec les moyennes de 1980 à 2013 (figure 2.3). De 2005 à 2013, les maximas sont plus élevés. Pour les rivières Dartmouth et York, au lieu d'avoir une baisse du débit au mois d'août, une légère augmentation est observée. Dans les dernières années, la rivière Sainte-Anne présente un minima d'été plus faible que la moyenne depuis 1980. Pour les trois rivières, le minima d'hiver des dernières années est semblable à la normale observée depuis 1980.

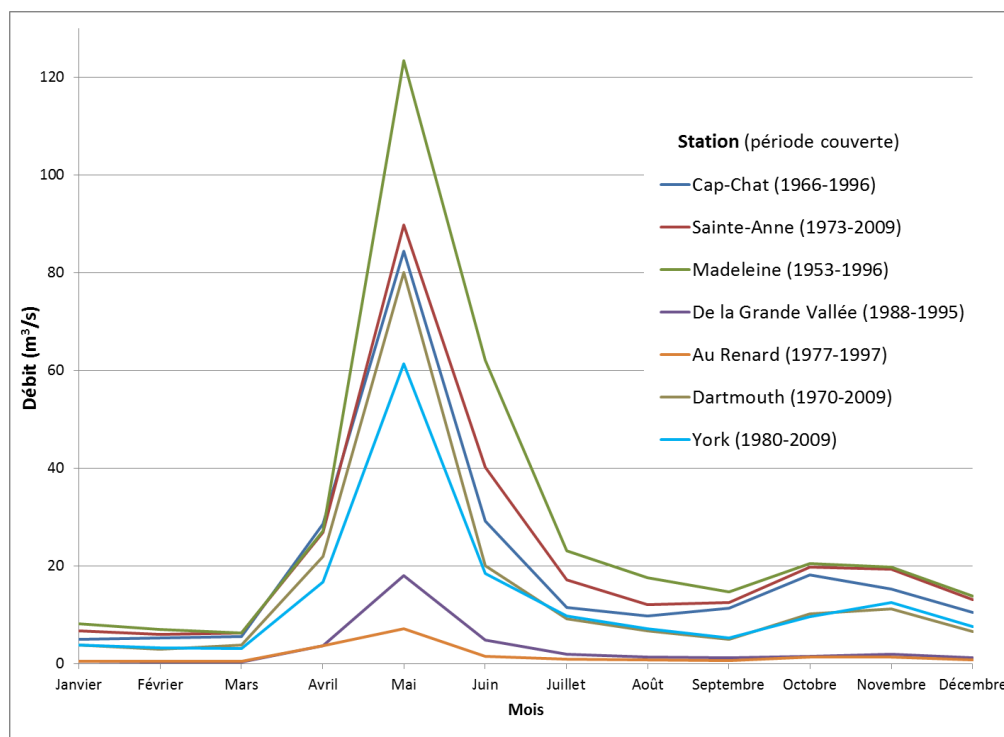


Figure 2.1 Moyennes mensuelles des débits, données historiques (Source : CEHQ (2012a))

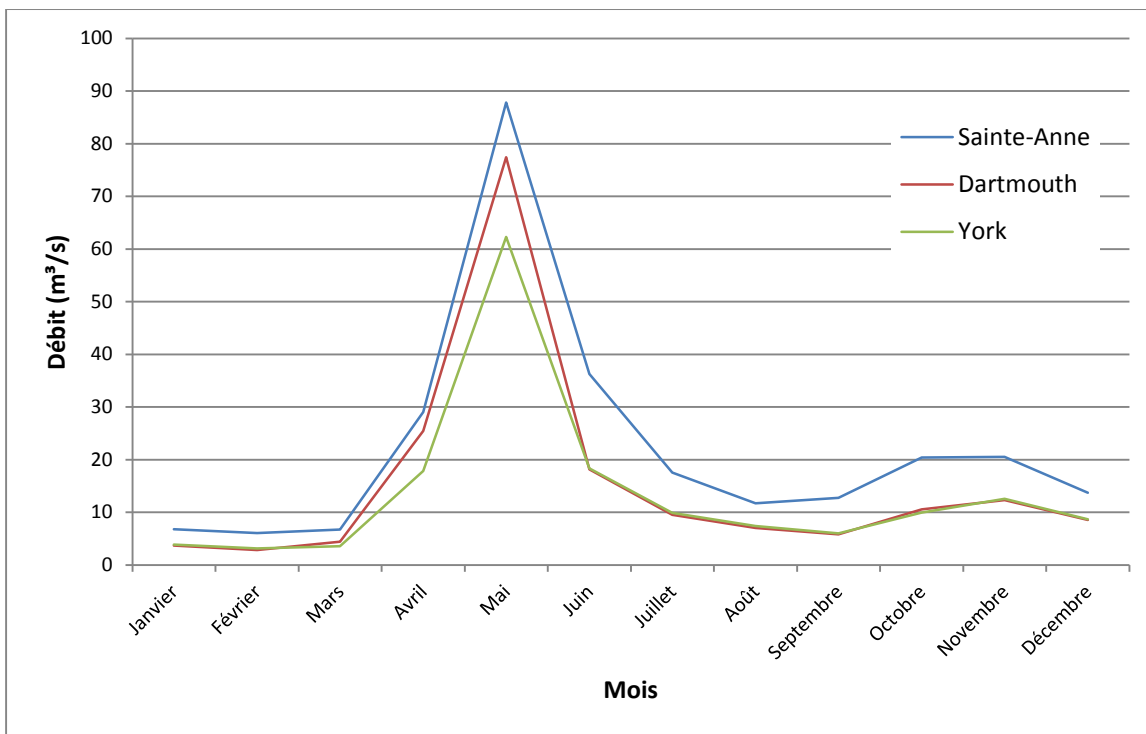


Figure 2.2 Débits mensuels moyens des trois stations actives, 1980 à 2013 (Source : CEHQ (2012a))

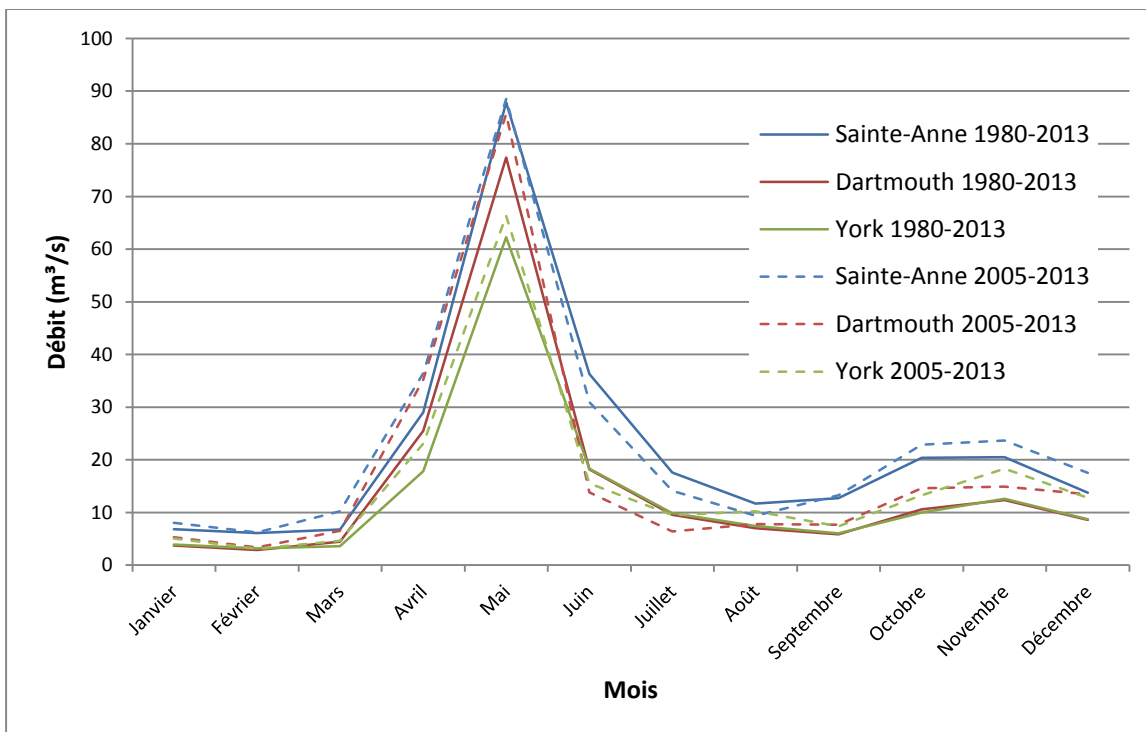


Figure 2.3 Débits mensuels moyens des trois stations actives, 1980 à 2011 et 2005 à 2013 (Source : CEHQ (2012a))

2.5.2 Drainage du sol

Le drainage du sol exprime son bilan hydrique, c'est-à-dire la manière dont le surplus d'eau dans le sol s'évacue. Il est généralement décrit à l'aide de classes de drainage (tableau 2.13). Les facteurs influençant le drainage sont la pente, la texture du sol, la vitesse d'écoulement vertical de l'eau et la capacité de rétention en eau du sol (Boulfroy et al., 2006; Pelletier et al., 2007).

Des données du quatrième programme d'inventaire écoforestier provenant du *Système d'information écoforestière (SIEF)* sont présentées au tableau 2.14 et à la carte 7. Un peu plus de la moitié du territoire, soit 59,1 %, possède un drainage dit *modéré*, alors que 27,7 % possède un drainage dit *bon*. Les proportions des types de drainage sont relativement les mêmes dans la plupart des bassins versants. Le bassin versant de l'Anse-Pleureuse se démarque, étant le seul à posséder un *bon* drainage sur un peu plus de la moitié de sa superficie (51,5 %). Les bassins versants Sainte-Anne et Madeleine montrent une proportion plus élevée en drainage *excessif*, avec 4,3 % et 1,5 % respectivement. Ce type de drainage est situé principalement à leur tête, sur les sommets et les pentes abruptes et rocheuses des montagnes. Les bassins versants Cap-Chat, Sainte-Anne, À la Martre, Marsoui, À Claude et De Mont-Saint-Pierre présentent une proportion plus élevée en drainage *rapide* en comparaison aux autres bassins. Le bassin versant de Mont-Louis possède la plus grande proportion (10,2 %) de territoire avec un drainage *imparfait*.

Tableau 2.13 Caractéristiques des classes de drainage

Drainage excessif : L'eau du sol provient des précipitations et, parfois, du drainage latéral. Elle disparaît très rapidement. La nappe phréatique est toujours absente. Le dépôt de surface est très pierreux, très mince ou il s'agit de roc dénudé. Il a aussi une texture de grossière à très grossière. Ce type de drainage se trouve surtout sur des sites graveleux, les sommets ou les pentes abruptes. Il y a absence de mouchetures dans le sol sauf, exceptionnellement, au contact du roc (assise rocheuse). L'humus est généralement mince, sur du roc.

Drainage rapide : L'eau du sol provient des précipitations et parfois du drainage latéral. Elle disparaît rapidement. La nappe phréatique est habituellement absente. Les sites ont une pierrosité forte : les graviers, cailloux et pierres représentent de 35 % à 90 % du volume. Ce drainage se retrouve sur des pentes fortes ou des sommets couverts de sol mince, occasionnellement sur des terrains plats, dans des sols à texture de grossière à très grossière. Il y a absence de moucheture dans le sol sauf, parfois, au contact du roc. L'humus est généralement peu épais.

Drainage bon : L'eau du sol provient des précipitations et, parfois, du drainage latéral. L'évacuation de l'eau excédentaire est facile mais lente. La nappe phréatique est absente du premier mètre lorsque le dépôt mesure plus d'un mètre d'épaisseur. Le dépôt de surface est de mince à épais et sa texture est variable, de grossière à fine (les dépôts de texture fine sont généralement dans les pentes). Ce type de drainage se retrouve sur les terrains plats, si la texture du sol est grossière. Dans le sol, il y a absence de mouchetures distinctes ou marquées dans le premier mètre, sauf au contact du roc.

Drainage modéré : L'eau du sol provient des précipitations et, parfois, du drainage latéral. L'évacuation de l'eau excédentaire est plutôt lente. La nappe phréatique est généralement non visible dans le profil (horizons A et B) et parfois présente dans les sols de texture grossière. Le dépôt de surface a une pierrosité variable. Sa texture est variable, de moyenne à fine. Ce type de drainage est fréquent au milieu ou au bas des pentes de même que dans les terrains faiblement inclinés. Il y a absence de mouchetures marquées dans le premier mètre du sol, sauf au contact du roc. La gleyification est aussi absente dans le premier mètre.

Drainage imparfait : L'eau du sol, dans les sols à texture fine, provient généralement des précipitations, alors qu'elle provient à la fois des précipitations et des eaux souterraines dans les sols à texture grossière. La nappe phréatique est habituellement présente dans le premier mètre du sol pendant une période de l'année. Le dépôt de surface a une texture variable. Ce type de drainage est caractéristique des terrains plats, des bas de pentes concaves ou des dépressions ouvertes. Dans le premier mètre du sol, on retrouve une présence de mouchetures marquées. Des traces de gleyification sont souvent visibles dans les horizons B et C.

Drainage mauvais : L'eau du sol provient à la fois des précipitations et des eaux souterraines. Le sol est très humide et il y a un excès d'eau pendant toute l'année. La nappe phréatique affleure fréquemment à la surface. Le dépôt de surface a une texture variable, mais plus souvent fine. Ce type de drainage se trouve fréquemment en terrain plat ou dans des dépressions concaves. Il y a une présence de mouchetures marquées dans les 50 premiers centimètres du sol. Celui-ci est fortement gleyifié, le profil est dominé par les processus de réduction. L'humus est très souvent épais.

Drainage très mauvais : L'eau du sol provient de la nappe phréatique. Le sol est très humide et il y a un excès d'eau pendant toute l'année. La nappe phréatique recouvre la surface pendant presque toute l'année. Le dépôt de surface est très souvent organique. Le sol est aussi organique, c'est-à-dire constitué de matière végétale plus ou moins décomposée. S'il s'agit d'un sol minéral, il est très fortement gleyifié.

Drainage complexe : Le drainage est qualifié de « complexe » lorsqu'à une station, on observe plusieurs classes de drainage allant de « rapide » à « très mauvais ».

Non classifié : Terrains non classifiés car il s'agissait de terrains forestiers improductifs. Les cours d'eau et plans d'eau ne font pas partie de cette catégorie.

Sources : D'Avignon et al. (2002); MRNF (2011h)

Tableau 2.14 Répartition du drainage

Bassin versant	Classe de drainage ¹																	
	Excessif		Rapide		Bon		Modéré		Imparfait		Mauvais		Très mauvais		Complexe		Non classifié	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Cap-Chat	76,8	0,1	4 311,9	5,8	22 815,5	30,9	38 326,4	51,9	5 014,8	6,8	1 633,1	2,2	793,9	1,1	0,0	0,0	408,4	0,6
Sainte-Anne	3 564,0	4,3	5 372,0	6,5	26 865,3	32,7	40 416,2	49,1	3 126,5	3,8	942,2	1,1	619,7	0,8	6,5	0,008	436,1	0,5
Petite rivière Sainte-Anne	0,0	0,0	41,8	0,5	1 824,8	23,6	5 092,1	65,9	200,8	2,6	227,0	2,9	71,3	0,9	0,0	0,0	241,3	3,1
À la Martre	0,0	0,0	646,9	7,4	2 428,3	27,8	5 309,1	60,7	231,6	2,6	14,2	0,2	8,8	0,1	0,0	0,0	37,1	0,4
Marsoui	5,2	0,03	1 555,9	10,0	5 647,4	36,2	7 780,5	49,9	409,5	2,6	56,5	0,4	6,0	0,04	0,0	0,0	82,4	0,5
À Claude	16,8	0,2	741,5	7,6	3 303,5	34,0	4 971,5	51,2	412,4	4,2	77,1	0,8	46,4	0,5	0,0	0,0	12,1	0,1
De Mont-Saint-Pierre	60,8	0,4	927,4	6,7	5 175,6	37,3	6 918,4	49,8	482,1	3,5	78,5	0,6	56,0	0,4	0,0	0,0	63,0	0,5
De Mont-Louis	9,5	0,03	247,9	0,8	8 886,7	30,2	15 818,5	53,8	3 004,4	10,2	719,0	2,4	360,1	1,2	0,0	0,0	58,9	0,2
De l'Anse Pleureuse	28,1	0,3	74,5	0,8	4 874,6	51,5	3 620,5	38,3	514,8	5,4	183,7	1,9	37,4	0,4	0,0	0,0	2,2	0,02
Madeleine	1 903,5	1,5	2 921,8	2,4	35 586,3	28,9	67 354,4	54,7	10 552,1	8,6	2 612,9	2,1	803,4	0,7	8,9	0,007	120,4	0,1
De la Grande Vallée	5,6	0,03	17,3	0,1	6 840,2	39,9	8 727,2	50,9	1 088,1	6,3	285,6	1,7	116,4	0,7	0,0	0,0	52,6	0,3
Au Renard	12,0	0,2	95,0	1,4	2 124,9	30,9	4 038,8	58,6	256,7	3,7	76,9	1,1	24,6	0,4	0,0	0,0	229,8	3,3
De l'Anse au Griffon	0,0	0,0	73,8	1,1	2 718,1	42,3	3 198,4	49,8	256,4	4,0	73,3	1,1	36,8	0,6	0,0	0,0	53,3	0,8
Dartmouth	29,7	0,03	515,1	0,5	15 674,5	16,3	68 895,9	71,6	6 873,0	7,1	1 309,7	1,4	1 835,0	1,9	8,8	0,009	256,3	0,3
York	336,5	0,3	704,4	0,7	29 086,6	28,3	63 341,5	61,6	5 962,3	5,8	1 251,1	1,2	393,1	0,4	0,0	0,0	817,7	0,8
Saint-Jean	0,0	0,0	191,6	0,2	26 378,2	23,8	78 376,8	70,7	3 529,6	3,2	1 396,6	1,3	186,1	0,2	0,0	0,0	290,6	0,3
Autres bassins versants	373,0	0,3	3 549,6	2,8	32 461,0	26,0	73 554,3	58,9	7 731,3	6,2	1 579,9	1,3	1 536,0	1,2	0,0	0,0	3 212,9	2,6
ZGIE	6 421,5	0,8	21 988,4	2,6	232 691,5	27,7	495 740,6	59,1	49 646,2	5,9	12 517,3	1,5	6 930,9	0,8	24,2	0,0	6 375,2	0,8

Sources : CEHQ (2010) ; MRN (2013g)

¹ Caractéristiques des classes de drainage (tableau 2.13).

2.5.3 Zones de contraintes naturelles

Zones à risque d'inondation

Une zone ou une plaine inondable est le secteur susceptible d'être inondé par un plan d'eau ou un cours d'eau lors d'une période de crue. Les plaines inondables agissent comme des zones tampons, régularisant les débits des cours d'eau. Ces zones riveraines, lorsqu'elles sont maintenues à l'état naturel, permettent d'absorber les excédents d'eau lors des périodes de crues (Hébert, 2006a; AGIR, 2010).

Les zones inondables sont des contraintes naturelles au développement et doivent être identifiées et règlementées par les MRC. Deux types de zones d'inondation sont généralement délimités. La zone à risque *élevé*, ou de grand courant, peut être affectée par une crue de récurrence de vingt ans, ce qui signifie que chaque année, il y a une probabilité de 1 sur 20 qu'il y ait des inondations. La zone d'inondation à risque *modéré*, ou de faible courant, correspond à une crue de récurrence de cent ans, soit une probabilité de 1 sur 100. Selon la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (c. Q-2, r. 35, article 4.2.1 et 4.2.2), certaines constructions, ouvrages ou travaux sont admissibles dans de telles zones d'inondations. Toutefois, un certificat d'autorisation du MDDELCC ou un permis municipal est nécessaire pour réaliser ces activités. Aussi, il y a la zone inondable de récurrence de deux ans, où les probabilités d'inondation sont très élevées (1 sur 2). De plus, des cotes de crue peuvent être déterminées à différents endroits sur les rivières. Ces cotes correspondent aux niveaux atteints par les cours d'eau lors d'une crue (Hébert, 2006a; AGIR, 2010).

Les zones inondables de 12 des rivières de la ZGIE du Nord de la Gaspésie sont cartographiées (annexe E et cartes par bassin versant). La méthode utilisée et la précision varient d'une rivière à l'autre. La zone inondable de la rivière Cap-Chat est tirée du *Schéma d'aménagement* (1989) et a été réalisée à partir de l'historique des crues, de la topographie, des niveaux d'eau et de l'interprétation des photos aériennes (Groupement Forestier Coopératif Shick Shock, s.d.). Les zones inondables des rivières Sainte-Anne, de la Grande Vallée, de la Petite Vallée, du Grand Cloridorme, du Petit Cloridorme, de l'Anse au Griffon, York et Saint-Jean ont été tracées à partir des cotes de crues déterminées entre 2003 et 2006 à l'aide du *Programme de détermination des cotes de crues (PDCC)* du CEHQ. Cette cartographie n'est pas exacte, mais la limite de la plaine inondable véritable se situe à l'intérieur de cette limite approximative (Ville de Gaspé, 2011). Quant aux rivières au Renard et Dartmouth, les délaisés de crues et les cotes de crues du PDCC ont été utilisés pour la délimitation. La Petite rivière au Renard n'a pas fait l'objet d'étude de la part du CEHQ. Une zone inondable a tout de même été déterminée, mais la méthode utilisée n'a pas été précisée (Ville de Gaspé, 2011). Pour la rivière de Mont-Louis, seule la plaine inondable de 0 à 2 ans de récurrence, délimitée par la méthode botanique simplifiée, a été cartographiée (annexe C) (Hébert, 2006a).

Les cotes de crues des rivières de la Grande Vallée, de la Petite Vallée, du Grand Cloridorme, du Petit Cloridorme, de l'Anse au Griffon, Dartmouth, York et Saint-Jean sont présentées sous forme de

tableaux (annexe F). Les cotes de crues de la rivière Sainte-Anne sont indiquées sur la cartographie de la zone inondable (annexe E), alors que celles de la rivière au Renard sont indiquées sur le profil (annexe B).

Zones d'érosion et de sédimentation

Face à diverses contraintes hydrauliques ou mécaniques, les cours d'eau adaptent leur largeur, leur pente, leur profondeur et leur sinuosité afin d'assurer le transit optimal des débits liquides et solides. Par l'érosion ou l'accumulation de sédiments, ils s'ajustent verticalement, latéralement ou les deux à la fois afin d'atteindre un équilibre. La capacité de transport du cours d'eau et la taille des sédiments transportés régissent ce phénomène d'ajustement (Gangbazo, 2011).

L'évolution et le développement dynamique du chenal d'un cours d'eau sont modulés par son exposition prolongée à l'érosion ou à la sédimentation. Si le dépôt de sédiment est plus élevé que la capacité de transport de matériaux du cours d'eau, son lit subit une élévation. Au contraire, si la capacité de transport est plus élevée que le dépôt, il y a érosion du lit. L'érosion et la sédimentation sont des processus naturels, mais des facteurs anthropiques peuvent aussi contribuer à ces phénomènes. La présence d'embâcles sur un cours d'eau peut forcer la rivière à refaire son lit ailleurs, entraînant de l'érosion. Une augmentation des débits de pointe peut également favoriser l'érosion. La consolidation des rives de façon artificielle peut également provoquer de l'érosion sur les rives des cours d'eau (Hébert, 2006a; Gangbazo, 2011).

Le phénomène d'érosion est généralement accompagné de la remise en suspension, du transport et du dépôt de sédiments. Les sédiments en suspension diminuent la profondeur de pénétration de la lumière dans les plans d'eau et participent à la dégradation de la qualité de l'eau. Lorsqu'ils se déposent, les sédiments contribuent à la perte d'habitats et à l'ensablement des frayères. De plus, les matières en suspension peuvent transporter des contaminants tels que les pesticides et les métaux (Hébert, 2006a; Gangbazo, 2011).

Les zones d'érosion de la ZGIE du Nord de la Gaspésie sont très peu documentées. Celles présentant des risques pour la sécurité publique ont été identifiées pour la MRC de La Côte-de-Gaspé (annexe G). Ces zones d'érosion sont situées principalement sur la côte de la péninsule (MRC de La Côte-de-Gaspé, 2003). Les zones d'érosion de la rivière Mont-Louis ont été inventoriées en 2004 (annexe C).

Quant aux zones de sédimentation, dans le cas de la rivière Mont-Louis, pour 37 des 39 zones d'érosion inventoriées, une zone de dépôt de sédiments a été localisée sur la rive opposée. Une accumulation de sédiment sur une rive force la rivière à refaire son chemin en érodant la rive opposée. Les zones de dépôt de sédiments sont principalement composées de matériel de dimension moyenne (galet, gravier et cailloux). Une certaine quantité de sédiments fins (sable) est également associée à ce matériel (Hébert, 2006a).

Embâcles

La formation d'embâcles de bois est un phénomène naturel faisant partie de la dynamique des cours d'eau. Elle peut être favorisée par divers facteurs soit l'érosion des berges, la présence de débris, les activités des castors, la faible profondeur de l'eau de certains tronçons et l'exploitation forestière. Les embâcles partiels n'obstruent pas la largeur totale du cours d'eau. Ils permettent, entre autres, le captage des débris lors des crues et la stabilisation de certaines berges instables. Les embâcles totaux, quant à eux, modifient fortement le débit du cours d'eau et peuvent contribuer à détourner le cours d'eau de son lit, entraînant de l'érosion (Hébert, 2006a).

Les embâcles de bois des cours d'eau de la ZGIE sont très peu documentés. Seules ceux de la rivière Mont-Louis ont été localisés et caractérisés en août 2004. Une vingtaine d'embâcles partiels ont été identifiés sur une partie de la branche est et sur le tronçon principal (annexe C). Aucun embâcle total majeur et nuisible n'a été identifié (Hébert, 2006a). De plus, un phénomène d'embâcles est fortement surveillé depuis quelques années dans le secteur aval de la rivière Saint-Jean. Cet embâcle faisait plus de 1,4 km de longueur au printemps 2011 et obstruait la totalité des chenaux principaux. Une progression de l'ordre de 105 mètres par année lui est attribuée (Bujold, 2011a).

Les embâcles de glace sont des accumulations de glaces flottantes contre un obstacle sur un cours d'eau. L'obstacle peut être un resserrement ou une courbe de la rivière, une infrastructure (pont), ou bien de la glace encore gelée. L'accumulation de glace crée un barrage temporaire entraînant des débordements d'eau en amont (CEHQ, 2005a). Ces embâcles peuvent avoir des impacts importants sur les écosystèmes fluviaux, ainsi que sur les infrastructures et les communautés humaines. La hausse du niveau de l'eau en amont de l'embâcle, généralement soudaine et imprévisible, peut être plus importante que lors d'une crue printanière, causant des inondations plus sérieuses. Les risques d'érosion des berges et du lit du cours d'eau augmentent lorsqu'il y a un embâcle de glace. La rupture de l'embâcle peut être tout aussi soudaine que sa formation et causer des dégâts et des inondations en aval (Boucher, 2008; Taylor, 2010).

Zones à risque de glissement de terrain

Deux zones à risque de glissements de terrain sont identifiées dans la ZGIE. Une de celles-ci est située près de l'embouchure de la rivière Cap-Chat (31,5 ha), et l'autre près de l'embouchure du ruisseau de la Grande Tourelle (55,29 ha) (carte 6) (MAMROT, 2010). Ces deux zones sont possiblement instables et susceptibles de produire des mouvements de sol à cause de la présence de dépôt argileux et du degré des pentes. La zone dans le secteur de Tourelle a déjà subi des glissements importants, dont un en 1963 causant des pertes de vie et des dégâts matériels majeurs. Cette zone est à risque élevé. La zone de glissement à Cap-Chat n'a pas subi de mouvement aussi important, mais est tout de même considérée à risque, à cause de la surcharge s'exerçant sur la zone et des possibilités qu'elle entraîne un mouvement de la pente (MRC de La Haute-Gaspésie, 2004).

D'autres secteurs du territoire de la MRC de La Haute-Gaspésie, à proximité de terrains à forte pente, sont à risque de glissement. Des dispositions relatives au lotissement et à la construction près de terrains à forte pente (plus de 25 %) ont d'ailleurs été établies (MRC de La Haute-Gaspésie, 2004). Les MRC et les municipalités n'ayant pas identifié toutes les zones à risque de glissement de terrain, ces informations ne sont pas exhaustives.

2.5.4 Sinistres répertoriés

Lorsque les populations humaines sont établies à proximité de zones sensibles telles que plaines inondables et zones d'instabilité des sols propices aux glissements de terrain et à l'érosion, des événements météorologiques exceptionnels peuvent causer des dommages matériels importants.

Les sinistres répertoriés à la Direction de la sécurité civile (ministère de la Sécurité publique) entre 1980 et 2011, ainsi que les conséquences matérielles qu'ils ont entraînées, sont présentés (annexe E, Tableau 1). Ces sinistres sont regroupés par secteur, chaque secteur correspondant à un ou quelques bassins versants. Les bassins versants les plus touchés en nombre d'événements seraient ceux des rivières au Renard, Dartmouth et York (Sécurité civile, s.d.; Turbide, 2011).

Un sinistre d'importance a eu lieu du 13 au 15 décembre 2010, alors que 248 mm de pluie sont tombés durant cette période. Les précipitations abondantes ont gonflé et fait sortir de leur lit plusieurs petits et grands cours d'eau, tout en produisant un important ruissellement en surface par endroit. Les vagues associées aux grandes marées ont inondé plusieurs secteurs et provoqué un effet de refoulement dans certaines rivières, les empêchant d'évacuer les crues vers la mer. Cet événement météorologique exceptionnel a causé de nombreux dégâts à plusieurs endroits, particulièrement dans les secteurs de la ville de Gaspé, de Cloridorme et de Grande-Vallée (Turbide, 2011).

2.6 HYDROGÉOLOGIE

L'hydrogéologie est le domaine de la géologie touchant les eaux souterraines. Ces eaux alimentent les puits d'eau potable. Les eaux souterraines sont dans des canaux ou des dépressions, mais le plus souvent, elles sont emmagasinées dans des aquifères, soit des formations géologiques perméables (roche ou sol) présentant des pores ou des fissures suffisamment larges pour que l'eau puisse y circuler librement. L'infiltration dans le sol des eaux de pluies ou de fonte des neiges alimente les nappes d'eaux souterraines. Ces nappes ne sont pas statiques et se drainent constamment, parfois lentement, vers leur point de déversement. Les eaux souterraines peuvent se déverser dans des cours d'eau ou des plans d'eau, ou émerger au-dessus du sol (Musy, 2005; Environnement Canada, 2011).

Le réseau de nappes d'eau souterraines de la ZGIE du Nord de la Gaspésie est très peu documenté. On sait toutefois que les aquifères sont constitués de dépôts de surface et d'unités rocheuses composés de calcaire, de grès et de conglomérat, types de roche très perméables et riches en minéraux. Les

dépôts de surface de sable et de gravier forment également des complexes aquifères à fort potentiel. On estime que les nappes d'eau souterraines de la région sont abondantes (CRNT, 2009a).

Le Réseau de suivi du niveau des eaux souterraines du Québec constitue actuellement la seule source documentaire sur l'hydrogéologie dans la province. Ce réseau compte 152 stations, dont trois sont situées dans la ZGIE (Cap-Chat, Marsoui et Mont-Albert). L'emplacement de ces stations est indiqué à la carte 6 et dans les cartes par bassin versant ; les caractéristiques des piézomètres sont présentées au tableau 2.15. Les variations de l'altitude du niveau de l'eau dans la nappe souterraine sont illustrées aux figures de l'annexe H. Des variations du niveau d'eau souterraine avec un maximum marqué au printemps et un autre, plus faible, à l'automne, sont observées.

Tableau 2.15 Caractéristiques des piézomètres

Nom et numéro de la station	Emplacement	Profondeur du forage (m)	Altitude du sol (m)	Altitude moyenne du niveau d'eau* (m)	Température moyenne de l'eau* (°C)
Cap-Chat 2150001	Bassin versant Cap-Chat, près de l'embouchure	nd	6	4,32	6,39
Mont-Albert 02140001	Bassin versant Sainte-Anne, près du Gîte du Mont-Albert	75	249	245,28	5,83
Marsoui 2120001	Bassin versant Marsoui, près de l'embouchure	13,72	61	56,58	4,09

Source : MDDEP (2002r)

*Entre juillet 2009 et novembre 2011.

Tout comme le débit des rivières, le niveau de la nappe d'eau souterraine augmente avec la fonte des neiges et les pluies automnales. La baisse durant l'été est due à la résurgence de l'eau dans les rivières et à l'évapotranspiration. Le minimum est généralement atteint vers la fin de la période de croissance de la végétation (septembre-octobre). La légère baisse en hiver s'explique par le gel du sol (Côté et al., 2006).

Les prélèvements d'eau souterraine influencent aussi le niveau de la nappe souterraine. Sous des conditions naturelles, un équilibre se crée dans l'aquifère faisant en sorte que la plage de fluctuation saisonnière des niveaux d'eau est relativement constante d'une année à l'autre. Cependant, une augmentation importante des prélèvements ou une variation marquée et durable des précipitations peut créer un changement de l'état d'équilibre (Côté et al., 2006).

Les sols contiennent des concentrations élevées de gaz carbonique. Ce gaz se dissout dans les eaux souterraines, créant un acide pouvant dissoudre de nombreux minéraux. Dans les sols calcaires, l'eau agrandit les fissures et les fractures par dissolution, formant avec le temps des grands chenaux ou des cavernes appelés karst (Environnement Canada, 2011). La roche-mère de la ZGIE est composée en grande partie de calcaire. Toutefois, aucun inventaire des karsts n'existe pour la ZGIE.

2.7 QUALITÉ DE L'EAU

2.7.1 Eaux de surface

Généralement, l'eau des rivières de la ZGIE du Nord de la Gaspésie est d'une grande limpidité et riche en sels minéraux. Cela s'explique par la forte concentration de calcaire dans le sous-sol, sa perméabilité et ses propriétés neutralisantes des pluies acides (MRNF, 2006b). La qualité de l'eau est ainsi considérée bonne. Pour plusieurs des rivières, les pressions de pollution sont localisées à l'embouchure, là où sont situées les municipalités d'importance (Côté et al., 2008).

Qualité bactériologique et physicochimique

Le Réseau-rivières, implanté en 1979 et géré par le MDDELCC, assure la surveillance de base de la qualité de l'eau des principales rivières du Québec. Les stations témoins, situées en amont dans les bassins versants, présentent des caractéristiques proches de celles des cours d'eau à l'état naturel. Les stations principales sont situées à l'embouchure des rivières ou à la limite des tronçons représentatifs d'une portion du bassin versant. Les prélèvements d'eau permettent de mesurer certains paramètres physicochimiques et bactériologiques (MDDEP, 2002w; Hébert et Ouellet, 2005).

Quatre rivières de la ZGIE du Nord de la Gaspésie, soit Sainte-Anne, Madeleine, York et Saint-Jean ont été suivies dans le passé. Les stations étaient situées à l'aval des rivières, mais en amont de la zone d'influence des marées (carte 6 et dans les cartes par bassin versant). Les données pour ces rivières remontent aux années 1980, sauf celles de la rivière York, suivie jusqu'en 1997. Depuis 2012, les analyses ont repris sur ses mêmes rivières et une station a été ajoutée sur la rivière Cap-Chat.

L'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP₇) a été utilisé de 1996 à 2012. Il permet de statuer sur la qualité générale des rivières et petits cours d'eau en fonction des usages potentiels (baignade, activités nautiques, approvisionnement en eau potable, protection de la vie aquatique, protection des plans d'eau contre l'eutrophisation). Cet indice intègre sept paramètres ou descripteurs soit le phosphore total, les coliformes fécaux, la turbidité, les matières en suspension, l'azote ammoniacal, les nitrites-nitrates et la chlorophylle *a* totale (Hébert et Ouellet, 2005). Les tableaux et paramètres mesurés des stations échantillonnées avant 1997 sont présents dans l'annexe I. Depuis 2012, l'IQBP est mesuré avec six paramètres, la turbidité n'étant plus prise en compte dans le calcul (MDDEFP, 2014).

L'IQBP est calculé à partir des données recueillies mensuellement de mai à octobre. Au cours de cette période, la vie aquatique et les usages de l'eau sont le plus susceptibles d'être affectés par la composition physicochimique et la qualité bactériologique de l'eau. Il serait inapproprié d'utiliser l'IQBP pour caractériser la qualité de l'eau au moment des crues printanières ou en hiver. Les crues printanières entraînent une augmentation des concentrations en phosphore, de la turbidité et des matières en suspension. En hiver, la production primaire est à son minimum puis la dynamique ainsi que la toxicité de l'azote ammoniacal pour la faune aquatique sont caractéristiques de cette saison (Hébert, 1997; MDDEP, 2002d).

L'IQBP peut varier de 0 (très mauvaise qualité) à 100 (bonne qualité). Cinq classes de qualités ont été définies, en lien avec les usages de l'eau (Hébert et Ouellet, 2005) :

- classe A (80-100) : bonne qualité, permettant généralement tous les usages, y compris la baignade ;
- classe B (60-79) : qualité satisfaisante, permettant généralement la plupart des usages ;
- classe C (40-59) : qualité douteuse, restreignant certains usages ;
- classe D (20-39) : mauvaise qualité, restreignant la plupart des usages ;
- classe E (0-19) : très mauvaise qualité, restreignant tous les usages.

Les paramètres de l'IQBP₆ enregistrés à chacune des stations du Réseau-rivières sont présentés au tableau 2.16. Toutes les stations échantillonnées montrent, selon ces données, une bonne qualité permettant tous les usages, incluant la baignade (IQBP₆ de 94 à 98).

Pour la rivière de Mont-Louis, certains paramètres physicochimiques, datant de 2002, sont publiés dans le *Plan directeur du bassin versant de la rivière Mont-Louis*. Ces paramètres ont été mesurés afin d'évaluer la qualité de l'habitat salmonicole de la rivière. De plus, pour l'analyse des problématiques de la rivière Mont-Louis, le taux de matières en suspension (MES) a été mesuré d'août à décembre 2005 (annexe C).

Tableau 2.16 Paramètres de l'IQBP₆ enregistrés aux stations d'échantillonnage des rivières Cap-Chat, Sainte-Anne, Madeleine, York et Saint-Jean

Station ¹	Début et fin de l'échantillonnage	Nombre d'échantillons (n ²)	Médiane						IQBP ₆
			Phosphore total (mg/l)	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Matière en suspension (mg/l)	Azote ammoniacal (mg/l)	Nitrites/ Nitrates (mg/l)	Chlorophylle <i>a</i> totale (µg/l)	
Cap-Chat	2012-08-06 à 2013-12-02	14 (n=9)	0,001	16	1,0	0,01	0,14	0,42	94
Sainte-Anne	2012-08-06 à 2013-11-04	14 (n=9)	0,001	8	0,5	0,01	0,10	0,62	96
Madeleine	2012-10-02 à 2013-11-02	14 (n=7)	0,002	7	0,5	0,01	0,06	0,35	98
York	2012-08-06 à 2013-11-04	15 (n=9)	0,003	20	1,0	0,01	0,11	0,58	94
Saint-Jean	2012-08-06 à 2013-11-04	16 (n=10)	0,001	2	0,8	0,01	0,08	0,28	96

Source : MDDEFP (2014)

¹ Positionnement des stations :

- Cap-Chat : Au pont Thomas au bout de la rue Jean-Baptiste Roy au sud de Cap-Chat ;
- Sainte-Anne : À la fosse Pelletier, au sud de Sainte-Anne-des-Monts ;
- Madeleine : Au pont du sentier de motoneige 400 m en amont du pont de la route 132 ;
- York : Au pont-route entre Wakeham et Sunny Bank ;
- Saint-Jean : Au pont-route 132 à l'ouest de Douglastown.

² Nombre d'échantillons sur lequel a été mesuré le paramètre.

Cyanobactéries

Les cyanobactéries, appelées algues bleu-vert, sont naturellement présentes à de faibles densités dans les lacs et les cours d'eau, mais elles peuvent proliférer sous certaines conditions, particulièrement lorsqu'il y a un surplus de phosphore dans l'eau. Des proliférations répétées d'algues bleu-vert sont le signe de l'eutrophisation (vieillessement) des plans d'eau. Lorsqu'elles sont en grande quantité dans les plans d'eau, certaines espèces d'algues bleu-vert peuvent produire des toxines nuisant à la qualité de l'eau et présentant un risque pour la santé (MDDEP, 2002b).

À la suite d'une augmentation de plans d'eau aux prises avec une prolifération de cyanobactéries, le MDDELCC, en collaboration avec le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), a mis en place en 2004 un *Plan de gestion des épisodes de fleurs d'eau d'algues bleu-vert*. Lorsque le MDDELCC reçoit un signalement d'une présence visible de cyanobactéries, des échantillons d'eau sont prélevés et analysés. Les municipalités concernées sont ensuite avisées et, si nécessaire, un avis de santé publique est émis (MDDEP, 2002b).

Un bilan annuel pour l'ensemble du Québec est réalisé à chaque hiver, dans lequel les lacs touchés durant l'année sont identifiés. Pour qu'un plan d'eau soit considéré touché par des algues bleu-vert, la concentration doit être supérieure à 20 000 cellules par millilitre. En 2011, le MDDELCC a visité 210 plans d'eau, et ce, spécialement à la suite de signalements ; aucun signalement n'a été fait dans la région de la Gaspésie (MDDEP, 2012e). En fait, il n'y a eu aucun signalement depuis 2004 (MDDEP, 2012c). Tout semble indiquer qu'aucun lac de la ZGIE du Nord de la Gaspésie n'a été touché par des floraisons de cyanobactéries.

2.7.2 Eaux souterraines

Les conditions de température et de pression, les types de roches et de sols qu'elle traverse ainsi que le temps de séjour vont influencer la qualité définitive de l'eau souterraine. Celle-ci peut dissoudre les substances qu'elle rencontre et les transporter jusqu'à son lieu d'émergence, ou bien déposer certains de ses constituants en cours de route. La qualité de l'eau souterraine est moins variable dans le temps que la qualité de l'eau de surface. Aussi, elle tend à être plus dure que l'eau de surface. Comme l'eau souterraine coule à travers un aquifère, elle est filtrée de façon naturelle. Elle est donc ordinairement exempte de microorganismes pathogènes et contient moins de matières en suspension et de matières non dissoutes que les eaux de surface. Cependant, une source de contamination près d'un puits peut annuler l'effet de ces défenses naturelles (Environnement Canada, 2011).

Comme mentionné dans la section réservée à l'hydrogéologie, les nappes d'eau souterraine de la ZGIE du Nord de la Gaspésie sont très peu documentées. De par la composition des aquifères de la région, la qualité de l'eau souterraine est généralement bonne, moyennement minéralisée, légèrement alcaline et faiblement concentrée en chlorure. Elle est principalement de type bicarbonaté calcique. La

présence de minéraux dissous contribue à augmenter la conductivité de l'eau, alors que les carbonates de calcium participent à sa neutralisation naturelle (MDDEP, 2002m ; CRNT, 2009a).

La source d'eau Isabella, située au cœur des monts Chic-Chocs dans le bassin versant Madeleine, jaillit d'une profondeur de 644 m. Il s'agit de la seule eau souterraine dont la qualité a été caractérisée. Sa teneur en nitrates est très faible, démontrant une absence de pollution organique. Son contenu en calcium, en potassium et en magnésium est considéré comme intéressant pour l'eau de consommation. Son pH – concentration en ions d'hydrogène – est de 7,6. Aussi, des paramètres microbiologiques et physico-chimiques ont été analysés, mais les résultats sont non disponibles (Chic-Chocs Ressources, 2012b).