



Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

Partie I - Inventaire municipal

Mise à jour de l'inventaire des gaz à effet de serre de l'Agglomération des Îles-de-la-Madeleine (2013)

Partie II - Bilan territorial

Marie-Hélène BEAUDOIN-GAGNON (CERMIM), Jean-Michel LEBLANC
(Municipalité des Îles-de-la-Madeleine)

Juin 2020



CERMIM
Centre de recherche sur les milieux
insulaires et maritimes



Affilié à l'UQAR

Les partenaires du CERMIM



Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

Beaudoin-Gagnon, M.-H.¹ et Leblanc, J.-M.²

En collaboration avec Dinelle, J.-P.¹, Massé, M.-O.¹ et Cummings, I.¹
Révisé par Mercier Rémillard, A.¹ et Rabenasolo, H.¹

¹ Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes (CERMIM)
37, chemin Central C.P. 2280
Havre-aux-Maisons (Québec) G4T 5P4
Courriel : info@cermim.ca

² Municipalité des Îles-de-la-Madeleine
460, chemin Principal
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1A1

Juin 2020

Ce document doit être cité comme suit :

Beaudoin-Gagnon, M.-H. et Leblanc, J.-M. (2020). Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine. Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes, Îles-de-la-Madeleine (Québec). xii + 129 p.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE.....	1
Partie I I	
Partie II.....	7
INTRODUCTION GÉNÉRALE	14
PARTIE I.....	15
1. MISE EN CONTEXTE.....	16
1.1 Objectifs de l'étude.....	16
1.2 Cadre de l'inventaire.....	16
2. MÉTHODOLOGIE.....	17
2.1 Émission des bâtiments.....	18
2.2 Émissions des véhicules	21
2.3 Traitement des eaux usées	25
2.4 Émissions municipales.....	26
3. ÉMISSIONS MUNICIPALES	27
3.1 Bâtiments municipaux et autres installations	27
3.2 Équipements motorisés municipaux	34
3.3 Émissions dues aux déplacements aériens.....	41
3.4 Traitement des eaux usées	42
3.5 Émissions fugitives de méthane dans les fosses septiques	42
3.6 Émissions fugitives d'oxyde nitreux dans les usines d'épuration	43
4. ÉMISSIONS FUGITIVES.....	43
5. PLAN D'ACTION POUR LA RÉDUCTION DES 2014-2019	44
6. CONCLUSION.....	45
PARTIE II	47
1. MISE EN CONTEXTE.....	48
2. CADRE DE L'INVENTAIRE.....	49
2.1 Périmètre de l'étude.....	49
2.2 Année de l'étude	51
3. DESCRIPTION DU TERRITOIRE À L'ÉTUDE	51
3.1 Population.....	52
3.2 Activité économique.....	53
3.3 Revenu	55
3.4 Scolarité	55

3.5	Indice de développement économique.....	56
3.6	Approvisionnement énergétique.....	56
3.7	Transport.....	57
4.	MÉTHODOLOGIE.....	59
4.1	Collecte et qualité des données.....	59
4.2	Transformation des données.....	72
4.3	Vérification des données.....	74
4.4	Projection de la consommation énergétique de 2017-2026.....	74
4.5	Inventaire de GES lié à la consommation énergétique.....	80
5.	RÉSULTATS DU BILAN ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL.....	83
5.1	Bilan énergétique du territoire en 2017.....	83
5.2	Évolution de la consommation énergétique entre 2011 et 2017.....	88
5.3	Projection de la consommation énergétique entre 2017 et 2026.....	95
5.4	Projection de la consommation énergétique de 2017 à 2026 selon différents scénarios.....	98
5.5	Comparaison avec le reste du Québec.....	101
6.	QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES LIÉES À LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE	109
6.1	Projection des émissions de GES	112
6.2	Comparaison avec le reste du Québec.....	114
7.	ANALYSE DES POINTS CHAUDS	120
8.	CONCLUSION	121
	RÉFÉRENCES.....	122

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Inventaire municipal des émissions de GES de 2017	6
Tableau 2. Comparaison entre les émissions des GES municipales de 2012 et celles de 2017 corrigées de la CMIM	7
Tableau 3. Sources des émissions des inventaires municipales et des émissions fugitives (tirées de CERMIM, 2013)	17
Tableau 4. Émissions municipales du secteur des bâtiments pour 2017	28
Tableau 5. Comparaison entre les émissions de 2012 et de 2017 corrigée pour le secteur des bâtiments	29
Tableau 6. Émissions dues à l'électricité par secteur de consommation en 2017	29
Tableau 7. Comparaison de la consommation et des émissions dues à l'électricité par secteur de consommation.....	31
Tableau 8. Émissions de combustion de mazout pour le chauffage des bâtiments en 2017	32
Tableau 9. Comparaison de la consommation et des émissions entre 2012 et 2017 corrigée pour le chauffage des bâtiments.....	32
Tableau 10. Émissions de GES liées à la combustion du propane dans les bâtiments.....	32
Tableau 11. Différence entre les émissions de GES de 2012 et de 2017 corrigées liées à la combustion de propane dans les bâtiments	33
Tableau 12. Émissions de réfrigérants dans les bâtiments pour 2017	34
Tableau 13. Comparaison des émissions fugitives de réfrigérants entre 2012 et 2017	34
Tableau 14. Émissions municipales du secteur des véhicules (2017)	35
Tableau 15. Émissions liées à la combustion de carburants et à la climatisation des véhicules municipaux.....	37
Tableau 16. Comparaison entre les émissions liées à la combustion de carburants et à la climatisation des véhicules municipaux de 2012 et de 2017.....	37
Tableau 17. Émissions de combustion de propane dans les véhicules municipaux en 2017	38
Tableau 18. Comparaison des émissions de GES liées à la combustion du propane dans les véhicules entre 2012 et 2017.....	38
Tableau 19. Émissions des activités en sous-traitance en 2017.....	39
Tableau 20. Comparaison des émissions liées à la sous-traitance entre 2012 et 2017	39
Tableau 21. Émissions du transport des matières résiduelles par bateau en 2017	40
Tableau 22. Émissions du transport des matières résiduelles par camion en 2017	40
Tableau 23. Comparaison des émissions liées à l'exportation des matières résiduelles par camion entre 2012 et 2017.....	40
Tableau 24. Émissions liées aux déplacements professionnels par les véhicules personnels en 2017	41
Tableau 25. Comparaison des déplacements locaux remboursés entre 2012 et 2017	41
Tableau 26. Émissions de GES liées aux déplacements aériens dans le cadre professionnel en 2017	41
Tableau 27. Comparaison des émissions de GES liées aux déplacements aériens entre 2012 et 2017....	42
Tableau 28. Émissions des fosses septiques du territoire en 2017	42
Tableau 29. Émissions de GES des bassins d'aération des eaux usées	43
Tableau 30. Émissions fugitives dues à la gestion des matières résiduelles en 2017.....	44
Tableau 31. Comparaison des émissions liées à la gestion des matières résiduelles entre 2012 et 2017.	44
Tableau 32. Résumé des résultats du plan d'action.....	45
Tableau 33. Cadre de l'analyse.....	50
Tableau 34. Nombre de véhicules immatriculés en 2017 (Banque de données statistiques officielles, 2019)	57

Tableau 35. Sources et qualité des données.....	62
Tableau 36. Résumé de la qualité des données par type d'énergie et par secteur	64
Tableau 37. Ventilation des données des distributeurs de carburants	70
Tableau 38. Hypothèses considérées dans le scénario 1.....	75
Tableau 39. Consommation énergétique moyenne d'un bâtiment résidentiel unifamilial	80
Tableau 40. Bouquet énergétique des scénarios 1 et 3	82
Tableau 41. Bouquet énergétique du scénario 2.....	82
Tableau 42. Facteurs climatiques pour les régions des Îles-de-la-Madeleine, Montréal et Québec	102
Tableau 43. Prévision des émissions de GES par secteur d'activité	

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Émissions de GES municipales.....	2
Figure 2. Émissions de GES municipales attribuables aux bâtiments.....	2
Figure 3. Émissions de GES municipales liées à la consommation d'électricité par service (2017)	3
Figure 4. Émissions de GES municipales attribuables aux véhicules	4
Figure 5. Détail des émissions de GES attribuables aux véhicules municipaux	4
Figure 6. Émissions fugitives attribuables aux matières résiduelles	5
Figure 7. Répartition de la consommation énergétique par type d'énergie et par secteur d'activité (2017)	9
Figure 8. Projection de la consommation énergétique pour les secteurs résidentiel, commercial, institutionnel et industriel	11
Figure 9. Répartition des émissions de GES par secteur d'activité (2017)	12
Figure 10. Prévision des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation énergétique des Îles- de-la-Madeleine.....	13
Figure 11. Énergie primaire, secondaire et finale (Modifiée de Harrois, 2016).....	49
Figure 12. Emplacement géographique des Îles-de-la-Madeleine (Modifiée de Google, 2020).....	51
Figure 13. Répartition de la population des Îles-de-la-Madeleine par catégorie d'âge (Tirée de Statistique Canada, 2019).....	52
Figure 14. Répartition des emplois par type d'entreprises pour les Îles-de-la-Madeleine (Statistique Canada, 2019)	54
Figure 15. Répartition du nombre d'entreprises par type d'entreprises aux Îles-de-la-Madeleine en 2016 (Statistique Canada, 2020)	54
Figure 16. Répartition du revenu total pour les ménages privés (Statistique Canada, 2019).....	55
Figure 17. Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population âgée de 25 à 64 ans (Statistique Canada, 2019)	56
Figure 18. Mode de transport pour se rendre au travail (Statistique Canada, 2019)	58
Figure 19. Réseau de transport en commun des Îles-de-la-Madeleine (Modifiée de RÉGÎM, 2020).....	59
Figure 20. Production et consommation énergétiques par secteur	61
Figure 21. Répartition de la consommation d'énergie primaire (GJ) par type d'énergie aux Îles-de-la- Madeleine (2017)	84
Figure 22. Répartition de l'énergie primaire par utilisation (2017).....	84
Figure 23. Répartition de l'énergie utilisée par les centrales thermiques (2017)	85
Figure 24. Flux énergétique en gigajoule (GJ) des Îles-de-la-Madeleine en 2017.....	86

Figure 25. Répartition des véhicules immatriculés et consommation énergétique aux Îles-de-la-Madeleine par type (2017)	87
Figure 26. Répartition de la consommation énergétique du transport maritime (2017).....	88
Figure 27. Évolution de la consommation énergétique par secteur d'activité entre 2011 et 2017	89
Figure 28. Évolution de la consommation énergétique par type d'énergie entre 2011 et 2017	89
Figure 29. Consommation énergétique par type de véhicules selon différentes méthodes d'estimation .	92
Figure 30. Évolution du nombre de véhicules par type aux Îles-de-la-Madeleine entre 2011 et 2017	92
Figure 31. Consommation d'énergie primaire totale entre 2011 et 2017	94
Figure 32. Consommation d'énergie primaire par habitant équivalent entre 2011 et 2017	94
Figure 33. Projection de la consommation d'énergie primaire par type d'énergie aux Îles-de-la-Madeleine (2017)	96
Figure 34. Projection de la consommation d'énergie primaire par secteur d'activité aux Îles-de-la-Madeleine (2017)	97
Figure 35. Répartition de la consommation d'énergie primaire par secteur et par type d'énergie projetée pour 2026	98
Figure 36. Projection de la consommation d'énergie finale par secteur d'activité entre 2017 et 2026..	100
Figure 37. Projection de la consommation d'énergie finale des secteurs résidentiel, commercial, industriel et institutionnel.....	101
Figure 38. Consommation d'énergie finale par habitant (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.)..	102
Figure 39. Sources d'électricité des Îles-de-la-Madeleine et du Québec (2017) (Whitmore et Pineau, 2018)	103
Figure 40. Répartition de la consommation énergétique par habitant par type d'énergie du secteur résidentiel (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	104
Figure 41. Répartition de la consommation énergétique par habitant par type d'énergie des secteurs institutionnel et commercial (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.)	105
Figure 42. Répartition des types d'énergies utilisées dans le secteur industriel (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.)	106
Figure 43. Répartition de la consommation énergétique liée au secteur des transports (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	107
Figure 44. Répartition des types de véhicules en 2017 (BDSO, 2019)	108
Figure 45. Répartition de la consommation énergétique du transport routier par type de véhicules en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	108
Figure 46. Répartition des émissions (t éq. CO ₂) par secteur d'activité incluant la production d'électricité (2017)	110
Figure 47. Répartition des émissions de GES par secteur d'activité et par type d'énergie en 2017	110
Figure 48. Émissions de GES liées au transport terrestre.....	111
Figure 49. Émissions de GES liées au transport routier en 2017	111
Figure 50. Évolution des émissions de GES par secteur et par type d'énergie entre 2017 et 2026	112
Figure 51. Projection des émissions de GES du scénario 1 par secteur entre 2017 et 2026	113
Figure 52. Projection des émissions de GES totales des secteurs industriel, commercial, institutionnel des différents scénarios entre 2017 et 2026	114
Figure 53. Répartition des émissions de GES des secteurs d'activité en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	115
Figure 54. Émissions de GES par habitant du secteur résidentiel en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	116
Figure 55. Émissions de GES des secteurs institutionnel et commercial par habitant en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	117

Figure 56. Émissions de GES du secteur industriel par habitant en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	118
Figure 57. Répartition des types d'énergie utilisés dans les transports en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.).....	119
Figure 58. Répartition de la consommation énergétique par type de véhicules en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.)	119

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Potentiel de réchauffement climatique

Annexe 2 – Plan d'action de réduction de GES

Annexe 3 – Revue de littérature

Annexe 4 – Facteurs d'émissions et données de références

Annexe 5 – Valeurs et hypothèses utilisées pour quantifier la consommation du transport terrestre

Annexe 6 – Consommation énergétique détaillée par secteur

Annexe 7 – Émissions de GES détaillées par secteur

LISTE DES ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

AMSÉE	Association madelinienne pour la sécurité énergétique et l'environnement
AVÉQ	Association des véhicules électriques du Québec
BDSO	Banque de données statistiques officielles
CERMIM	Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes
CGMR	Centre de gestion des matières résiduelles
CH₄	Méthane
CISSS	Centre intégré de santé et de services sociaux des Îles
CMIM	Communauté maritime des Îles-de-la-Madeleine
CO₂	Dioxyde de carbone
CSI	Commission scolaire des Îles
DBO	Demande biologique en oxygène
DJC	Degré-jour de chauffage
Éq. CO₂	Dioxyde de carbone équivalent
GES	Gaz à effet de serre
GJ	Gigajoule (1x10 ⁹ joules)
HCFC	Hydrochlorofluorocarbure
HFC	Hydrofluorocarbure
ICI	Industries, commerces et institutions
ÎdM	Îles-de-la-Madeleine
IQEA	Inventaire québécois des émissions atmosphériques
ISQ	Institut national de la statistique du Québec
Kt	Kilotonne (1000 tonnes)
kWh	Kilowatt-heure
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

MEI	Ministère de l'Économie et de l'Innovation
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques
N₂O	Protoxyde d'azote
OMH	Office municipal d'habitation
PFC	Perfluorocarbure
PUEÉ	Programme d'utilisation efficace de l'énergie
RÉGÎM	Régie intermunicipale de transport Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine
RIN	Rapport d'inventaire national
RPPCI	Regroupement des pêcheurs et pêcheuses des côtes des Îles
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
t	Tonne
TEQ	Transition énergétique Québec

SOMMAIRE

PARTIE I

1.1.1 Inventaire des émissions de la CMIM de 2017

L'inventaire des émissions municipales est divisé en trois principales catégories : (i) les bâtiments municipaux et autres équipements fixes; (ii) les véhicules municipaux et les autres déplacements; (iii) le traitement des eaux usées.

En 2017, les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la Communauté maritime des Îles-de-la-Madeleine (CMIM) s'élevaient à 9 512 tonnes équivalentes CO₂ (t éq. CO₂) (Figure 1). La majeure partie de ces émissions provient du secteur des bâtiments qui constitue 71 % du total (6 774 t éq. CO₂), ce qui représente une hausse de 2 % par rapport à 2012 en considérant la correction climatique. Cette hausse est principalement due à la conversion de système au mazout au Centre de gestion des matières résiduelles ainsi qu'à l'augmentation de la consommation d'électricité du service technique et des réseaux publics pour l'eau potable. Les véhicules municipaux sont responsables d'environ 18 % des émissions de la CMIM (1 702 t éq. CO₂). Les émissions de ce secteur ont augmenté de 10 % entre 2012 et 2017 principalement en raison de l'accumulation de matières résiduelles pendant plusieurs années qui ont été exportées en 2017. Finalement, 11 % des émissions sont issus des systèmes de traitement des eaux usées (1 035 t éq. CO₂); les émissions ont augmenté de 8 %. Globalement, les émissions de GES par rapport à 2012 ont augmenté de 6 %.

La prédominance du secteur des bâtiments sur les émissions globales est attribuable à la production d'électricité des ÎdM qui provient d'une centrale thermique au mazout. À production d'électricité équivalente, cette centrale est 32 fois plus émettrice de GES que le bouquet énergétique québécois (21 g éq. CO₂/kWh) (Tirado-Seco et Martineau, 2014).

La consommation d'électricité de la CMIM est responsable de l'émission de 6 048 t éq. CO₂, soit 89 % des émissions du secteur des bâtiments (Figure 2). La comparaison de la consommation énergétique corrigée de 2017 avec celle de l'année de référence montre une hausse de 7 %. Le fonctionnement des équipements électriques de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine entraîne l'émission de 5 320 t éq. CO₂, dont les principales sources sont (i) la production et la distribution de l'eau potable (29 %); (ii) le fonctionnement des arénas (20 %) (Figure 3).

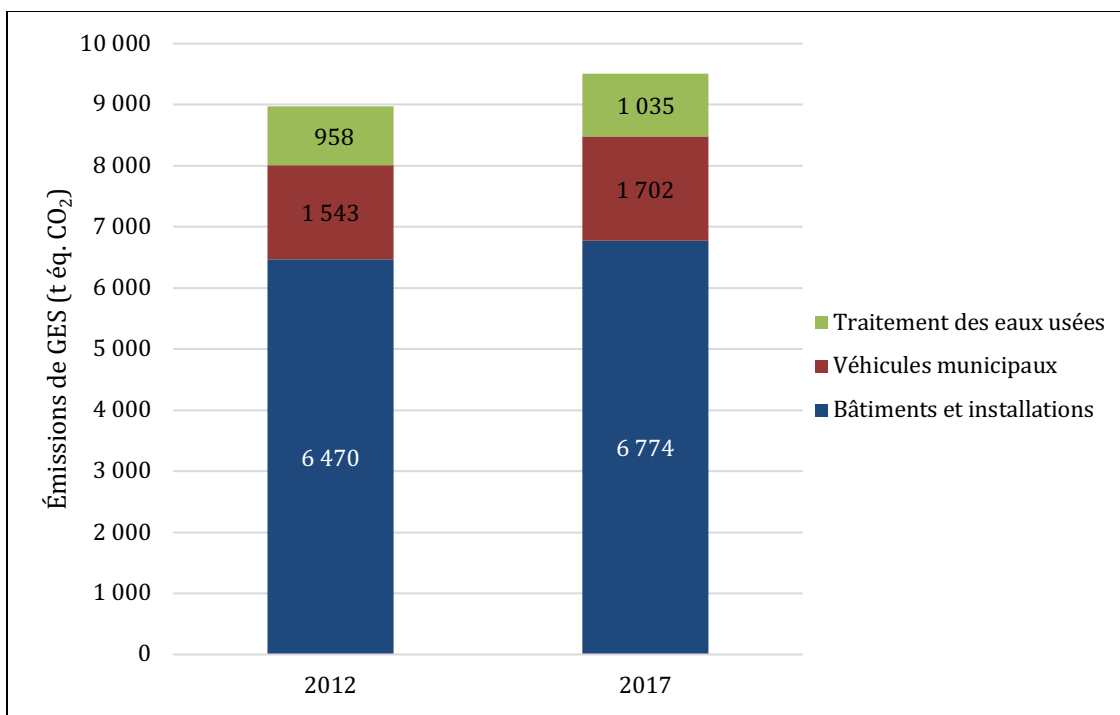


Figure 1. Émissions de GES municipales

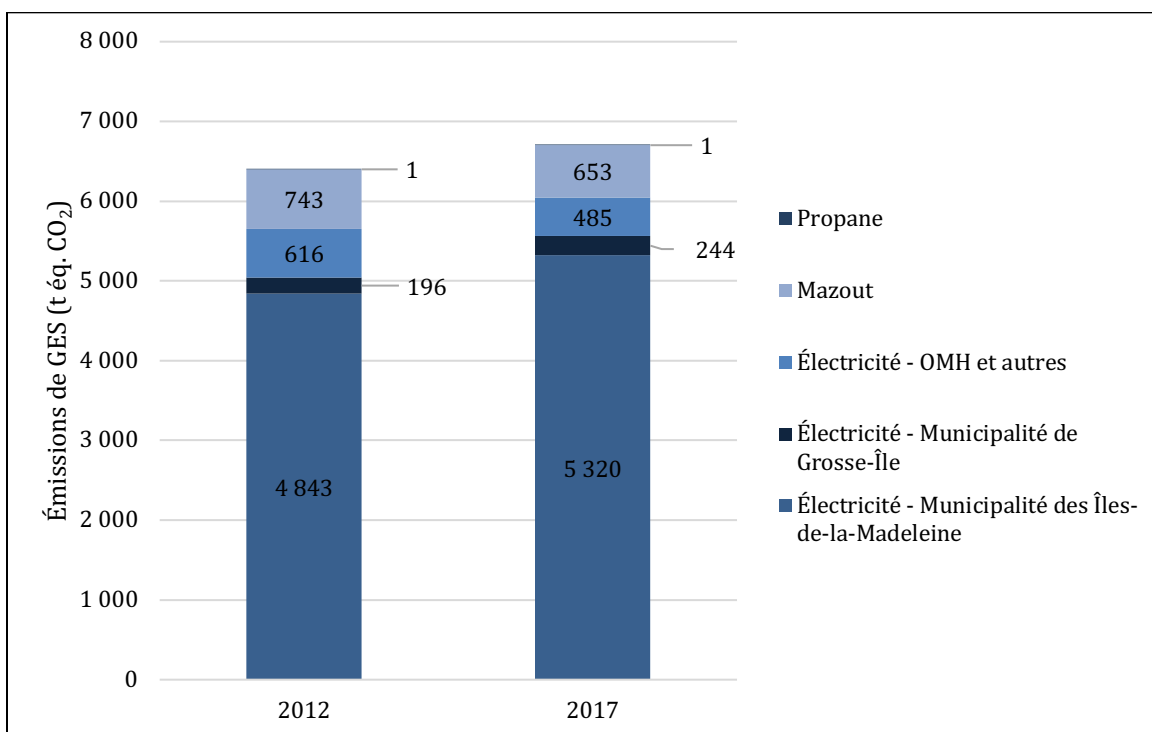


Figure 2. Émissions de GES municipales attribuables aux bâtiments

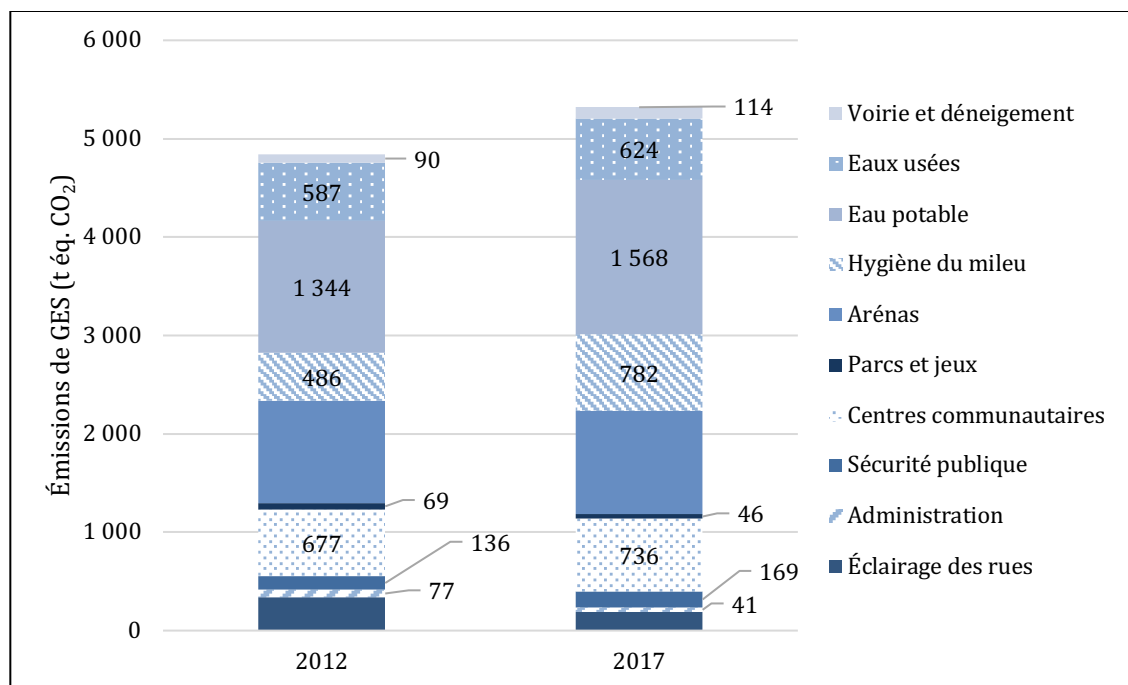


Figure 3. Émissions de GES municipales liées à la consommation d'électricité par service (2017)

Par ailleurs, la consommation de mazout pour le chauffage des bâtiments municipaux a émis en 2017 environ 653 t éq. CO₂, soit une baisse équivalente à 18 % depuis 2012 en considérant la correction climatique (Tableau 1). Les véhicules municipaux sont la seconde source d'émissions de GES de la CMIM et représentent 1 702 t éq. CO₂. Par ordre d'importance, les GES proviennent de l'exportation de matières résiduelles hors du territoire (35 %), de la combustion de carburants par les véhicules municipaux (35 %) et de la sous-traitance de certaines missions municipales comme la collecte des matières résiduelles, la vidange des boues de fosses septiques ou le déneigement de certains tronçons routiers (27 %) (Figure 4). Les services techniques et réseaux publics sont responsables de la plus grande partie des émissions des véhicules municipaux (71 %) (Figure 5). Globalement, les émissions du secteur des véhicules ont augmenté de 10 %, soit de 159 t éq. CO₂ depuis 2012.

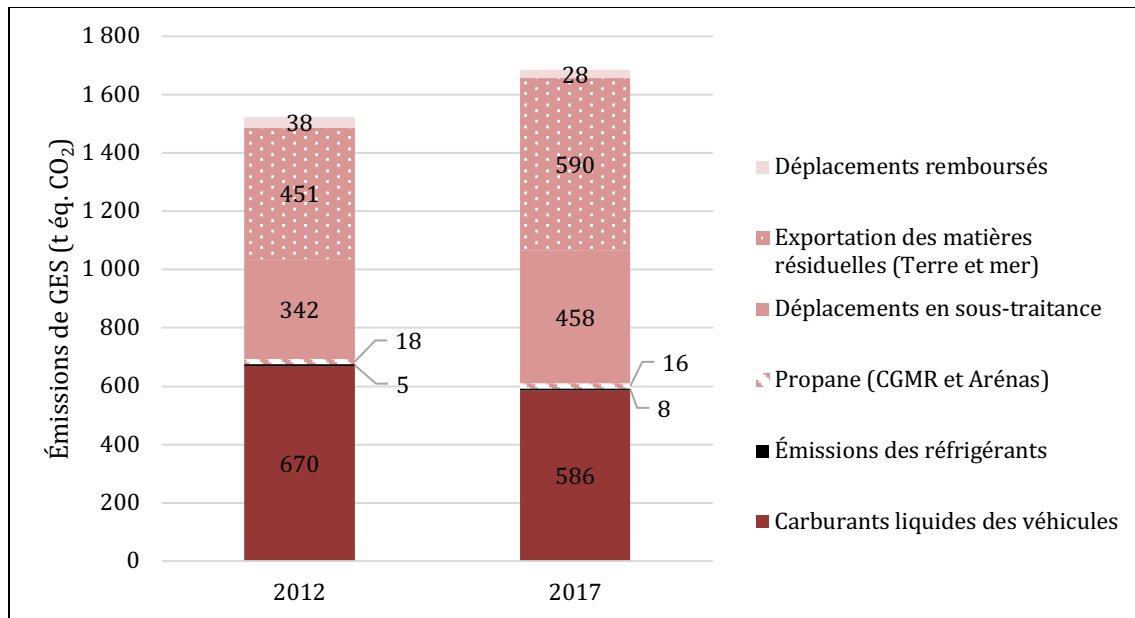


Figure 4. Émissions de GES municipales attribuables aux véhicules

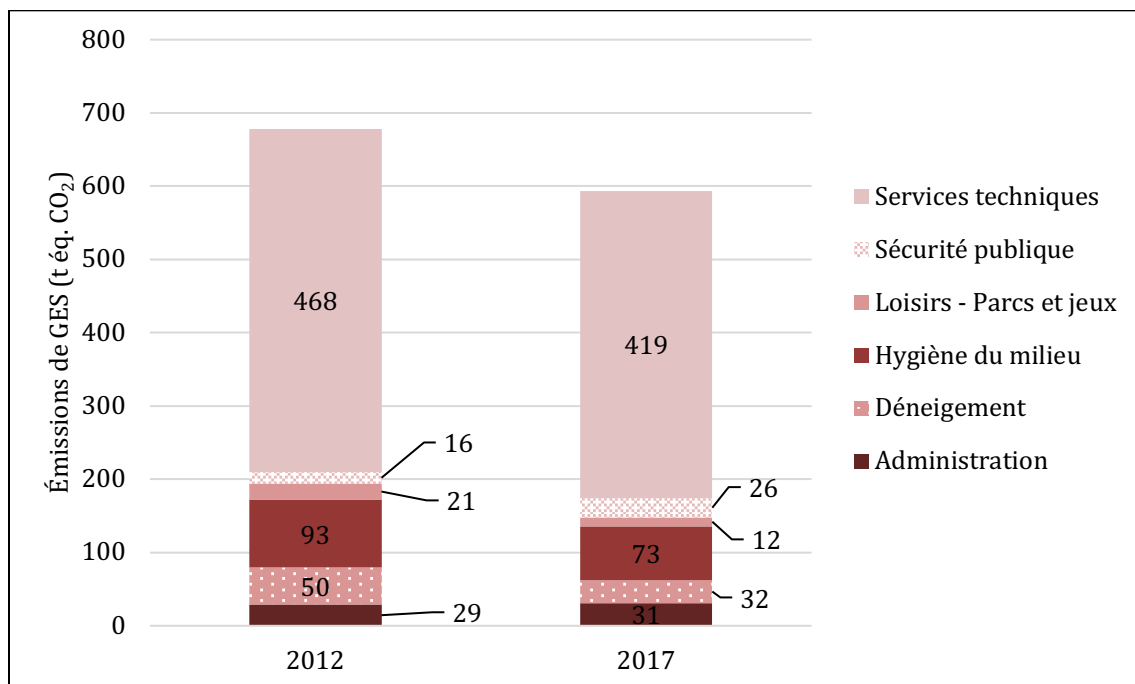


Figure 5. Détail des émissions de GES attribuables aux véhicules municipaux

1.1.2 Inventaire des émissions fugitives

En ce qui a trait au traitement des matières résiduelles en 2017, les émanations des sites d'enfouissement et du site de compostage ont généré respectivement 4 605 et 664 t éq. CO₂ en 2017, ce qui représente une augmentation de 42 % depuis 2012 (Figure 6).

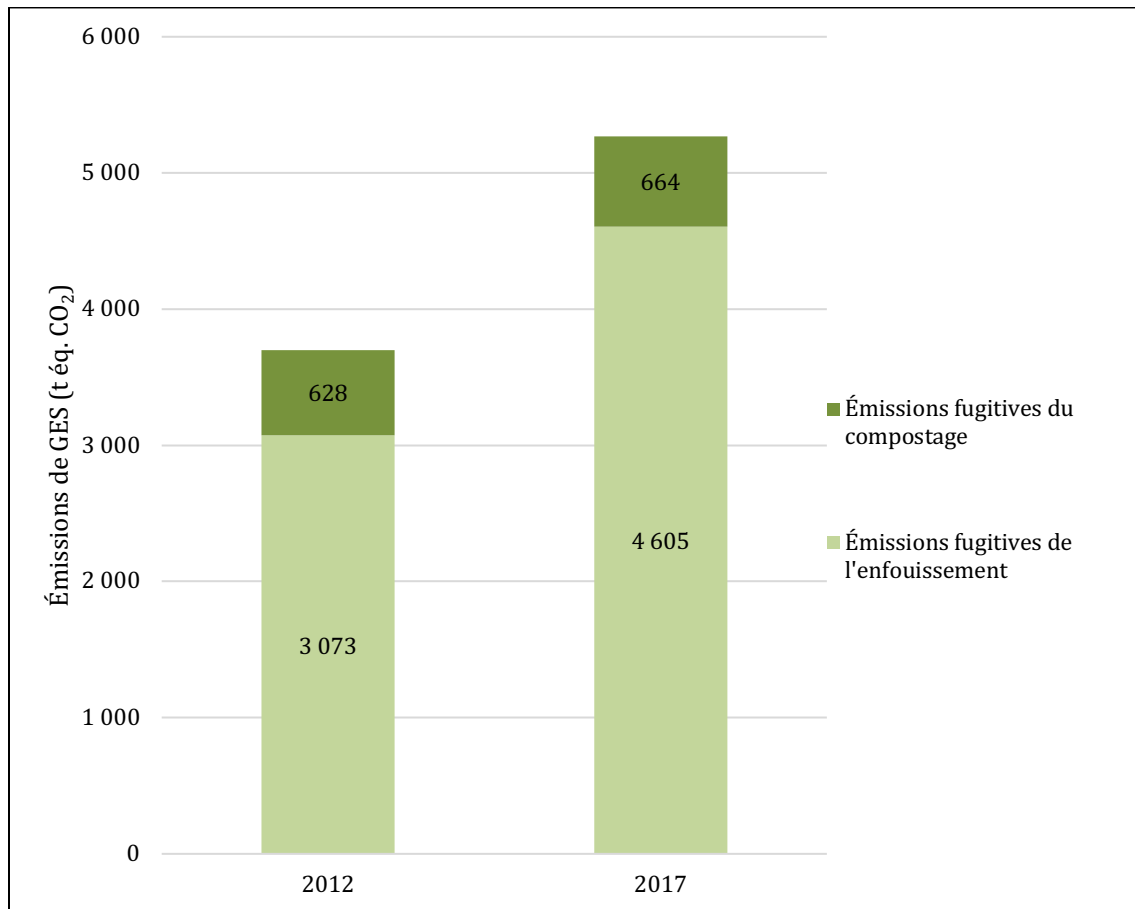


Figure 6. Émissions fugitives attribuables aux matières résiduelles

Tableau 1. Inventaire municipal des émissions de GES de 2017

Inventaire corporatif	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Réfrigérants	Éq. CO ₂	%	
	kg/an			kg éq. CO ₂ /an	tonnes/an		
Bâtiments et installations	652 709,4	7,8	8,6	70 871,5	6 774	71,22 %	-
<i>Électricité - Municipalité des Îles-de-la-Madeleine</i>					5 320	55,9 %	78,5 %
<i>Électricité - Municipalité de Grosse-Île</i>					244	2,6 %	3,6 %
<i>Électricité - OMH et autres</i>					485	5,1 %	7,2 %
<i>Mazout</i>	650 614,8	7,1	8,4	0,0	653	6,9 %	9,6 %
<i>Propane</i>	2 094,5	0,7	0,1	0,0	2	0,0 %	0,0 %
<i>Émissions des réfrigérants</i>	0,0	0,0	0,0	994,3	1	0,0 %	0,0 %
<i>Émissions de HCFC (hors programme)</i>	0,0	0,0	0,0	69 877,2	70	0,7 %	1,0 %
Véhicules municipaux	1 666 139	78	86	7 800	1 702	17,9 %	-
<i>Carburants liquides des véhicules</i>	576 717	25,5	26,9	0	586	6,2 %	34,4 %
<i>Émissions des réfrigérants</i>	0	0,0	0,0	7 800	8	0,1 %	0,5 %
<i>Propane (CGMR et Arénas)</i>	15 732	6,6	0,9	0	16	0,2 %	0,9 %
<i>Déplacements en sous-traitance</i>	449 741	18,5	25,3	0	458	4,8 %	26,9 %
<i>Exportation des matières résiduelles (Terre et mer)</i>	579 500	25,3	31,7	0	590	6,2 %	34,7 %
<i>Déplacements remboursés</i>	27 718	1,7	0,3	0	28	0,3 %	1,6 %
<i>Déplacements aériens (hors programme)</i>	16 730,5	0,6	0,5	0,0	16,9	0,2 %	1,0 %
Traitement des eaux usées	0,0	31 952,5	1 174,2	0,0	1 035,0	10,9 %	-
<i>Traitement des eaux usées</i>	0,0	31 952,5	1 174,2	0,0	1 035,0		
Total des émissions corporatives	2 318 848,3	32 038,4	1 268,3	78 671,5	9 511,6	100 %	

Tableau 2. Comparaison entre les émissions des GES municipales de 2012 et celles de 2017 corrigées de la CMIM

Services municipaux	Différence des émissions	
	t éq. CO ₂	%
Bâtiments et installations	130,4	2 %
Électricité - Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	372,7	7,7 %
Électricité - Municipalité de Grosse-Île	40,0	20,4 %
Électricité - OMH et autres	-148,7	-24,1 %
Mazout	-135,0	-18,2 %
Propane	1,5	279,3 %
Émissions des réfrigérants	0,0	0,0 %
Émissions de HCFC	0,0	0,0 %
Véhicules municipaux	159,1	10 %
Carburants liquides des véhicules	-84,5	-12,6 %
Émissions des réfrigérants	3,1	64,9 %
Propane (CGMR et Arénas)	-2,2	-12,0 %
Déplacements en sous-traitance	115,9	33,9 %
Exportation des matières résiduelles (Terre et mer)	138,8	30,8 %
Déplacements remboursés	-9,7	-25,8 %
Déplacements aériens	-2,3	-11,8 %
Traitement des eaux usées	76,9	8 %
Traitement des eaux usées	76,9	8,0 %
Total des émissions municipales	540,4	6 %

PARTIE II

1.1.3 Consommation énergétique territoriale

Le bilan énergétique territorial de 2017 est divisé en sept secteurs : résidentiel, commercial, institutionnel, industriel ainsi que le transport terrestre, maritime et aérien. Les résultats de 2017 sont comparés avec ceux de l'année de référence, soit 2011. Les données de 2011 proviennent du document *Stratégie énergétique territoriale des Îles-de-la-Madeleine, Étape 1 : Bilan énergétique et projection*, réalisé par Poirier et Malkova (2013) de la firme Dunsky.

En 2017, la consommation d'énergie primaire sur l'ensemble du territoire des Îles-de-la-Madeleine (ÎdM) est estimée à $3,36 \times 10^6$ GJ ou 235 GJ par habitant équivalent. La consommation totale a augmenté de 6 % depuis 2011, tandis que la consommation par habitant équivalent n'a augmenté que de 4 %. Le secteur résidentiel est le principal consommateur d'énergie finale (28 %), suivi du transport terrestre (27 %), du transport maritime (25 %), du secteur commercial (8 %), du secteur institutionnel (5 %), du secteur

industriel (4 %), %) et du transport aérien (3 %). L'énergie provient quasi exclusivement d'importation. Une quantité infime provient de sources locales (photovoltaïque et éolien), elle est estimée à 50 GJ, ce qui représente 0,002 % de l'énergie finale consommée en 2017.

La consommation de mazout liée à la production de l'électricité dans les centrales thermiques représente la moitié de l'énergie totale du territoire (49 %). La centrale de Cap-aux-Meules ayant un rendement de 40 %, elle occasionne des pertes énergétiques importantes ($1,05 \times 10^6$ GJ), en plus des pertes liées à la distribution et aux usages internes ($0,75 \times 10^6$ GJ).

La consommation de mazout léger dans les secteurs résidentiel, institutionnel et commercial est dédiée principalement au chauffage des bâtiments et représente 90 % du mazout léger consommé aux ÎdM; 9 % sont destinées à la production d'électricité et 1 % est utilisé dans le secteur industriel et est majoritairement liée aux procédés. Le mazout léger consommé devrait diminuer dans les prochaines années avec la mise en place des mesures d'Hydro-Québec visant à inciter la conversion à l'électricité des systèmes de chauffage au mazout (Figure 7). Par ailleurs, la contrevalidation des données de 2011 permet de conclure que la consommation de mazout léger estimée par Poirier et Malkova (2013) n'est pas représentative de la réalité. En effet, ces données sont basées sur des estimations et non sur les données réelles. La consommation de ce carburant est demeurée stable depuis 2011. Une baisse de 6 % de la consommation de mazout léger pour le chauffage est attendue en 2026 en raison des incitatifs d'Hydro-Québec encourageant la conversion des systèmes au mazout vers des systèmes de chauffage à l'électricité.

En 2017, 18 398 GJ de propane ont été consommés, la proportion dédiée au chauffage est estimée à 73 %. La consommation de propane devrait doubler entre 2017 et 2026 en raison des subventions accordées par Hydro-Québec jusqu'en 2018 afin de favoriser ce carburant pour le chauffage des bâtiments résidentiels. La diminution de propane observée entre 2011 et 2017 pour le secteur résidentiel ne peut être expliquée puisque les distributeurs mentionnent que les ventes auraient augmenté suite aux subventions d'Hydro-Québec, les résultats de 2011 semblent donc être surévalués. La consommation de propane a considérablement augmenté (+135 %) entre 2017 et 2018 en raison de l'octroi de subventions d'Hydro-Québec. Elle devrait toutefois se stabiliser dans les prochaines années puisqu'il y a actuellement un moratoire sur l'ajout de nouveaux clients au programme.

La consommation de diésel est estimée à 629 374 GJ, dont la majorité (87 %) est utilisée pour le transport maritime et en plus faible proportion, pour le transport terrestre (13 %). Comparé aux résultats de Malkova et Poirier (2013), cela représente une baisse de 63 % entre 2011 et 2017. L'équipe de réalisation a vérifié les résultats de 2011 avec les distributeurs de carburant afin d'expliquer la diminution importante observée entre la consommation de diésel des deux années, ce qui a permis de confirmer qu'une baisse avoisinant les 10 % a été observée en 2017 par rapport à l'année de référence. Une hausse importante de la consommation du transport maritime est observée depuis l'année de référence et est due à la conversion de deux traversiers au mazout léger, à l'augmentation de la consommation de l'industrie de la pêche ainsi qu'à l'augmentation de l'affluence touristique. Une augmentation de la consommation de diésel de 11 % est attendue en 2026

en raison de l'augmentation de la consommation énergétique du transport maritime notamment liée à la pêche ainsi qu'aux bateaux gouvernementaux.

La consommation d'essence est relativement stable dans le temps. Une diminution de la consommation totale de 5 % est observée entre 2011 et 2017. La majorité (99 %) de ce carburant est utilisée pour le transport terrestre et le reste est dédié au transport maritime (majoritairement des bateaux de pêche). Une légère diminution de la consommation d'essence (-0,02 %) est attendue en 2026 par rapport à 2017.

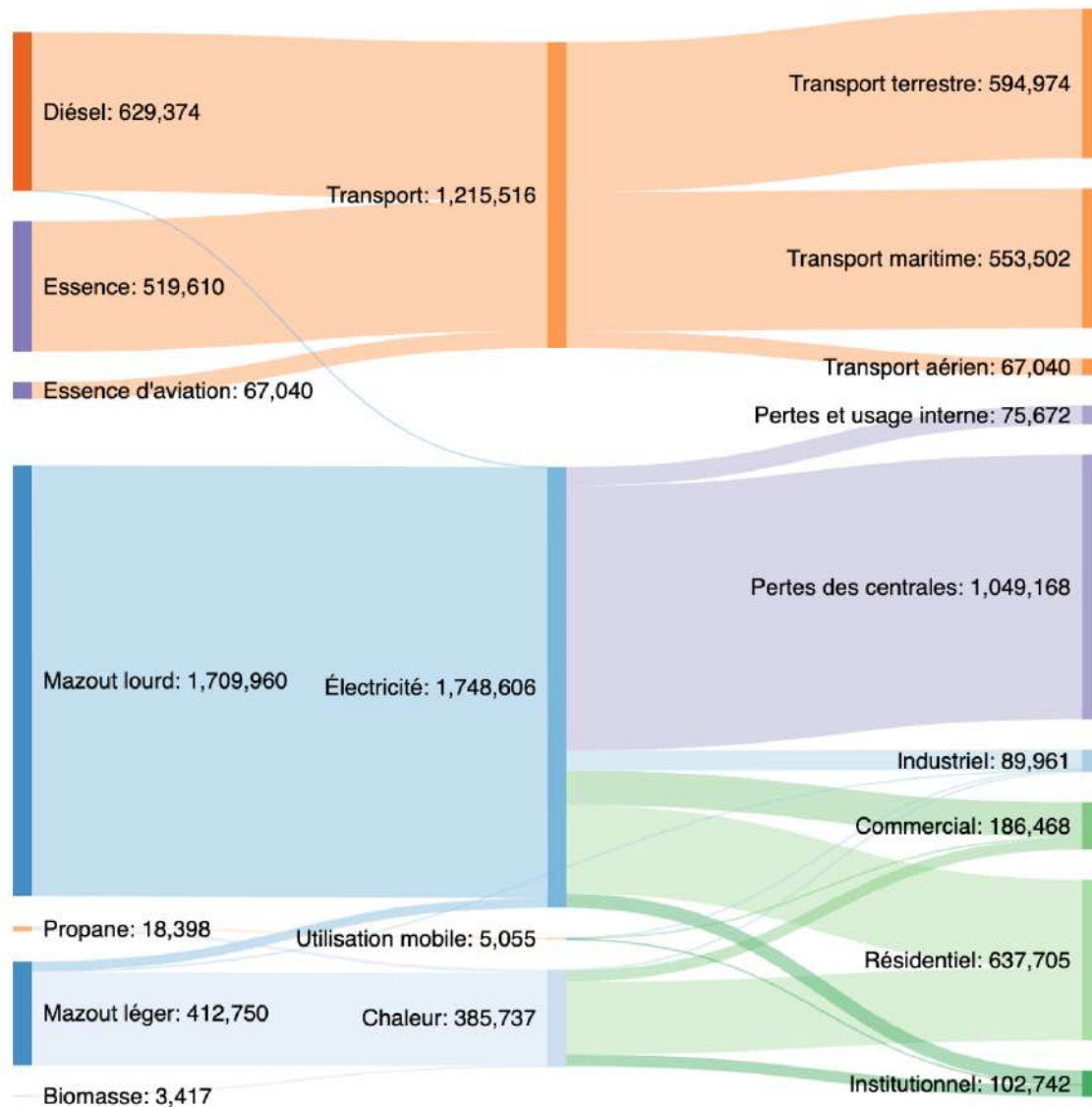


Figure 7. Répartition de la consommation énergétique par type d'énergie et par secteur d'activité (2017)

Finalement, la consommation d'essence d'aviation a augmenté considérablement (+51 %) entre 2011 et 2017. Cette hausse peut être expliquée par l'augmentation de l'affluence touristique ainsi que par l'octroi de subventions du gouvernement provincial visant à rendre

plus accessible le transport aérien pour les résidents des régions éloignées. Elle devrait toutefois se stabiliser dans les prochaines années.

Afin d'estimer la consommation énergétique, des projections sont réalisées jusqu'en 2026. Pour ce faire, trois scénarios ont été considérés. Le scénario 1, défini comme le scénario de base, considère la construction d'un parc éolien de 6,4 MW qui sera effectif à partir de 2020. Ce scénario prévoit une réduction de la consommation de mazout associée à la conversion des systèmes de chauffage pour des systèmes à l'électricité et le raccordement au réseau d'hydroélectricité national en 2025. En plus de ces éléments, le scénario 2 considère la construction d'un microréseau photovoltaïque de 1 MW en 2022. Le scénario 3 considère que des travaux d'efficacité énergétique seront réalisés dans 100 bâtiments résidentiels par année à partir de 2021. Comme illustré à la Figure 8, le troisième scénario est le seul qui permet de réduire la consommation d'énergie finale. Une réduction de 2,2 % de la consommation du secteur résidentiel serait observée, pour une diminution totale de 51 357 GJ entre 2017 et 2026. Bien que le scénario 2 ne permette pas de réduire la demande en énergie finale, il permettrait de réduire les pertes liées à la production d'électricité dans la centrale de Cap-aux-Meules, ce qui se traduirait par une réduction de 2 514 GJ entre 2017 et 2026 et par une réduction de 9 % des pertes en 2026.

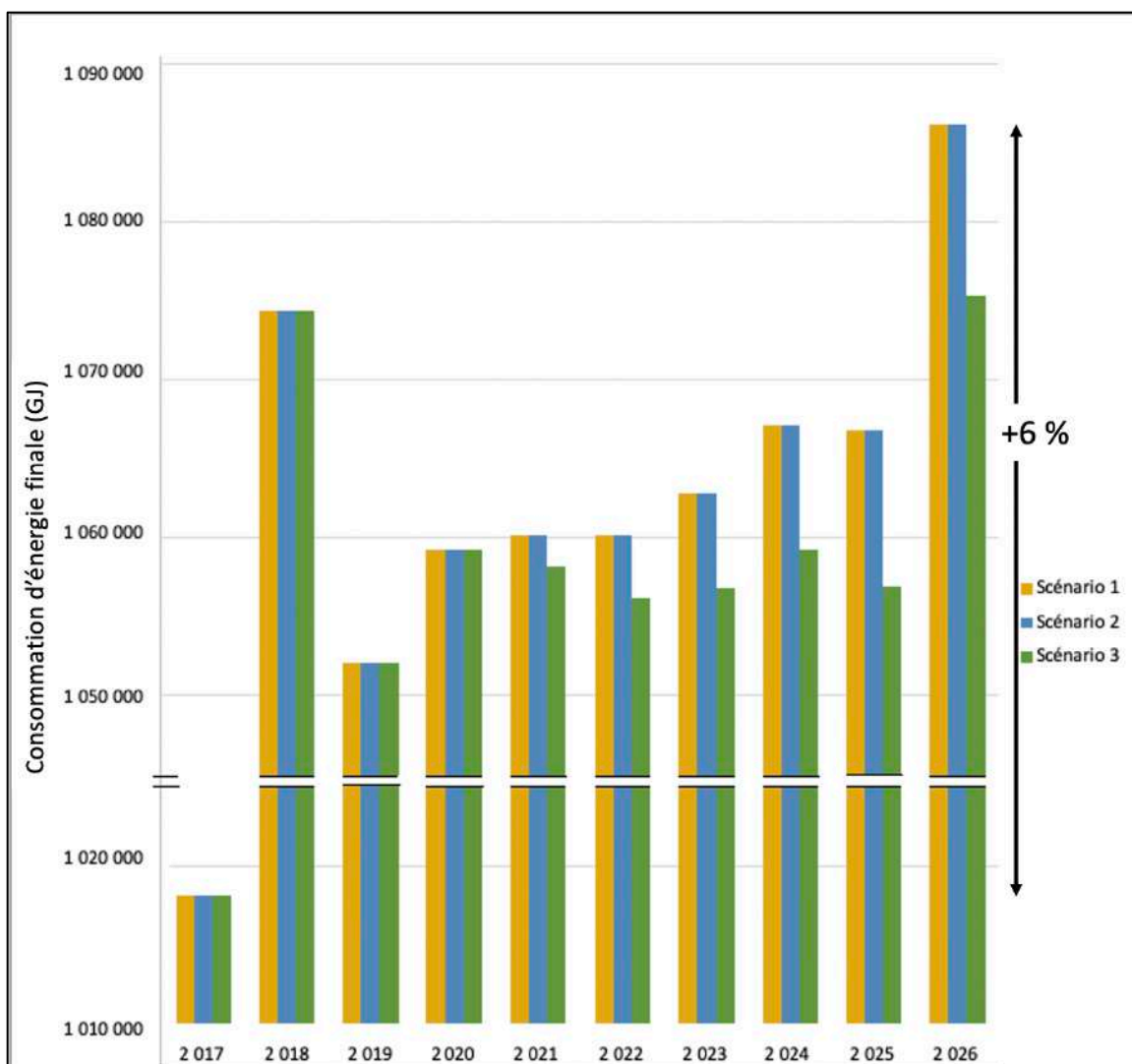


Figure 8. Projection de la consommation énergétique pour les secteurs résidentiel, commercial, institutionnel et industriel

1.1.4 Inventaire de gaz à effet de serre lié à la consommation énergétique

En 2017, 242 kt éq. CO₂ sont générés par la consommation énergétique du territoire des ÎdM. Les secteurs responsables de ces émissions sont en ordre d'importance : la production d'électricité dans les centrales thermiques (53 %), la consommation de diesel (18 %), d'essence (14 %) et de mazout léger pour d'autres fins que la production d'électricité (12 %) (Figure 9).

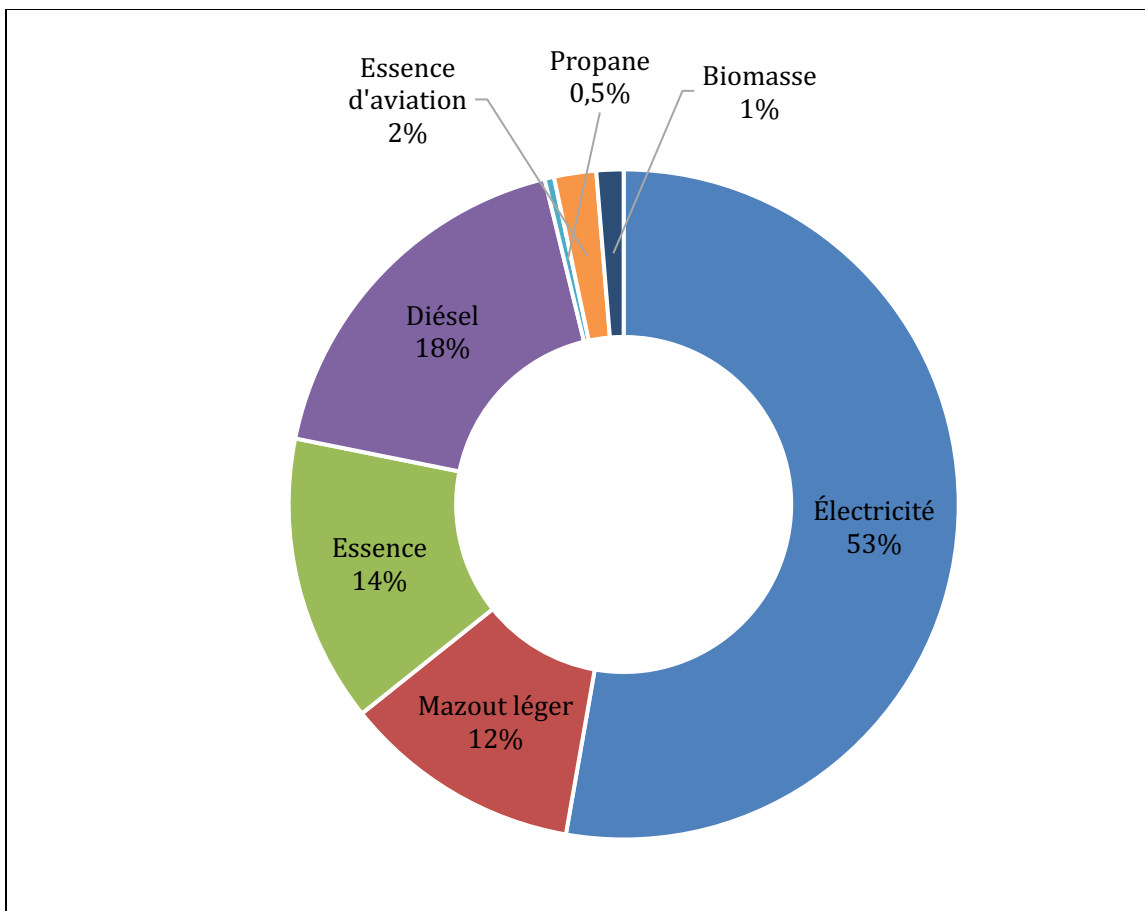


Figure 9. Répartition des émissions de GES par secteur d'activité (2017)

Le secteur résidentiel est le secteur d'activité qui émet la plus grande quantité de GES (39 %), suivi par les transports terrestre (17 %) et maritime (16 %) et par le secteur commercial (13 %).

Comme illustrées à la Figure 10, les projections montrent que le raccordement des ÎdM au réseau d'hydroélectricité nationale devrait permettre de réduire les émissions de 93 % en 2026. Les émissions liées à la combustion du mazout léger utilisé à d'autres fins que la production d'électricité devraient diminuer de 7 % tandis que les émissions liées au propane augmenteront de 98 % en raison des subventions accordées par Hydro-Québec jusqu'en 2018. La croissance des transports terrestres et aériens devrait être relativement stable; il ne devrait donc pas y avoir une augmentation marquée des émissions de GES. Si la tendance observée dans les années passées se poursuit, les émissions de GES du transport maritime devraient augmenter de 10 % en raison de l'accroissement de la puissance des homardiers et de l'augmentation de la consommation des bateaux gouvernementaux.

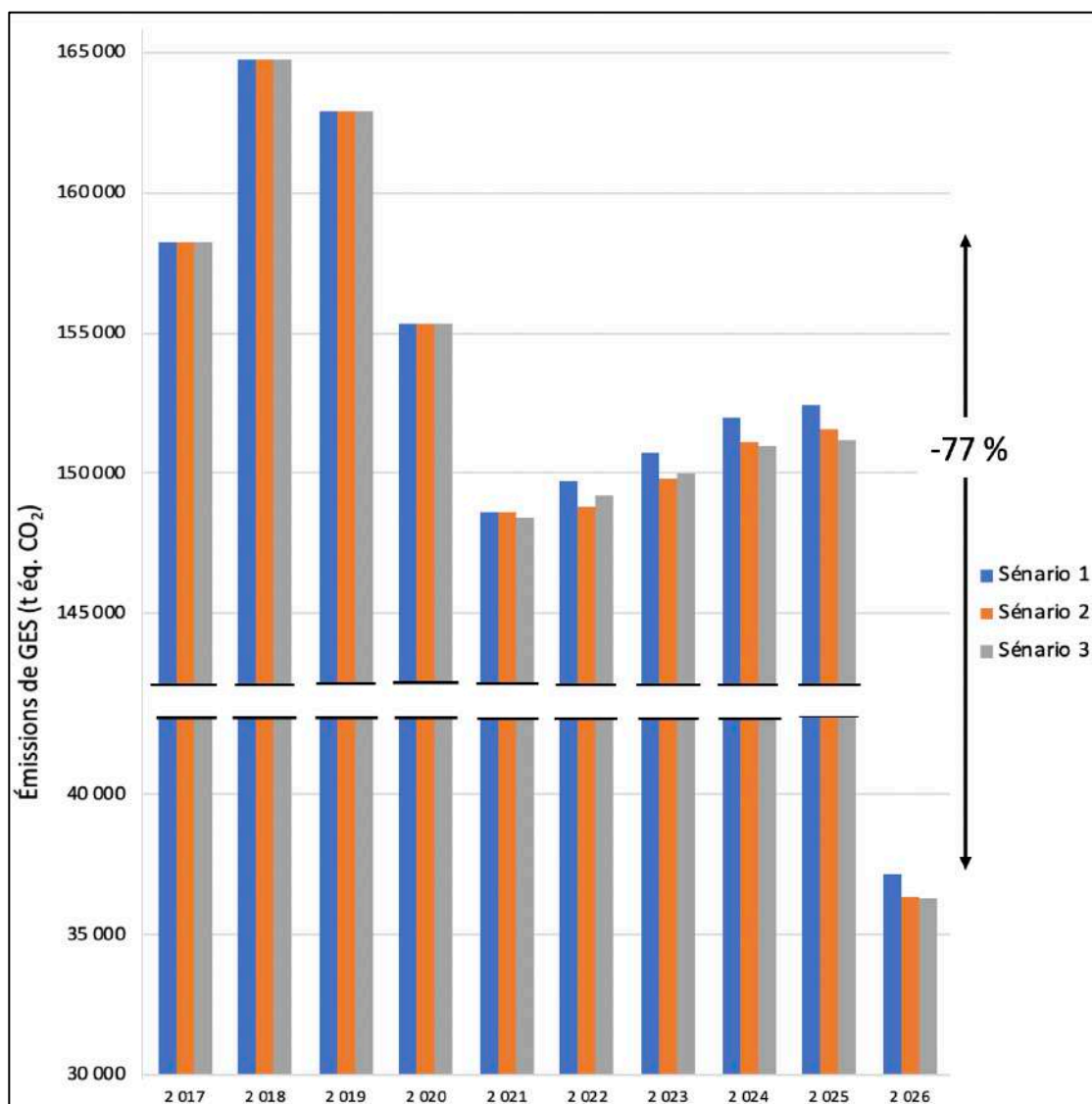


Figure 10. Prévion des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation énergétique des Îles-de-la-Madeleine

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les gaz à effet de serre (GES) sont des constituants gazeux présents dans l'atmosphère. Ils ont la propriété d'absorber une partie de l'énergie des rayonnements solaires, ce qui crée un effet de serre. Bien que naturellement présent dans l'atmosphère, la concentration des GES augmente de manière constante depuis la révolution industrielle et atteint des niveaux inégalés depuis plus de trois milliards d'années causant ainsi une augmentation de la température globale et du niveau des océans. En 1992, 197 nations ont joint la *Convention-Cadre des Nations unies sur le changement climatique* qui avait comme objectif de « mettre en place un cadre global de l'effort intergouvernemental pour faire face au défi posé par les changements climatiques ». (ONU, s.d.)

Du fait de son insularité, les Îles-de-la-Madeleine (ÎdM) sont fortement dépendantes des énergies fossiles. En effet, les ÎdM n'étant pas raccordées au réseau national d'hydroélectricité, deux centrales thermiques alimentent la population en électricité, engendrant une consommation importante d'énergie et contribuant à accroître l'impact environnemental de la population. Préoccupée par l'impact environnemental de cette pétrodépendance, la Communauté maritime des Îles-de-la-Madeleine (CMIM) souhaite mettre à jour la stratégie énergétique 2017-2025. Celle-ci a pour objectif de « garantir un approvisionnement et atteindre une plus grande autonomie énergétique, de réduire l'empreinte énergétique et assurer des conditions de développement socioéconomique favorables » (Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 2016).

Afin de répondre à ces enjeux, la Fédération canadienne des municipalités a mis sur pied le programme *Municipalités pour l'innovation climatique* qui vise à soutenir des initiatives municipales au pays ayant pour but de réduire les émissions de GES. Dans le cadre de ce programme, la CMIM souhaite mettre à jour le bilan énergétique afin d'orienter les actions de la nouvelle stratégie énergétique. Ainsi, la CMIM réalise un projet visant à (1) faire un inventaire des émissions de GES générées sur le territoire des ÎdM; (2) présenter les résultats dans le cadre d'une consultation citoyenne; (3) élaborer un plan d'action pour réduire les émissions de GES du territoire.

Dans ce contexte, la CMIM a mandaté le Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes (CERMIM), travaillant sur des projets de recherche appliquée concernant notamment les enjeux de développement durable des communautés isolées, afin de réaliser le premier volet de ce projet. Ce présent rapport est donc divisé en deux parties, soit une première, exposant l'inventaire de GES municipal, et une deuxième présentant le bilan énergétique territorial.

PARTIE I

1. MISE EN CONTEXTE

1.1 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les objectifs de l'inventaire des émissions municipales de GES sont de (i) quantifier les émissions de GES municipaux; (ii) comparer les résultats de 2017 avec ceux de 2012 afin d'évaluer si les actions posées ont permis de réduire les émissions; (iii) cibler les points chauds afin d'orienter la mise à jour du plan d'action pour réduire ces émissions.

L'inventaire de GES municipal est divisé en quatre sections. Le cadre de l'inventaire et la méthodologie sont d'abord présentés. Ensuite, les quantifications des émissions municipales puis fugitives sont exposées.

1.2 CADRE DE L'INVENTAIRE

1.2.1 *Considérations générales et principes applicables*

Cet inventaire a été réalisé selon les exigences de la norme ISO 14064-1, soit selon les cinq principes de pertinence, de complétude, de cohérence, d'exactitude et de transparence. La méthodologie du programme Climat municipalités a été employée.

1.2.2 *GES considérés*

Selon le Protocole de Kyoto, les GES comptabilisés sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆). Ils sont comptabilisés séparément, puis rapportés en équivalent CO₂ selon leurs facteurs de potentiel de réchauffement planétaire (PRP) respectifs (Annexe 1).

1.2.3 *Période de déclaration et année de référence*

La période de déclaration est l'année calendaire de 2017, soit du 1^{er} janvier au 31 décembre 2017. La période de référence est l'année calendaire de 2012, soit du 1^{er} janvier au 31 décembre 2012.

1.2.4 *Périmètre organisationnel et opérationnel*

La délimitation du périmètre organisationnel est réalisée selon la méthodologie définie par le programme Climat municipalités (MDDEF, 2012). Le Tableau 3 détaille les sources comptabilisées ainsi que les catégories dans lesquelles elles ont été classifiées.

Les émissions municipales comprennent toutes les sources, puits et réservoirs de GES de la CMIM, qu'il s'agisse de sources directes (émissions des services municipaux), de sources indirectes (émissions des sous-traitants municipaux) ou provenant de la consommation d'énergie (émissions dues à la consommation d'électricité), et ce, pour la

Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, la Municipalité de Grosse-Île ainsi que les sous-traitants mandatés pour réaliser la collecte des matières résiduelles, la vidange des fosses septiques et le déneigement des routes municipales. Les résultats de cet inventaire sont subdivisés en trois catégories d'émissions : (i) les bâtiments municipaux; (ii) les véhicules municipaux; (iii) le traitement des eaux usées.

Les émissions fugitives comprennent les émissions attribuables au compostage et à l'enfouissement des matières résiduelles.

Tableau 3. Sources des émissions des inventaires municipales et des émissions fugitives (tirées de CERMIM, 2013)

Émissions municipales	Émissions fugitives
Bâtiments et installations	Matières résiduelles
Électricité - Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	Émissions fugitives de l'enfouissement
Électricité - Municipalité de Grosse-Île	Émissions fugitives du compostage
Électricité - OMH et autres bâtiments	
Mazout	
Propane	
Émissions fugitives des réfrigérants (HFC et PFC)	
Émissions fugitives de HCFC	
Véhicules municipaux	
Carburants liquides des véhicules	
Émissions fugitives des réfrigérants (HFC et PFC)	
Propane (CGMR et arénas)	
Déplacements en sous-traitance	
Exportation des matières résiduelles	
Déplacements remboursés (voiture personnelle)	
Déplacements aériens	
Traitement des eaux usées	
Émissions des fosses septiques	
Émissions des usines d'épuration	

2. MÉTHODOLOGIE

Les ÎdM n'étant pas raccordées au réseau national d'hydroélectricité, deux centrales thermiques assurent la production d'électricité. La centrale de Cap-aux-Meules a une puissance installée de 67 MW et produit de l'électricité pour la majorité du territoire, excluant l'Île d'Entrée qui est dotée d'une centrale de 1,2 MW. Compte tenu de cette réalité, les facteurs d'émissions de l'hydroélectricité du Québec ne s'appliquent pas; des facteurs plus adaptés sont calculés.

ÉMISSION DES BÂTIMENTS

2.1.1 Facteurs d'émissions des centrales électriques

La centrale de Cap-aux-Meules réalise annuellement l'inventaire de ses émissions de GES. Les résultats sont disponibles en ligne dans le *Rapport d'inventaire national* (RIN) (Environnement et Changement climatique Canada, 2019). La production annuelle d'électricité de 2017 est rapportée dans le *Plan d'approvisionnement 2020-2029 des réseaux autonomes* (Hydro-Québec, 2019). Les facteurs d'émissions sont basés sur l'émission totale de GES et la production totale d'électricité.

$$FE_{eq.CO_2} = \text{Émissions GES}_{CAM_{2017}} \times \frac{1}{\text{Production électricité}_{CAM_{2017}}}$$

$$FE_{eq.CO_2} = 128\,168 \text{ t éq. CO}_2 \times \frac{1}{193,2 \text{ GWh}} = 0,633 \text{ kg éq. CO}_2 \text{ par kWh}$$

Comme ces données ne sont pas disponibles pour la centrale de l'Île d'Entrée, le facteur d'émissions de la centrale de Cap-aux-Meules a été utilisé pour les deux centrales. De plus, la consommation d'électricité de la CMIM sur le réseau de l'Île d'Entrée est négligeable (0,1 %) comparativement à la consommation d'électricité totale de l'institution municipale.

Le facteur d'émissions de la centrale de Cap-aux-Meules en 2017 est de 0,663 kg éq. CO₂/kWh, ce qui représente une diminution de 3,2 % par rapport à 2012 (0,685 kg éq. CO₂/kWh). Cette diminution est due à une opération plus optimale des moteurs de la centrale (Thériault, 2020).

Malgré la diminution observée depuis 2012, les facteurs d'émissions demeurent près de 32 fois plus élevés que ceux du bouquet énergétique québécois (21 g éq. CO₂/kWh) (Tirado-Seco et Martineau, 2014). C'est ce qui explique la plus grande quantité d'émissions de GES liées à la production énergétique comparativement à celles des autres municipalités de la province.

2.1.2 Consommation de l'électricité

Les deux municipalités administrent un parc de bâtiments et d'installations regroupant 118 compteurs électriques (incluant les bâtiments de l'Office municipal de l'habitation [OMH] et les bâtiments qui sont loués à d'autres organismes). La consommation électrique détaillée de chacun de ces compteurs a été inventoriée et rapportée à l'année civile de 2017 à l'aide des factures. Finalement, les émissions sont calculées à partir des facteurs d'émissions de la centrale de Cap-aux-Meules.

$$\text{Émissions} = \left(\sum_{\text{au } 2017-12-31}^{2017-01-01} \text{Consommation}_{\text{électricité}} \right) \times FE_{\text{électricité}_{CAM}}$$

Le chauffage étant un élément significatif de la consommation énergétique dans un bâtiment, le principe des degrés-jours de chauffage (DJC) est utilisé afin de considérer la différence de température entre 2012 et 2017. La méthode proposée dans le Cahier technique N°1 par le groupe de travail « Observation de l'énergie et de l'effet de serre en région » est utilisée et se traduit par les formules suivantes :

$$Correction = e \left(\frac{1}{r} - 1 \right) \times CO_b$$

$$r = \frac{DJU_{2017}}{DJU_{2012}}$$

CO_b : Consommation brute

e : Part de la consommation sensible au climat (Commercial et institutionnel = 0,516)

r : indice de rigueur climatique de l'année

Le principe des DJC consiste à calculer la différence entre la température extérieure moyenne journalière et la température de référence, soit 18°C, et à faire la somme de ces différences pour une période donnée afin d'obtenir les degrés-jours de chauffage (Prairie Climate Center, 2020a). Les données météorologiques historiques proviennent d'Environnement et Changement climatique Canada (Gouvernement du Canada, 2019a et Gouvernement du Canada, 2019b). Selon Transition énergétique Québec (TEQ), le chauffage représente 51,6 % de la consommation énergétique globale dans les bâtiments commerciaux et institutionnels (TEQ, s.d.). Pour évaluer la part d'électricité liée au chauffage, l'ensemble de l'énergie utilisée dans les bâtiments (électricité, mazout, propane) est converti en gigajoules puis multiplié par le taux dédié au chauffage dans les bâtiments municipaux. Pour le mazout et le propane, le taux attribué au chauffage est de 100 %.

L'indice de rigueur climatique de l'année est évalué à partir de l'année de référence du bilan énergétique, soit 2012, et non à partir des normales climatiques puisque le but est de comparer les données avec l'année de référence. Le détail des calculs est disponible à l'onglet « Correction climatique » du calculateur.

2.1.3 Chauffage au mazout

Afin de calculer les émissions dues à la combustion de carburants à chauffage, deux méthodologies ont été employées :

- Pour les édifices municipaux, la consommation exacte de mazout inscrite sur chaque facture a été inventoriée et rapportée à l'année 2017. Par la suite, les facteurs d'émissions appropriés sont utilisés pour calculer les émissions de GES de chacun de ces bâtiments (Environnement et Changement climatique Canada, 2017);

$$\text{Émissions} = \left(\sum_{\substack{01-01-2012 \\ \text{au} \\ 31-12-2012}} \text{Consommation}_{(\text{litres})} \right) * \begin{bmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \text{ Combustion fixe} \\ \text{Mazout léger} \end{bmatrix}$$

- Pour les édifices de l'OMH, le montant alloué au chauffage inscrit au bilan comptable de chacun des bâtiments a été utilisé pour calculer la consommation de combustible fossile. Par la suite, les facteurs d'émissions d'Environnement et Changement climatique (2017) sont utilisés pour calculer les émissions totales de chacun des bâtiments.

$$\text{Émissions} = \frac{\left(\sum_{\substack{01-01-2012 \\ \text{au} \\ 31-12-2012}} \text{facturation}_{(\$)} \right)}{\text{Prix unitaire}_{(\$ / L)}} * \begin{bmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \text{ Combustion fixe} \\ \text{Mazout léger} \end{bmatrix}$$

Les détails de la méthodologie ainsi que les résultats sont présentés à l'onglet « Bat. Mazout » du calculateur.

2.1.4 Combustion fixe du propane

Le prix moyen du propane est déterminé à partir des factures du fournisseur. La consommation de propane est évaluée à partir du montant des factures dédiées aux recharges; les montants liés à la location de bonbonnes ne sont pas considérés. Les émissions sont ensuite calculées avec les facteurs d'émissions pour la combustion fixe du propane (Environnement et Changement climatique, 2019).

$$\text{Émissions (kg éq } CO_2) = \text{Montant dépensé en propane (\$)} \div \text{Prix unitaire} \left(\frac{\$}{\text{lb}} \right) \times \begin{bmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \text{ Combustion fixe du} \\ \text{propane} \end{bmatrix}$$

2.1.5 Consommation de réfrigérants

Comme les émissions de réfrigérants sont plus difficiles à comptabiliser de manière précise puisqu'elles sont fugitives et que de nombreux produits sont inclus dans chacune des familles, elles ont été estimées grâce à la méthodologie recommandée par le programme Climat municipalités (MDDEFP, 2012).

$$\text{Émissions de GES (kg)} = (Q_n \times k) + (C \times X \times A) + (Qd \times y \times (1 - z))$$

Q_n : Quantité ajoutée en kilogramme (égale à 0 si aucun équipement n'a été installé (remplissage en usine))

k : Émissions initiales (%)

Capacité de l'équipement (kg) et $\in [0,5; 1,5]$ pour la climatisation mobile

X : Émissions de fonctionnement (%) et $X = 10\%$ pour la climatisation mobile

A : Fraction annuelle d'utilisation du véhicule (égal à 1 pour un équipement utilisé toute l'année)

Q_d : Capacité des équipements non utilisés (kg) A (égal à 0 si aucun équipement n'a été retiré)

y : Charge initiale restante (%)

z : Efficacité de récupération (%)

Puisqu'aucun système n'a été retiré durant l'année ($Q_d=0$), l'équation peut être simplifiée ainsi :

$$\text{Émissions de GES (kg)} = (Q_n * k) + (C * X * A)$$

Les étapes sont :

- (1) Déterminer si des équipements ont été ajoutés dans les bâtiments depuis 2012;
- (2) Obtenir la quantité de réfrigérants ajoutés aux équipements durant l'année 2017 à l'aide des factures du prestataire de services (Q_n).

Les hypothèses émises sont présentées à l'onglet « Bat. Réfrigérants » du calculateur.

ÉMISSIONS DES VÉHICULES

Les émissions des véhicules comprennent l'utilisation des équipements motorisés municipaux, les équipements des sous-traitants embauchés par la CMIM, l'exportation des matières résiduelles ainsi que les déplacements remboursés aux employés municipaux.

2.1.6 Équipements motorisés municipaux

Cette section comprend les émissions liées directement au parc automobile municipal, soit les émissions générées par la combustion de l'essence, du diesel et du propane ainsi que les émissions fugitives des systèmes de climatisation des véhicules.

Combustion de l'essence et du mazout

La méthodologie employée pour le calcul des émissions provenant des véhicules municipaux comprend les étapes suivantes :

- (1) Obtenir la liste des véhicules auprès du service comptable et la comparer avec celle de 2012;
- (2) Cibler les nouveaux véhicules depuis 2012 et déterminer à quel service ils appartiennent;

- (3) Définir le type de carburants consommé et la présence d'air climatisé;
- (4) Extraire des bilans comptables le montant de carburant dépensé durant l'année pour chaque véhicule;
- (5) Calculer la consommation à partir du coût annuel moyen des carburants dans la région (Régie de l'énergie, 2018);
- (6) Classifier chaque véhicule selon les critères d'Environnement et Changement climatique Canada (motocyclette, véhicule léger, lourd, hors route);
- (7) Calculer les émissions avec les facteurs d'émissions associés au type de véhicules et au type de carburants consommés (Environnement et Changement climatique Canada, 2017).

$$\text{Émissions de GES} = \sum_{\text{véhicules}} \left(\frac{\text{Déboursés}_i (\$)}{\text{Prix moyen}_j (\frac{\$}{L})} \times \begin{pmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \end{pmatrix}_{i,j} \right)$$

i : véhicule léger, lourd et hors route
j : essence ou diesel

Le prix unitaire moyen des carburants est disponible sur le site internet de la Régie de l'énergie pour la région administrative Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (GIM). Il s'établissait à 1,181 \$/L pour l'essence ordinaire et à 1,155 \$/L pour le diesel (Régie de l'énergie, 2018).

La liste des véhicules et les résultats détaillés sont disponibles à l'onglet « Véhicules Carburants & Réfrigérants » du calculateur.

Combustion de propane

Les surfaceuses des arénas et les charriots élévateurs du Centre de gestion des matières résiduelles (CGMR) consomment du propane. Pour ces équipements, le calcul des émissions a été effectué selon la méthode suivante :

- (1) Extraire la liste complète des factures payées au fournisseur;
- (2) Diviser les factures par service et calculer la quantité réelle de propane à partir du prix unitaire (CGMR) ou du nombre de remplissages (surfaceuse);
- (3) Calculer les émissions à partir des facteurs d'émissions (Environnement et Changement climatique Canada, 2019).

La formule suivante a été utilisée pour évaluer la quantité de propane consommée par la CMIM (Onglet « Propane ») :

$$\text{Émissions (kg éq CO}_2\text{)} = \frac{\text{Dépense (\$)}}{\text{Prix (\$/L)}} \times \left(\frac{FE_{CO_2}}{FE_{CH_4}} \right) \left(\frac{FE_{N_2O}}{FE_{CO_2}} \right) \left(\frac{g \text{ éq. CO}_2}{L} \right)$$

Réfrigérant des véhicules municipaux

Sur l'ensemble du parc automobile municipal, 38 véhicules sont dotés d'un système de climatisation. Le seul réfrigérant utilisé est le HFC-134a. Aucun véhicule n'est muni de système de réfrigération. Le calcul des émissions provenant des systèmes de climatisation des véhicules municipaux a été réalisé selon la méthodologie proposée par le programme Climat municipalités (MDDEFP, 2012).

$$\text{Émissions de GES (kg)} = (Q_n * k) + (C * X * A) + (Q_d * y * (1 - z))$$

Q_n : Quantité ajoutée en kilogramme (égale à 0 si aucun équipement n'a été installé [remplissage en usine])

k : Émissions initiales (%)

Capacité de l'équipement (kg) et $\in [0,5; 1,5]$ pour la climatisation mobile

X : Émissions de fonctionnement (%) et $X = 10\%$ pour la climatisation mobile

A : Fraction annuelle d'utilisation du véhicule (égal à 1 pour un équipement utilisé toute l'année)

Q_d : Capacité des équipements non utilisés (kg) (égal à 0 si aucun équipement n'a été retiré)

y : Charge initiale restante (%)

z : Efficacité de récupération (%)

La quasi-totalité des véhicules est utilisée à l'année ($A = 1$) et aucun véhicule climatisé n'a été retiré durant l'année ($y = 0$). La capacité du système de chaque véhicule est estimée à 1,5 kg. En 2012, les employés municipaux effectuaient les recharges en réfrigérants; ce n'est plus le cas en 2017. Ces recharges ne sont pas comptabilisées; seules les émissions fugitives le sont.

2.1.7 Équipements motorisés des sous-traitants

Le calcul des émissions est réalisé grâce à l'obtention des données de fonctionnement des sous-traitants. La méthodologie détaillée ainsi que les résultats complets sont disponibles à l'onglet « Véhicules sous-traitants » du calculateur.

2.1.8 Exportation des matières résiduelles

Exportation par bateau

Selon les données du CGMR, la CMIM a exporté 7 916 t de matières résiduelles ultimes, recyclables, métalliques, dangereuses et produits électroniques durant l'année 2017. Toutes ces matières résiduelles sont transportées par bateau depuis le port de Cap-aux-Meules jusqu'au port de Souris (distance de 130 km). Les facteurs d'émissions utilisés sont

ceux de l'USEPA, comme recommandé par le *GHG Protocol* (USEPA, 2008; GHG Protocol, 2013).

Exportation par camions

Selon les données de 2017 du CGMR, la CMIM a expédié 323 camions pour exporter ses matières résiduelles jusqu'aux sites de traitement adapté (lieu d'enfouissement technique [LET] et centres de recyclage ou de récupération des métaux). Le calcul des émissions est réalisé en utilisant la méthodologie suivante :

- (1) Regrouper les expéditions par site de traitement;
- (2) Déterminer la distance entre Souris (IPE) et chacun des sites de traitement (aller uniquement¹);
- (3) Ajouter un aller-retour entre le port de Cap-aux-Meules et le CGMR (2 x13 km);
- (4) Obtenir auprès du transporteur la consommation moyenne des camions (55 L/100 km);
- (5) Calculer la quantité de carburant consommée;
- (6) Calculer les émissions en utilisant les facteurs d'émissions des véhicules lourds au diesel (Environnement et Changement climatique Canada, 2012).

$$\text{Émissions} = \sum_i Nb \text{ expédition}_i \times Distance_i \times CM \times \begin{pmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \end{pmatrix}_{\text{véhicule lourd au diesel}}$$

i : Site d'expédition

Distance_i : 2 x *Distance_{CGMR-CAM}* + *Distance_{Souris-Site}*

CM : Consommation moyenne (L/100 km)

¹ Puisque les camions sont utilisés au retour pour l'importation de biens de consommation, il a été jugé que seules les émissions de l'aller étaient imputables à la gestion des matières résiduelles.

2.1.9 Déplacements remboursés

Déplacements routiers

Les émissions liées aux déplacements routiers sont calculées suivant cette méthodologie :

- (1) Obtenir le montant total remboursé en 2017 à partir des bilans comptables;
- (2) Calculer le kilométrage parcouru dans le cadre professionnel à partir du taux de remboursement (0,44 \$/km);
- (3) Estimer la quantité de carburant consommée à partir d'une consommation moyenne (10 L/100 km);
- (4) Calculer les émissions de combustion (Environnement et Changement climatique Canada, 2019).

$$\text{Émissions} = \frac{\text{Dépenses}_{(\$)}}{0,44\$/\text{km}} \times \frac{10 \text{ L}}{100 \text{ km}} \times \begin{pmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \end{pmatrix}_{\text{Véhicule léger à essence}}$$

Déplacement aérien

La méthodologie employée pour le calcul de ces émissions est la suivante :

- (1) Établir la liste du nombre de paiements réalisés ou remboursés en 2017 pour des déplacements dont le montant est supérieur à 1 000 \$ (pour des raisons de formation ou d'autres déplacements);
- (2) Calculer les émissions de GES équivalentes à partir des facteurs d'émissions de l'US-EPA (USEPA, 2008).

Par hypothèse, il a été considéré que chaque déplacement avait pour destination la ville de Québec, soit 810 km aller simple, et est équivalent à un vol de courte distance en raison des escales en Gaspésie.

$$\text{Émissions} = \text{Nb déplacements} \times 2 \times 810 \text{ km} \times \begin{pmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \end{pmatrix}_{\text{Aérien}}$$

TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Le traitement des eaux usées comprend les émissions fugitives des fosses septiques et les émissions de N₂O des usines de traitement des eaux.

2.1.10 Fosses septiques

La méthodologie employée pour calculer les émissions de GES issues des fosses septiques est celle recommandée par le *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les inventaires nationaux* (MDDEFP, 2012). Elle se base sur la quantité de boues de fosses septiques (BFS) collectées durant l'année d'étude (5 278 TM, soit environ 5 278 m³), la demande biologique en oxygène (DBO) dans les eaux usées (21,9 kg-DBO/personne/année), la DBO dans les boues vidangées (7,5 x 5878 TM), ainsi que la population desservie.

La DBO des boues vidangées est calculée en multipliant le volume vidangé de BFS et de la DBO moyenne (7,5 kg-DBO/m³). La population desservie est obtenue en multipliant le nombre de fosses septiques vidangées (4 506 fosses) par le nombre de personnes par ménage (2,2) (MDDEFP, 2012, et Statistique Canada, 2016).

$$\text{Émissions}_{CH_4}(kg) = (\text{Population desservie} \times DBO - DBO_{boue}) \times FE_{CH_4}$$

Population desservie = Nombre fosses x 2,2 personnes/foyer (Statistique Canada, 2016) Canada, 2019)

DBO_{boue} = Volume vidangé de BFS (m³) x 7,5 kg_{DBO}/m³ (Santé Canada, 2004)

DBO : Demande biologique en oxygène des eaux usées (21,9 kg_{DBO}/(personne x année)) (Environnement et Changement Climatique Canada, 2019)

FE_{CH₄} = Facteur d'émission du CH₄ (0,18 kg CH₄/DBO)

2.1.11 Usines de traitement des eaux

Le calcul des émissions est basé sur la méthodologie préconisée par Environnement et Changement climatique Canada, soit à partir du facteur d'émissions moyen d'oxyde nitreux par habitant (0,094 kg/N₂O/personne/an). Puisque l'ensemble de la population est branché directement ou indirectement à une station de traitement aérobie, la donnée sur la population fournie par l'ISQ (2019) est utilisée directement pour le calcul.

$$\text{Émissions}_{N_2O} = \text{Population totale} \times FE_{N_2O} = 12\,491 \text{ habitants} \times 0,094$$

ÉMISSIONS MUNICIPALES

Les émissions fugitives comprennent les émissions liées à l'enfouissement des matières résiduelles.

2.1.12 Matières résiduelles

Émissions fugitives de l'enfouissement

Le calcul des émissions de GES issues des lieux d'enfouissement est réalisé à partir du modèle Landgem (USEPA, 2013). Ce dernier utilise le modèle de Scholl-Canyon qui calcule le méthane émis au cours de l'année 2017 résultant de la dégradation de toutes les

matières résiduelles ultimes enfouies au cours des 30 dernières années. Les émissions liées à l'incinération passée ne sont pas comptabilisées dans cet inventaire puisqu'elles étaient émises l'année même de l'incinération.

$$Émissions_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0,1}^1 (k \times L_0 \times \frac{M_i}{10} \times e^{-k \times t_{i,j}})$$

i : année

n=année de calcul-année d'enfouissement

j=incrément de 0,1 année

K : Constante de production de CH₄

L₀ : Potentiel de production de méthane (m³ par t déchets)

M_i : Quantités de déchets enfouies au cours de l'année i

T_{i,j} : Âge de la j-ème quantité de déchets enfouis au cours de l'année i

Les données nécessaires au calcul sont les quantités de déchets enfouies chaque année. Lorsqu'elles étaient disponibles, les quantités réelles ont été utilisées. Sinon, une régression linéaire a été utilisée entre les deux valeurs connues les plus proches afin de calculer les valeurs manquantes.

Émissions fugitives du compostage

Selon les données de 2017 du CGMR, la CMIM a composté 3 753 t de matières organiques. Les facteurs d'émissions du GIEC ont été utilisés pour le calcul des émissions du processus de compostage (GIEC, 2006). Considérées comme biogéniques, les émissions de CO₂ sont exclues du calcul tandis que les émissions de CH₄ et de N₂O dépendent du tonnage traité.

$$Émissions \text{ compostage} = \left(\sum \text{Tonnage de matières compostées} \right) * \begin{bmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \text{ Compostage - GIEC} \end{bmatrix}$$

3. ÉMISSIONS MUNICIPALES

Cette section présente les résultats de l'inventaire des émissions municipales de 2017 et les compare avec l'année de référence, soit 2012.

BÂTIMENTS MUNICIPAUX ET AUTRES INSTALLATIONS

Cette section comprend toutes les émissions provenant des infrastructures et des équipements fixes des municipalités, soit la consommation d'électricité, de combustibles et les émissions fugitives de réfrigérants. Elle est donc divisée en quatre sources obligatoires et une source facultative :

- 1) Consommation d'électricité;
- 2) Consommation de mazout léger;
- 3) Consommation de propane;
- 4) Systèmes de réfrigération et de climatisation aux PFC et HFC;
- 5) Systèmes de réfrigération et de climatisation au HCFC (facultative).

Les GES émis par les infrastructures municipales sont du dioxyde de carbone (CO₂), du méthane (CH₄), de l'oxyde nitreux (N₂O) et des réfrigérants (PFC, HFC, HCFC). Les résultats démontrent que les émissions dues à la consommation d'électricité sont, de loin, la principale source de GES du secteur des bâtiments puisqu'elles représentent 89 % des émissions de ce dernier, soit 6 048 tonnes équivalentes CO₂ (t éq. CO₂). La seconde source est la consommation de mazout léger pour le chauffage qui a généré 653 t éq. CO₂ (Tableau 4). En comparant les données de 2017 avec celles de 2012, il est possible de constater que les émissions globales du secteur des bâtiments ont augmenté de 2 % (Tableau 5). Cette hausse est liée à l'augmentation de la consommation d'électricité dans les bâtiments de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine.

Tableau 4. Émissions municipales du secteur des bâtiments pour 2017

Inventaire municipal	Émissions (kg/an)			Réfrigérants	Éq. CO ₂	%	
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	kg éq. CO ₂	t/an		
Électricité - Municipalité des Îles-de-la-Madeleine					5 319,9	55,9 %	78,5 %
Électricité - Municipalité de Grosse-Île					243,7	2,6 %	3,6 %
Électricité - OMH et autres					484,5	5,1 %	7,2 %
Mazout	650 614,8	7,1	8,4		653,4	6,9 %	9,6 %
Propane	2 094,5	0,7	0,1		2,1	0,0 %	0,0 %
Émissions des réfrigérants	0,0	0,0	0,0	994,3	1,0	0,0 %	0,0 %
Émissions de HCFC	0,0	0,0	0,0	69 877,2	69,9	0,7 %	1,0 %
TOTAL	652 709,4	7,8	8,6	70 871,5	6 774,5	71,3 %	-

Tableau 5. Comparaison entre les émissions de 2012 et de 2017 corrigée pour le secteur des bâtiments

Inventaire corporatif	Différence des émissions 2012-2017	
	t équ. CO ₂	%
Électricité - Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	372,7	7,7 %
Électricité - Municipalité de Grosse-Île	40,0	20,4 %
Électricité - OMH et autres	-148,7	-24,1 %
Mazout	-135,0	-18,2 %
Propane	1,5	279,3 %
Émissions des réfrigérants	0,0	0,0 %
Émissions de HCFC (hors programme)	0,0	0,0 %
Bâtiments et installations	130,4	2 %

3.1.1 Émissions dues à la consommation d'électricité

La consommation d'électricité constitue une source indirecte d'émission de GES qui représente 6 048 t équ. CO₂ en 2017 dont 5 320 t équ. CO₂ pour la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine. Par ordre d'importance, les GES ont été émis pour la production et la distribution d'eau potable (1 568 t équ. CO₂), le fonctionnement des arénas (1 049 t équ. CO₂), le traitement des matières résiduelles (782 t équ. CO₂), le fonctionnement des centres communautaires (736 t équ. CO₂), le traitement des eaux usées (624 t équ. CO₂), et l'éclairage des rues (191 t équ. CO₂) (Tableau 6).

Tableau 6. Émissions dues à l'électricité par secteur de consommation en 2017

Secteur	Consommation	Émissions de GES
	(kWh)	(kg équ. CO ₂)
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	8 019 889	5 319 862
Éclairage des rues	287 809	190 913
Administration et approvisionnement	61 931	41 081
Sécurité publique	254 367	168 730
Loisirs - centres communautaires	1 109 040	735 664
Loisirs - Parcs et jeux	69 885	46 357
Loisirs -Aréna	1 581 164	1 048 839
Hygiène du milieu	1 179 513	782 411

Services techniques - Eau potable	2 363 612	1 567 863
Services techniques - Eaux usées	940 175	623 650
Services techniques - Voirie et déneigement	172 393	114 354
Autres bâtiments municipaux ou d'Agglomération	730 405	484 502
Site de la Côte	78 347	51 971
OMH	652 058	432 532
Municipalité de Grosse-Île	367 398	243 708
TOTAL	9 117 692	6 048 072

Comme présenté dans le Tableau 7, la consommation d'électricité dans l'ensemble des infrastructures de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a augmenté de 8 % entre 2012 et 2017 en considérant la correction climatique. Les facteurs affectant cette hausse sont l'augmentation de la consommation d'électricité des stations de pompage d'eau potable dans le secteur des services techniques et réseaux publics et du CGMR.

L'augmentation du secteur de l'eau potable est due à l'ajout de plusieurs pompes et à l'augmentation de la consommation des pompes existantes. De plus, la conversion du système de chauffage au mazout au CGMR par un chauffage électrique radiant explique l'augmentation importante d'électricité consommée par l'Hygiène du milieu en 2017, ce système a toutefois été retiré et remplacé par un système au propane en 2018. Malgré l'augmentation globale, plusieurs secteurs ont diminué significativement leur consommation (Tableau 7). En effet, l'éclairage des rues consomme 44 % moins d'électricité qu'en 2012 en raison de la conversion de l'éclairage aux DEL. L'action 5 du *Plan d'action sur la réduction des GES 2014-2019* prévoyait une réduction de 176 t éq. CO₂ : elle a été réduite de 148 t éq. CO₂. Le secteur administratif a réduit sa consommation d'électricité de 49 % en raison du regroupement des services administratifs (action A10). Dans le plan d'action, une réduction de 34,4 t éq. CO₂ était anticipée et une réduction de 37,4 t éq. CO₂ a été observée. Le secteur des Parcs et jeux a également réduit sa consommation d'un tiers en raison d'une baisse importante de la consommation du bâtiment de la pointe à Grande-Entrée. Cette baisse est due à un changement d'usage. En effet, en 2012, ce bâtiment était occupé par Madelimer, ce qui a engendré une hausse de la consommation énergétique. La consommation des autres bâtiments municipaux a aussi été réduite de manière importante (24 %). Une baisse de la consommation a été observée dans 6 des 8 OMH variant entre 15 % et 45 %. Finalement, la consommation électrique de la Municipalité de Grosse-Île a augmenté de 20 %, principalement attribuable à l'augmentation de la consommation du site récréatif qui a presque quintuplé (476 %) entre 2012 et 2017. Cette hausse est due à la construction d'un bâtiment de services et à la remise en fonction de la patinoire.

Tableau 7. Comparaison de la consommation et des émissions dues à l'électricité par secteur de consommation

Secteur	Différence des émissions de GES entre 2012 et 2017	
	kg éq. CO ₂	%
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	372 696	8 %
Éclairage des rues	-147 623	-44 %
Administration et approvisionnement	-37 422	-49 %
Sécurité publique	26 792	20 %
Loisirs - centres communautaires	32 945	5 %
Loisirs - Parcs et jeux	-24 452	-35 %
Loisirs - Aréna	-26 801	-3 %
Hygiène du milieu	268 366	55 %
Services techniques - Eau potable	223 982	17 %
Services techniques - Eaux usées	36 698	6 %
Services techniques - Voirie et déneigement	20 301	23 %
Autres bâtiments municipaux	-148 731	-24 %
Site de la Côte	-11 016	-18 %
OMH	-137 715	-25 %
Municipalité de Grosse-Île	39 982	20 %
TOTAL	263 946	5 %

3.1.2 Émissions de combustion de mazout pour le chauffage

La CMIM exploite 10 bâtiments chauffés par des fournaies au mazout léger, auxquels s'ajoutent les 8 bâtiments de l'OMH. Ces locaux municipaux sont responsables d'une émission directe d'environ 653 t éq. CO₂ (Tableau 8). La Municipalité de Grosse-Île ne possède aucun équipement de combustion fixe. La consommation a diminué de 18 % depuis 2012 en considérant la correction climatique. Les réductions sont principalement associées aux rénovations effectuées au Centre civique de Cap-aux-Meules; celles-ci ont été complétées en mai 2016. En effet, le système de récupération de chaleur permet de réduire la consommation de mazout (- 80 %), mais l'ajout de boîtes de fins de courses électriques augmente la consommation d'électricité (+37 %) (Tableau 9). Dans une moindre mesure, une baisse de 47 % de la consommation est observée au CGMR en raison du remplacement du chauffage conventionnel par un chauffage électrique radiant. Ce changement s'inscrivait dans le plan d'action (action A7) visant à améliorer l'efficacité énergétique du CGMR.

Tableau 8. Émissions de combustion de mazout pour le chauffage des bâtiments en 2017

Secteur	2017			
	Émissions de GES (kg/an)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	389 527	4,4	5,3	391 259
OMH	261 088	2,6	3,1	262 116
TOTAL	650 615	7,1	8,4	653 375

Tableau 9. Comparaison de la consommation et des émissions entre 2012 et 2017 corrigée pour le chauffage des bâtiments

Secteur	Émissions de GES	
	kg éq. CO ₂	%
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	-102 240	-22 %
OMH	-32 791	-12 %
TOTAL	-135 031	-18 %

3.1.3 Émissions de combustion de propane

La consommation de propane résulte des activités organisées par le service des loisirs (ex. événements). En 2017, ces émissions sont de 0,4 t éq. CO₂ (Tableau 10). Le garage de L'Étang-du-Nord s'est vu doté d'un nouveau système de chauffage au propane, ce qui accroît la consommation de ce carburant pour les bâtiments. La consommation de propane pour les autres usages tels que les activités et la cuisinière de la maison de la culture a diminué de 21 % (Tableau 11).

Tableau 10. Émissions de GES liées à la combustion du propane dans les bâtiments

Inventaire municipal	Consommation	Émissions de GES (kg/an)			
	L/an	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
Chauffage garage EDN	1 113,2	1 686,55	0,712	0,097	1 731,54
Autres (loisirs)	269,3	407,98	0,006	0,029	417,13
TOTAL	1 382,5	2 094,53	0,719	0,126	2 148,671

Tableau 11. Différence entre les émissions de GES de 2012 et de 2017 corrigées liées à la combustion de propane dans les bâtiments

Sources des émissions	Différence des émissions entre 2012 et 2017	
	kg équ. CO ₂	%
Chauffage garage EDN	1 583	N/A
Autres (loisirs)	-110	-21 %
TOTAL	1 473	N/A

3.1.4 Émissions de réfrigérants provenant des bâtiments

Les équipements de réfrigération et de climatisation émettent dans l'environnement, de manière fugitive et continue, une portion des gaz qu'ils contiennent, c'est-à-dire des HFC et des PFC. Ces derniers sont de puissants GES.

Les HFC et les PFC contenus dans les bâtiments municipaux sont responsables de l'émission d'environ 1 t équ. CO₂. Les HCFC, qui sont régis par le Protocole de Montréal, ont émis 70 t équ. CO₂ en 2017. La majeure partie de ces émissions (99 %) proviennent des arénas, celles-ci fonctionnent avec du R22. La consommation de réfrigérants des systèmes de réfrigération des arénas a augmenté de 18 % entre 2012 et 2017 en raison de l'augmentation de l'âge des équipements. De plus, en 2017, aucun climatiseur central n'a été rechargé, ce qui explique la baisse de 100 % observée pour ces équipements (Tableau 13). Une différence importante sera probablement observée dans le prochain inventaire municipal avec le regroupement de tous les arénas présents sur le territoire (action A9 du plan d'action).

Tableau 12. Émissions de réfrigérants dans les bâtiments pour 2017

Type	Réfrigérants	Nombre d'équipement	Charge installée (kg)	Émissions (kg éq.CO ₂)
Réfrigérateur domestique	R134a	188	51,7	67,2
Réfrigérateur à boissons	R134a	13	6,5	8,5
Congélateur domestique	Multiples	6	1,8	16,7
Réfrigérateur commercial	Multiples	9	27,9	693,9
Climatiseur domestique	R410a	17	39,1	674,5
Climatiseur central	Multiples	4	0,0	0,0
Réfrigération des arénas	R22	2	534,8	69 410,7
<i>Sous-total pour la municipalité des Îles-de-la-Madeleine</i>				70 222,4
<i>Sous-total pour la municipalité de Grosse-Île</i>				1,1
<i>Sous-total pour les autres bâtiments (OMH, site de la côte)</i>				648,0
TOTAL DES ÉMISSIONS				70 871,5

Tableau 13. Comparaison des émissions fugitives de réfrigérants entre 2012 et 2017

Type	Différence des émissions 2012-2017	
	kg éq. CO ₂	%
Réfrigérateur domestique	0,4	1 %
Réfrigérateur à boissons	0,0	0 %
Congélateur domestique	0,0	0 %
Réfrigérateur commercial	-16,3	-2 %
Climatiseur domestique	0,0	0 %
Climatiseur central	-899,6	-100 %
Réfrigération des arénas	10 676,2	18 %
<i>Sous-total pour la municipalité des Îles-de-la-Madeleine</i>	9 763,6	16 %
<i>Sous-total pour la municipalité de Grosse-Île</i>	0,0	0 %
<i>Sous-total pour les autres bâtiments (OMH, site de la côte)</i>	0,4	0 %
TOTAL DES ÉMISSIONS	9 764,0	16 %

ÉQUIPEMENTS MOTORISÉS MUNICIPAUX

Cette section comprend les émissions provenant du parc des véhicules municipaux, ainsi que celles qui émanent des activités réalisées en sous-traitance, soit la collecte des matières résiduelles, la collecte des boues de fosses septiques et le déneigement. Elle peut donc être divisée en cinq catégories :

- 1) Combustion de carburants dans les véhicules municipaux;
- 2) Réfrigération dans les véhicules municipaux;
- 3) Combustion dans les véhicules des sous-traitants;
- 4) Exportation par bateaux et camions des matières résiduelles;
- 5) Combustion dans les véhicules personnels utilisés dans le cadre professionnel;
- 6) Déplacements aériens.

Les GES produits par les équipements motorisés sont dus à la combustion des carburants et aux systèmes de climatisation, et génèrent 1 695 t éq. CO₂ (Tableau 14).

Tableau 14. Émissions municipales du secteur des véhicules (2017)

Inventaire municipal	Émissions (kg/an)			Réfrigérants	Éq. CO ₂
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	(kg éq. CO ₂ /an)	(t/an)
Carburants liquides des véhicules	576 717	25,5	26,9	0	586
Émissions des réfrigérants	0	0,0	0,0	7 800	8
Propane (CGMR et Arénas)	15 732	6,6	0,9	0	16
Déplacements en sous-traitance	449 741	18,5	25,3	0	458
Exportation des matières résiduelles (Terre et mer)	579 500	25,3	31,7	0	590
Déplacements remboursés	27 718	1,7	0,3	0	28
Déplacements aériens	16 731	0,6	0,5	0	17
TOTAL	1 666 139	78,2	85,6	7 800	1 702

3.1.5 Émissions des équipements motorisés municipaux

En 2017, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine exploitait 75 véhicules fonctionnant avec des carburants liquides, dont un a été loué pour une courte durée. La Municipalité de Grosse-Île quant à elle ne détient aucun véhicule. Les véhicules municipaux sont responsables de l'émission de 610 t éq. CO₂, dont la majorité (96 %) provient de la consommation de carburants liquides.

Combustion d'essence et de diesel

Les véhicules fonctionnant à l'essence ou au diesel sont responsables de l'émission de 586 t éq. CO₂, dont 1 % est dû aux émissions fugitives de réfrigérants nécessaires aux systèmes de climatisation. Les services techniques et réseaux publics sont les plus gros émetteurs (71 %), suivi de l'Hygiène du milieu (12 %) (Tableau 15).

Malgré l'augmentation du nombre de véhicules de 9 % et du nombre de véhicules munis d'un système de climatisation (+46 %), la consommation du parc automobile municipal a diminué de 13 % entre 2012 et 2017, en raison de nombreuses baisses observées dans différents départements, dont les services techniques et réseaux publics (-10 %), le déneigement (-37 %) et l'Hygiène du milieu (-21 %). Selon le plan d'action 2014-2019, la modification de la fréquence des collectes de matières résiduelles devait entraîner une réduction de 17,9 t éq. CO₂ de ce service. Cela n'a pas donné les résultats escomptés puisque le nombre de collectes a dû être augmenté afin d'éviter le mélange des matières recyclables des secteurs résidentiel et commercial, et d'assurer la qualité du recyclage. En effet, une augmentation de 92 t éq. CO₂ a plutôt été observée et est responsable de la majorité de l'augmentation des émissions (Tableau 16). Il faut toutefois prendre en considération que sans la mesure de réduction mise en place, la hausse aurait été plus importante que celle qui a été observée.

Plusieurs actions s'inscrivant dans le *Plan d'action pour la réduction des GES 2014-2019* ont été réalisées depuis 2012 et peuvent expliquer en partie ces réductions. En effet, le plan d'action prévoyait le regroupement des services administratifs dans un seul bâtiment réduisant ainsi les déplacements (action A10 – 34,4 t éq. CO₂), le remplacement de deux coupe-bordures par des équipements électriques (action B2 - 0,4 t éq. CO₂), le choix d'un véhicule plus économique (action B3 – 0,5 t éq. CO₂) et le remplacement des gyrophares conventionnels par des modèles DEL (action B4 – 0,7 t éq. CO₂). Ces actions peuvent expliquer les 1,6 t éq. CO₂ sur les 84,9 t éq. CO₂ observés. En général, les baisses peuvent être expliquées par l'acquisition de véhicules plus récents et donc plus efficaces; 15 véhicules âgés entre 1984 et 2006 ont été remplacés.

Tableau 15. Émissions liées à la combustion de carburants et à la climatisation des véhicules municipaux

Services	Nombre de véhicules		Quantité L	Émissions de GES (kg/an)				
	Total	Avec A/C		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC-134a (éq. CO ₂)	Éq. CO ₂
Administration	5	1	13 230	30 522	1,85	0,29	195	30 846
Déneigement	9	1	11 642	31 213	1,28	1,76	0	31 785
Hygiène du milieu	11	9	28 033	70 448	3,42	2,66	2 048	73 391
Loisirs - Parcs et jeux	2	1	4 345	11 648	0,25	0,74	195	12 077
Sécurité publique	11	4	9 329	24 563	1,84	1,32	1 073	26 081
Services techniques et réseaux publics	38	23	157 238	408 324	16,84	20,12	4 290	419 206
TOTAL	75	38	223 818	576 717	25,48	26,88	7 800	593 386

Tableau 16. Comparaison entre les émissions liées à la combustion de carburants et à la climatisation des véhicules municipaux de 2012 et de 2017

Services	Différence des émissions entre 2012 et 2017	
	kg éq. CO ₂	%
Administration	1 952	7 %
Déneigement	-18 599	-37 %
Hygiène du milieu	-19 837	-21 %
Loisirs - Parcs et jeux	-9 329	-44 %
Sécurité publique	9 959	62 %
Services techniques et réseaux publics	-49 004	-10 %
TOTAL	-84 858	-13 %

Combustion de propane

En 2017, les véhicules alimentés au propane sont responsables de l'émission de 16 t éq. CO₂, dont plus de la moitié (60 %) est associée à l'utilisation de surfaceuse dans les arénas et 40 % sont dues à l'utilisation de charriot élévateur au CGMR (Tableau 17). Globalement, la consommation de propane pour les véhicules a diminué de 12 % entre 2012 et 2017 (Tableau 18).

Tableau 17. Émissions de combustion de propane dans les véhicules municipaux en 2017

Sources des émissions	Consommation de propane	Émissions de GES (kg/an)			
	(L/an)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
Véhicules du CGMR	4 096,3	6 205,9	2,62	0,35	6 371,4
Véhicules des Arénas	6 287,9	9 526,2	4,02	0,55	9 780,3
TOTAL	10 384,2	15 732,1	6,65	0,90	16 151,7

Tableau 18. Comparaison des émissions de GES liées à la combustion du propane dans les véhicules entre 2012 et 2017

Sources des émissions	Émissions	
	kg éq. CO ₂	%
Véhicules du CGMR	-1 548,1	-20 %
Véhicules des Arénas	-659,9	-6 %
TOTAL	-2 208,0	-12 %

3.1.6 Émissions dues à la sous-traitance des activités

La CMIM sous-traite certains services sous sa responsabilité, comme le déneigement des sections de son réseau routier (Île d'Entrée, Grosse-Île et Grande-Entrée), la collecte des matières résiduelles et la vidange des boues de fosses septiques. Ces sources d'émissions indirectes représentaient 458 t éq. CO₂ en 2017 (Tableau 19). Pour des raisons de confidentialité, le détail des émissions par sous-traitant n'est pas présenté. Selon le plan d'action 2014-2019, la modification de la fréquence des collectes de matières résiduelles devait entraîner une réduction de 17,9 t éq. CO₂ de ce service, cela n'a pas donné les résultats escomptés en raison de l'augmentation du nombre de collectes de matières recyclables nécessaires pour en assurer la qualité. En effet, une augmentation de 92 t éq. CO₂ a plutôt été observée et est responsable de la majorité de l'augmentation des émissions (Tableau 20).

Tableau 19. Émissions des activités en sous-traitance en 2017

Prestataires de services	Émissions de GES (kg/an)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	éq. CO ₂
Collecte des matières résiduelles	348 530	14,30	19,63	354 916
Vidange des fosses septiques	43 744	1,79	2,46	44 545
Déneigement GE	10 306	0,42	0,58	10 495
Déneigement GI	41 922	1,72	2,36	42 690
Déneigement IE	5 240	0,22	0,30	5 336
TOTAL	449 741	18,45	25,33	457 981

Tableau 20. Comparaison des émissions liées à la sous-traitance entre 2012 et 2017

Prestataires de services	Émissions de GES	
	kg éq. CO ₂	%
Collecte des matières résiduelles	91 840	35 %
Vidange des fosses septiques	14 911	50 %
Déneigement GE	1 642	19 %
Déneigement GI	6 677	19 %
Déneigement IE	835	19 %
TOTAL	115 905	34 %

3.1.7 Émissions dues à l'exportation des matières résiduelles

Depuis la fermeture de l'incinérateur en 2008, les matières résiduelles sont transportées par camion jusqu'au port de Cap-aux-Meules, exportées par bateau jusqu'à l'Île-du-Prince-Édouard, puis transportées par camion jusqu'au LET de Saint-Rosaire, près de Victoriaville. Comme le transporteur importe des biens au retour, l'exportation des matières résiduelles ne nécessite pas l'ajout de camions sur les routes. Par ailleurs, les matières putrescibles sont collectées séparément et compostées localement sur la plateforme de compostage depuis 1994. L'exportation des matières résiduelles est intégrée dans les émissions municipales, tandis que les émissions de l'enfouissement et du compostage sont incluses dans les émissions fugitives (section 4. Émissions fugitives).

L'exportation des matières résiduelles par bateau et par camion génère respectivement 34 t éq. CO₂ et 556 t éq. CO₂ (Tableaux 21 et 22). Le tonnage des matières résiduelles exportées a augmenté de 15 % entre 2012 et 2017. Cette hausse est toutefois expliquée par l'accumulation de métaux pendant plusieurs années qui ont été exportés en 2017. En effet, 10 fois plus d'expéditions de métaux ont été effectuées en 2017 par rapport à 2012. Les émissions liées au transport terrestre et au transport maritime ont augmenté respectivement de 32 % et de 15 % en raison de la hausse du nombre d'expéditions. Globalement, les expéditions pour les sites, autres que les recycleurs de métaux, ont diminué de 12 % pour

les déchets (LET), de 22 % pour les matières recyclables (centre de tri) et de 23 % pour les autres matières (Tableau 23).

Tableau 21. Émissions du transport des matières résiduelles par bateau en 2017

Quantité (t)	Distance (km - aller)	Facteurs d'émissions (g/t/km)			Émissions de GES (kg/an)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
7 916	130	33	0,003	0,001	33 831	2,9	1,0	34 198

Tableau 22. Émissions du transport des matières résiduelles par camion en 2017

Sites d'expédition	Nombre d'expéditions	Émissions de GES (kg/an)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
LET de Saint-Rosaire	141	228 703	9,38	12,88	232 893
Centre de tri - Victoriaville	45	74 251	3,05	4,18	75 611
TRM - Montréal	114	211 468	8,68	11,91	215 343
Cartonek - Québec	9	13 921	0,57	0,78	14 176
Baie verte Srap Métal – New Brunswick	6	2 451	0,10	0,14	2 496
Autre - Montréal	8	14 875	0,61	0,84	15 148
TOTAL	323	545 669	22,39	30,73	555 667

Tableau 23. Comparaison des émissions liées à l'exportation des matières résiduelles par camion entre 2012 et 2017

Sites d'expédition	Comparaison 2012-2017			
	Nombre d'expéditions		Émissions	
	Nb	%	kg éq.CO ₂	%
Centre de tri	-15	-22 %	-25 385	-22 %
LET	-21	-13 %	-32 922	-12 %
Recycleur de métaux	109	991 %	197 147	953 %
Autres	-7	-47 %	-4 624	-23 %
TOTAL	66	26 %	134 216	32 %

3.1.8 Émissions dues aux déplacements remboursés

À l'occasion, des déplacements professionnels sont effectués avec les véhicules personnels des employés. Un remboursement est alors offert en fonction du nombre de kilomètres parcourus. Bien qu'il s'agisse d'émissions indirectes, elles sont tout de même considérées puisque ces déplacements se substituent à ceux qui sont effectués avec les véhicules municipaux. Durant l'année 2017, les déplacements routiers remboursés ont représenté 28 t éq. CO₂ (Tableau 24).

La consommation de carburants liée au remboursement pour les déplacements locaux a diminué de 26 % entre 2012 et 2017 : cela peut être expliqué par une nouvelle directive incitant les employés à prioriser l'utilisation des véhicules municipaux (Tableau 25).

Tableau 24. Émissions liées aux déplacements professionnels par les véhicules personnels en 2017

Institution	Consommation	Émissions de GES (kg/an)			
	(L)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	10 915	25 182	1,53	0,24	25 288
Municipalité de Grosse-Île	1 099	2 536	0,16	0,02	2 547
TOTAL	12 015	27 718	1,68	0,26	27 835

Tableau 25. Comparaison des déplacements locaux remboursés entre 2012 et 2017

Institution	Émissions de GES	
	kg éq. CO ₂	%
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	-9 675	-28 %
Municipalité de Grosse-Île	-9	0 %
TOTAL	-9 684	-26 %

ÉMISSIONS DUES AUX DÉPLACEMENTS AÉRIENS

Les IDM étant un milieu insulaire et éloigné, la participation des employés et élus municipaux aux réunions, formations, colloques et autres événements pertinents nécessite généralement un déplacement aérien. Comme présenté dans le Tableau 26, en 2017, 60 déplacements aériens ont été estimés. Rappelons que les déplacements sont estimés à partir des remboursements supérieurs à 1 000 \$. Ces déplacements ont émis l'équivalent de 17 t éq. CO₂, ce qui représente une baisse de 10 % par rapport à l'année de référence (Tableau 27). Aucun déplacement aérien n'a été effectué à la Municipalité de Grosse-Île en 2017, contrairement à un déplacement en 2012. Les résultats complets sont disponibles dans l'onglet « Déplacements » du calculateur.

Tableau 26. Émissions de GES liées aux déplacements aériens dans le cadre professionnel en 2017

Institution	Nombre	Émissions de GES (kg/an)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	60	16 731	0,63	0,51	16 903
Municipalité de Grosse-Île	0	0	0,00	0,00	0
TOTAL	60	16 731	0,63	0,51	16 903

Tableau 27. Comparaison des émissions de GES liées aux déplacements aériens entre 2012 et 2017

Institution	Émissions de GES	
	kg éq. CO ₂	%
Municipalité des Îles-de-la-Madeleine	-1 972	-10 %
Municipalité de Grosse-Île	-282	-100 %
TOTAL	-2 254	-12 %

TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Le traitement des eaux usées génère deux types de GES, soit les émissions de méthane des fosses septiques et les émissions de N₂O des usines d'épuration des eaux usées (égouts et BFS). Les émissions de CO₂ sont de nature biogénique et ne sont donc pas considérées. En 2017, le total de ces émissions de GES a atteint 1 035 t éq. CO₂.

ÉMISSIONS FUGITIVES DE MÉTHANE DANS LES FOSSES SEPTIQUES

Les boues contenues dans les fosses septiques des bâtiments génèrent des émissions de méthane résultant de la dégradation anaérobie. Selon les données de la CMIM, 4 506 fosses septiques sont réparties sur le territoire et un volume de 5 278 t de BFS a été vidangé en 2017. Ces équipements génèrent une émission de méthane de 32 t par année, soit 671 t éq. CO₂ (Tableau 28).

Les émissions liées aux fosses septiques ont augmenté de 15 % entre 2012 et 2017 en raison de l'augmentation de la DBO par personne par année passant de 18,25 à 21,9 kg (Environnement et Changement climatique Canada, 2019, et MDDEFP, 2012).

Tableau 28. Émissions des fosses septiques du territoire en 2017

Émissions des fosses septiques (CH ₄)		
Nombre de fosses septiques aux Îles-de-la-Madeleine	4 506 fosses	
Nombre de personnes par ménage	2,20	
Population calculée, desservie par une fosse septique	9 913	
DBO dans les eaux usées	21,90 kg/personne/an	
Quantité collectée de boues de fosses septiques	5 278,03 TM (2017)	
Densité estimée des boues de fosses septiques	1 TM/m ³	
Volume calculé pour la collecte de boues de fosses septiques	5 278,03 m ³ (2017)	
DBO _{boue}	39 585,26 kgDBO/année	
Facteur d'émission du CH ₄	0,18	kgCH ₄ /kgDBO
Émissions totales de CH₄ provenant des fosses septiques	31,95 t-CH₄ (2017)	
	671,00 t éq. CO₂ (2017)	

ÉMISSIONS FUGITIVES D'OXYDE NITREUX DANS LES USINES D'ÉPURATION

Le territoire des ÎdM est doté de cinq usines d'épuration aérobie afin de traiter les eaux usées provenant des réseaux d'égouts municipaux. Une sixième station d'épuration aérobie est dédiée au traitement des boues de fosses septiques. Ainsi, directement ou indirectement, l'ensemble des bâtiments est connecté à un système de traitement aérobie. Les stations d'épuration aérobie génèrent du dioxyde de carbone d'origine biogénique et de l'oxyde nitreux.

En 2017, les stations d'épurations des ÎdM ont généré des émissions de 1,17 t de N₂O, soit 364 t éq. CO₂ (Tableau 29). Les émissions des bassins d'aération des eaux usées sont similaires entre 2012 et 2017 (-3 %); une faible variation est due à la diminution de la population.

Tableau 29. Émissions de GES des bassins d'aération des eaux usées

Émissions des systèmes de traitement aérobie (N ₂ O)	
Population totale des Îles-de-la-Madeleine	12 491
Fraction des eaux usées traitées par un système aérobie	100 %
Facteur d'émission du N ₂ O	0,094 kg N ₂ O/personne/an
Émissions totales de N ₂ O provenant des stations d'épuration	1 174,2 kg N ₂ O
	363 987,7 kg éq. CO ₂

4. ÉMISSIONS FUGITIVES

La gestion des matières résiduelles est une source collective de GES. Généralement, ces émissions proviennent de l'incinération des matières résiduelles ou de leur dégradation anaérobie dans les lieux d'enfouissement. Dans ce dernier cas, elles sont échelonnées dans le temps puisque les matières résiduelles enfouies se décomposent graduellement. Pour cette raison, le programme Climat municipalités recommande de comptabiliser les émissions des quantités enfouies au cours des 30 dernières années.

D'une part, les ÎdM ont procédé à l'enfouissement de leurs matières résiduelles de 1982 à novembre 1994 et de novembre 2008 à aujourd'hui. D'autre part, les matières résiduelles putrescibles sont compostées localement depuis 1994.

Les résultats indiquent que les émissions fugitives liées au compostage et l'enfouissement génèrent 5 269 t éq. CO₂, dont 87 % proviennent des déchets enfouis. Le reste des émissions résulte de la dégradation des résidus sur la plateforme de compostage (Tableau 30). Comme démontré dans le Tableau 31, les émissions liées à l'enfouissement des matières ont augmenté (+50 %) par rapport à l'année de référence. Comme le calcul se base sur une régression linéaire, les matières générées dans les dernières années émettent plus de GES que celles enfouies il y a longtemps. Les déchets incinérés entre 1995 et 2007 ne sont pas calculés dans cette équation, ce qui contribue à réduire les émissions fugitives de l'inventaire de 2012. Quant à la différence des émissions liées au compostage, elle

s'explique par l'augmentation du tonnage de matières organiques traitées. Les résultats complets sont disponibles aux onglets « Compostage » et « Enfouissement ».

Tableau 30. Émissions fugitives dues à la gestion des matières résiduelles en 2017

Gestion des matières résiduelles	Quantité (t)	Émissions de GES (t/an)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
Enfouissement		0	219	0	4 605
Compostage	3 753	0	15	1	664
TOTAL		0	234	1	5 269

Tableau 31. Comparaison des émissions liées à la gestion des matières résiduelles entre 2012 et 2017

Gestion des matières résiduelles	Comparaison des émissions de GES 2012-2017	
	t éq. CO ₂	%
Enfouissement	1 533	50 %
Compostage	36	6 %
TOTAL	1 569	42 %

5. PLAN D'ACTION POUR LA RÉDUCTION DES 2014-2019

Afin d'évaluer si les actions mises en place depuis 2012 ont donné les résultats escomptés, les réductions réelles ont été comparées avec les résultats projetés et sont présentées dans le Tableau 32.

Malgré la réalisation de nombreuses actions visant à réduire les émissions de GES dans la CMIM, une augmentation des émissions de GES de l'ordre de 540 t éq. CO₂ a été observée en 2017. Cette hausse est majoritairement due à l'augmentation de la consommation d'électricité du CGMR (+268 t éq. CO₂) et des systèmes de pompage d'eau potable (+224 t éq. CO₂).

Toutefois, plusieurs actions ont permis de réduire les émissions. En ordre d'importance, on note la conversion de l'éclairage des rues aux DEL (137,0 t éq. CO₂), le choix de véhicules plus économiques (84,9 t éq. CO₂), la mise en place des mesures d'efficacité énergétique dans l'aréna de Cap-aux-Meules (30 t éq. CO₂), le regroupement des services administratifs (20,8 t éq. CO₂), et le changement d'usage du bâtiment de la Pointe à Grande-Entrée (19,9 t éq. CO₂). Le plan d'action complet est présenté à l'Annexe 2.

Tableau 32. Résumé des résultats du plan d'action

Plan d'action pour la réduction des GES 2014-2019	Réductions anticipées (t éq. CO ₂ /an)	Réductions observées en 2017 (t éq. CO ₂ /an)
A. Secteurs des bâtiments		
A7. Réaliser des mesures d'efficacité énergétique au CGMR	133,8	Hausse de 296,5
A8. Réaliser des mesures d'efficacité énergétique dans l'ancien aréna de Cap-aux-Meules (Changement d'usage)	4,3	30,0
<i>Actions de réduction envisagées à court terme (<2 ans)</i>		
A10. Regrouper les services administratifs municipaux dans un unique bâtiment	34,4	20,8
A14. Convertir l'éclairage de rues aux DEL – Volet 2	176,1	137
<i>Actions de réduction à mettre en œuvre à moyen terme (2 à 5 ans)</i>		
A19. Revoir la vocation du bâtiment de la Pointe à Grande-Entrée	22,8	19,9
A23. Améliorer l'efficacité énergétique des systèmes de pompage de l'eau potable et des eaux usées	N/C	Hausse de 223,9
B. Secteur des véhicules		
B1. Réduire la fréquence de collecte des matières résiduelles.	17,9	Hausse de 90,1
B3. Choisir un véhicule plus économique pour le système de son régional.	0,5	84,9 (incluant les GES des réfrigérants)
Sous-total des réductions		292,6
Sous-total des hausses		520,4
TOTAL		Hausse de 227,8

6. CONCLUSION

L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la CMIM pour l'année 2017 a été réalisé et les résultats ont été comparés avec l'inventaire réalisé pour l'année 2012 afin d'évaluer si les modifications effectuées ont permis de réduire les émissions de GES. L'inventaire municipal a démontré que les émissions totales de la CMIM, incluant les émissions de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine et de la Municipalité de Grosse-Île sont estimées à 9 511 t éq. CO₂. Les principales sources d'émissions en ordre d'importance sont les bâtiments municipaux (71 %), les véhicules municipaux (18 %) et le traitement des eaux usées (11 %). Depuis 2012, une hausse globale des émissions de GES a été observée. Celle-ci est majoritairement attribuable à l'augmentation de la consommation d'électricité de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine. Le secteur des bâtiments est le plus grand émetteur de GES en raison de la consommation d'électricité qui représente près de 70 % des émissions de ce secteur. La prédominance de ces émissions est due à la source d'électricité provenant d'une centrale au mazout qui émet 32 fois plus d'émissions que l'hydroélectricité. L'inventaire des émissions fugitives montre que le traitement des matières résiduelles représente 5 269 t éq. CO₂.

La réalisation de l'inventaire de GES municipal a ainsi permis de déterminer les secteurs qui sont les plus émetteurs, soit la consommation d'électricité et de mazout dans les bâtiments ainsi que la consommation de carburants dans les véhicules et l'exportation des matières résiduelles. Ainsi, il serait pertinent de cibler des mesures permettant de réduire les émissions de GES générés par ces secteurs dans la stratégie énergétique afin de réduire l'empreinte carbone de la CMIM.

PARTIE II

1. MISE EN CONTEXTE

1.1 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les objectifs de la présente étude sont de (i) évaluer l'évolution de la consommation énergétique de la communauté des ÎdM dans le temps; (ii) déterminer les points chauds qui sont responsables de la consommation et de l'émission des gaz à effet de serre (GES) sur le territoire; (iii) orienter la stratégie énergétique du territoire; (iv) évaluer les impacts des projets sur le bilan énergétique (ex. : parc éolien).

Ce rapport se divise en cinq sections. D'abord, une description du territoire et du profil socioéconomique de ses citoyens est présentée. Ensuite, le cadre de l'étude et la méthodologie utilisée sont décrits. Finalement, les résultats de la consommation énergétique et des émissions de GES sont exposés.

1.2 TERMINOLOGIE

Le bilan énergétique peut être défini comme «un outil de connaissance territoriale (consommations, productions, émissions de GES), ainsi que comme un outil d'aide à la prospective, puis à la planification concertée, à moyen et long termes » (Harrois, 2016). Un bilan énergétique consiste à dresser un portrait de la consommation et de la production d'énergie par type d'énergie, soit les carburants fossiles (essence, diesel, mazout léger, propane, mazout lourd, etc.) et les énergies renouvelables (hydroélectricité, géothermie, éolien, photovoltaïque, biomasse, etc.). Cette consommation est ensuite ventilée dans l'ensemble des secteurs d'activités du territoire (institutionnel, commercial, industriel; transports routier, maritime et aérien). Finalement, un inventaire des émissions de GES liées à la consommation de l'énergie est effectué.

Les flux énergétiques permettent de détailler l'énergie primaire et l'énergie finale consommées en dressant le portrait des importations, des exportations, des stockages ainsi que des pertes aux différentes étapes de transformations (Harrois, 2016).

La production d'énergie primaire désigne «tout type d'extraction, sous une forme directement utilisable, de produits énergétiques à partir de sources naturelles. Une production primaire peut être composée de combustibles primaires (bois, pétrole brut, gaz naturel, uranium...), d'électricité primaire (photovoltaïque, hydraulique, éolien, etc.) et de chaleur primaire (solaire thermique, géothermie, aérothermie, etc.)» (Fédération des agences locales de maîtrise de l'énergie et du climat, s.d.). Dans le cas de la présente étude, l'énergie primaire désigne les carburants et la biomasse consommés ainsi que l'énergie produite à partir de réseaux photovoltaïque et éolien.

L'énergie secondaire est définie comme étant une « issue de la transformation d'énergie primaire ou secondaire » (Fédération des agences locales de maîtrise de l'énergie et du climat, s.d.). La production d'électricité des centrales thermiques est la principale source d'énergie secondaire sur le territoire à l'étude; elle est produite à partir d'une énergie primaire, le mazout léger et le mazout lourd).

L'énergie finale est la « consommation d'énergie par les secteurs résidentiels, tertiaires, industrie, transport et agriculture. Elle ne comprend ni les quantités consommées pour produire ou transformer l'énergie ni les pertes de distribution » (Fédération des agences locales de maîtrise de l'énergie et du climat, s.d.). Ainsi, l'énergie finale est l'énergie consommée par chacun des secteurs d'activités. La Figure 11 illustre ces trois types d'énergie.

Ces définitions sont importantes afin de différencier la consommation d'énergie primaire du territoire (principalement les carburants) de la consommation d'énergie finale (électricité et carburants pour le chauffage et le transport). En raison des pertes importantes des centrales sous forme de chaleur, la différence entre ces deux types d'énergie est considérable.

Combustible	Chaleur	Électricité
Production d'énergie primaire		
Charbon Pétrole Propane Déchets	Biomasse Déchets Géothermie	Éolien Photovoltaïque Hydroélectricité
Production d'énergie secondaire		
	Vapeur	Électricité thermique
Consommation d'énergie finale		
Charbon Pétrole Propane	Chauffage à la biomasse Vapeur	Électricité

Figure 11. Énergie primaire, secondaire et finale (Modifiée de Harrois, 2016)

2. CADRE DE L'INVENTAIRE

PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

La présente étude considère l'énergie distribuée à l'intérieur des limites géographiques du territoire des ÎdM. Ainsi, les compagnies s'approvisionnant à l'extérieur des limites du territoire ne sont pas considérées dans l'analyse. Toutefois, l'énergie nécessaire à l'importation et à l'exportation de marchandises est considérée lorsque l'approvisionnement est effectué dans les limites du territoire. Le Tableau 33 présente la consommation énergétique incluse et exclue de l'analyse.

Tableau 33. Cadre de l'analyse

	Production d'énergie incluse	Énergie exclue
Production d'électricité primaire	Électricité éolienne produite	Énergie nécessaire à la fabrication des éoliennes à l'extérieur des ÎdM
	Énergie nécessaire à l'installation des éoliennes	
	Électricité photovoltaïque produite	Énergie nécessaire à la production et à l'importation des panneaux photovoltaïques
	Hydroélectricité	Énergie nécessaire à la construction des barrages hydroélectriques
Production d'électricité secondaire	Mazout lourd (Centrale de Cap-aux-Meules)	Énergie nécessaire à l'extraction, à la transformation et à l'importation des carburants (mazout lourd et diésel)
	Diésel (Centrales de Cap-aux-Meules et de l'Île d'Entrée)	
Secteur institutionnel, commercial et industriel (Énergie finale)	Essence consommée aux ÎdM	Énergie nécessaire à l'extraction, à la transformation et à l'importation des carburants (essence, mazout léger et lourd, diésel et propane)
	Mazout léger consommé aux ÎdM	
	Diésel consommé aux ÎdM	
	Mazout lourd consommé aux ÎdM	
	Propane consommé aux ÎdM	
	Électricité produite par les deux centrales thermiques	
Secteur résidentiel (Énergie primaire)	Biomasse (achetée chez les quincailliers locaux)	
	Biomasse importée	
Secteur résidentiel (Énergie finale)	Mazout léger	Énergie nécessaire à l'extraction, à la transformation et à l'importation des carburants (mazout léger et propane)
	Propane	
	Électricité finale	
Transport aérien (Énergie finale)	Essence d'aviation achetée aux ÎdM	Essence d'aviation achetée à l'extérieur des ÎdM
Transport maritime (Énergie finale)	Essence consommée aux ÎdM	Carburant acheté à l'extérieur des ÎdM
	Diésel consommé aux ÎdM	Photovoltaïque (non quantifiée, manque de données)
Transport routier (Énergie finale)	Essence consommée aux ÎdM	Carburant acheté à l'extérieur des ÎdM
	Diésel consommé aux ÎdM	

ANNÉE DE L'ÉTUDE

L'étude considère l'énergie consommée en 2017, puisqu'il s'agit de l'année la plus récente pour laquelle l'ensemble des données ont été compilées. La période de déclaration de la présente analyse est donc l'année calendaire de 2017, soit du 1^{er} janvier au 31 décembre 2017.

En 2013, la firme Dunsky a réalisé le *Bilan énergétique du territoire des Îles-de-la-Madeleine* : cette étude considérait l'énergie consommée durant l'année calendaire de 2011, soit du 1^{er} janvier au 31 décembre 2011. Cette période est définie comme étant l'année de référence (Poirier et Malkova, 2013).

3. DESCRIPTION DU TERRITOIRE À L'ÉTUDE

L'archipel des ÎdM est situé au cœur du golfe du Saint-Laurent, à 105 km au nord-est de l'Île-du-Prince-Édouard et à 215 km au sud-est de la péninsule gaspésienne (Figure 12). En raison de sa situation géographique, toutes liaisons avec d'autres régions sont effectuées par voies maritimes ou aériennes.

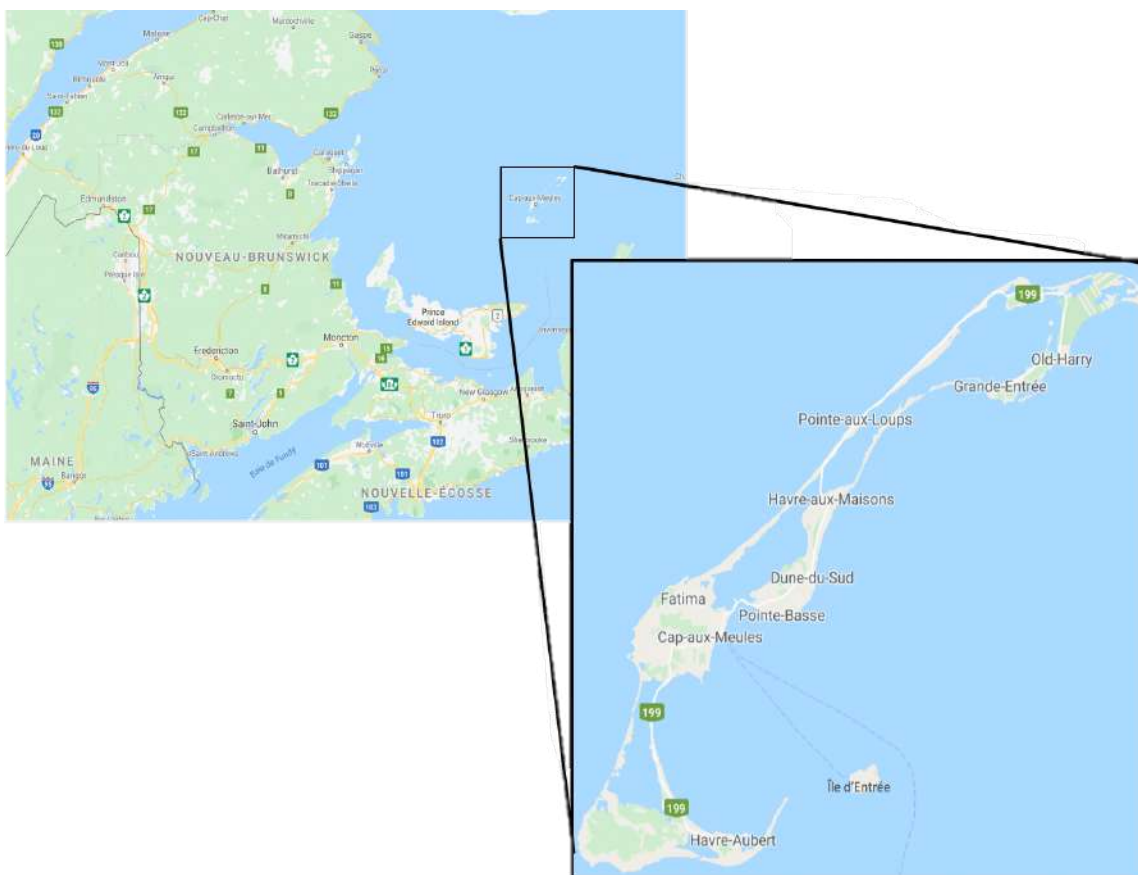


Figure 12. Emplacement géographique des Îles-de-la-Madeleine (Modifiée de Google, 2020)

POPULATION

La CMIM est composée de deux municipalités, soit la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine ainsi que la Municipalité de Grosse-Île. La première est composée de 7 villages : Cap-aux-Meules, L'Étang-du-Nord, Fatima, Havre-aux-Maisons, L'Île-du-Havre-Aubert, Grande-Entrée et Île d'Entrée. Selon l'institut de la Statistique du Québec (ISQ, 2020a), la population s'élevait à 12 491 en 2017. Le taux d'accroissement moyen est de -5,5 % entre 2011 et 2016 (Charbonneau, 2019). Toutefois, une stratégie d'attraction des personnes a été déployée aux ÎdM. Grâce aux actions posées, un mouvement migratoire positif (+43 personnes) a été observé entre 2018 et 2019 (Charbonneau, 2019). Ainsi, malgré les prédictions de l'ISQ, les résultats de la stratégie d'attraction laissent présager une augmentation de la population des ÎdM au cours des prochaines années.

Comme montré à la Figure 13, l'âge de la population est plus élevé que dans le reste du Québec. En effet, 54,5 % de la population est plus âgée que 50 ans aux ÎdM contre 40,6 % pour l'ensemble de la province.

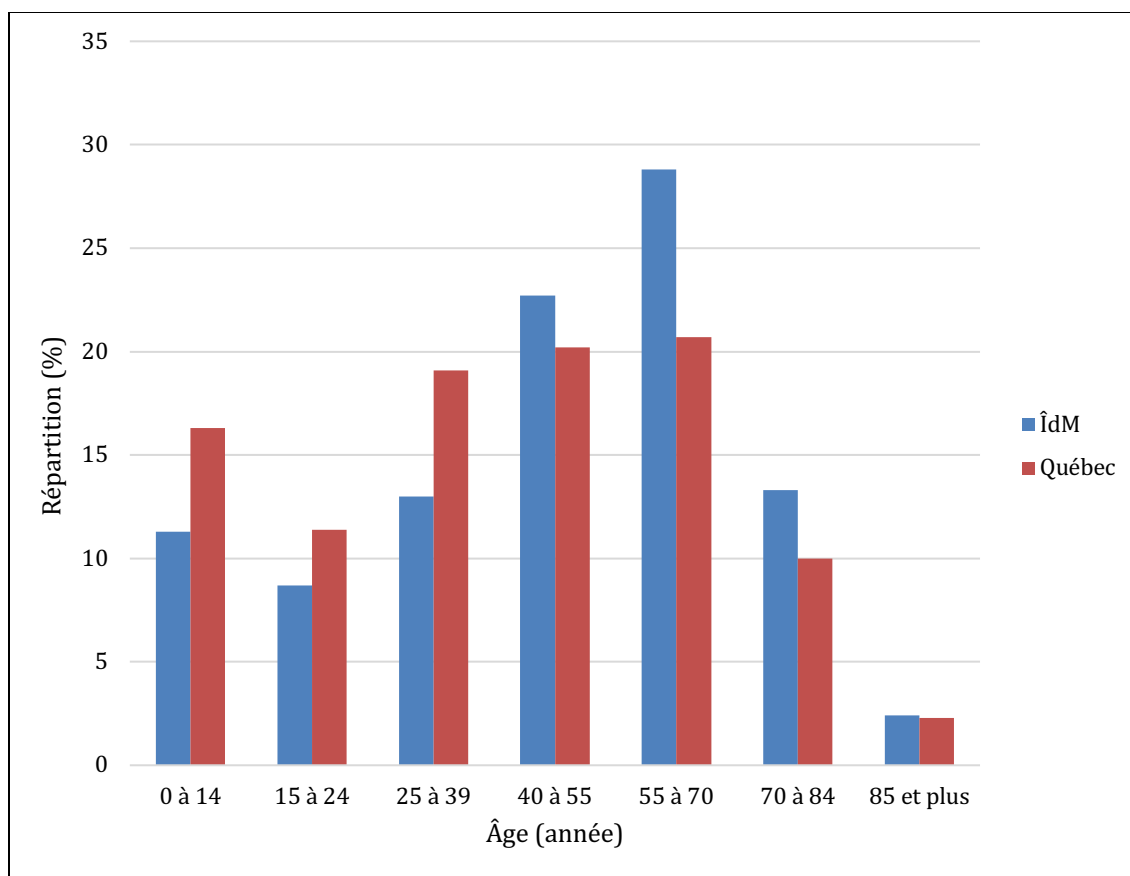


Figure 13. Répartition de la population des Îles-de-la-Madeleine par catégorie d'âge (Tirée de Statistique Canada, 2019)

ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE

L'économie régionale est principalement basée sur l'industrie de la pêche et l'industrie touristique. La Figure 14 montre que les entreprises générant le plus d'emploi sont, en ordre d'importance, les ventes et services (26 %), l'exploitation des ressources naturelles (pêche) (14 %), le secteur des transports et des machineries (13 %) et les affaires, finances et administration (12 %). (Statistique Canada, 2019)

La structure économique est constituée d'un tissu de petites et moyennes entreprises; plus de la moitié des entreprises embauchent entre 1 et 5 employés (Leblanc, 2020). Comme démontré dans les Figures 14 et 15, 76 % des entreprises (ventes au détail, de loisir et restauration) embauchent 28 % des travailleurs du territoire (ventes au détail et art, culture, loisir et sport).

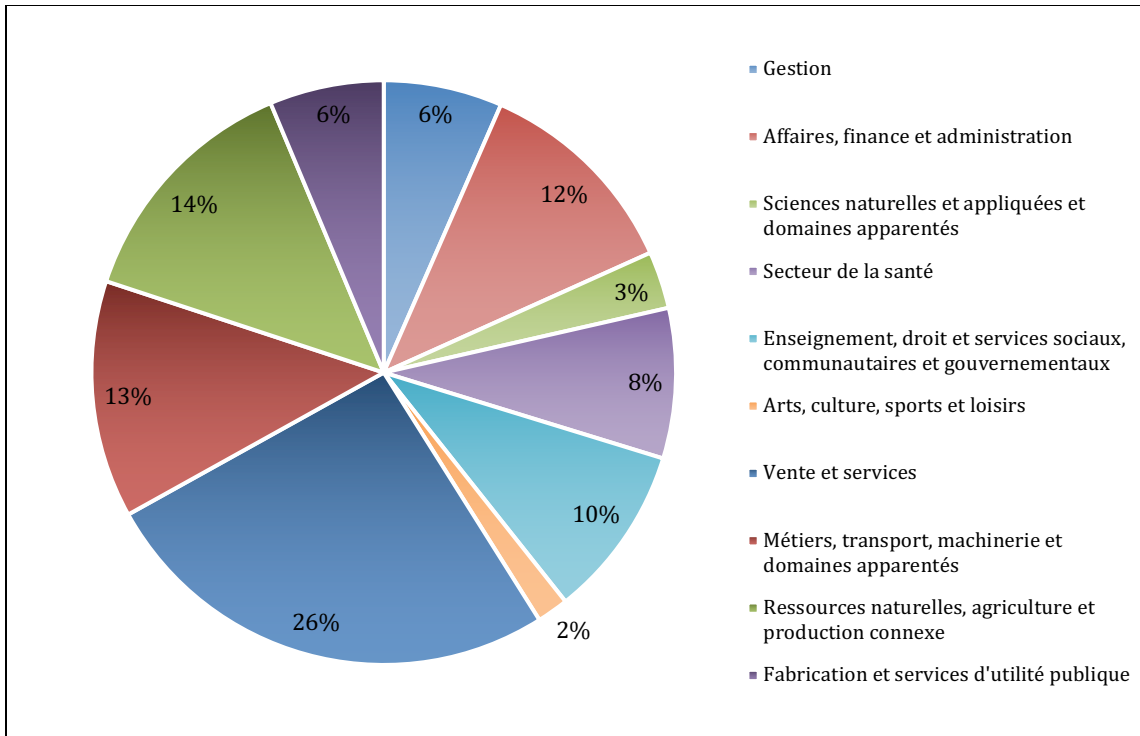


Figure 14. Répartition des emplois par type d'entreprises pour les Îles-de-la-Madeleine (Statistique Canada, 2019)

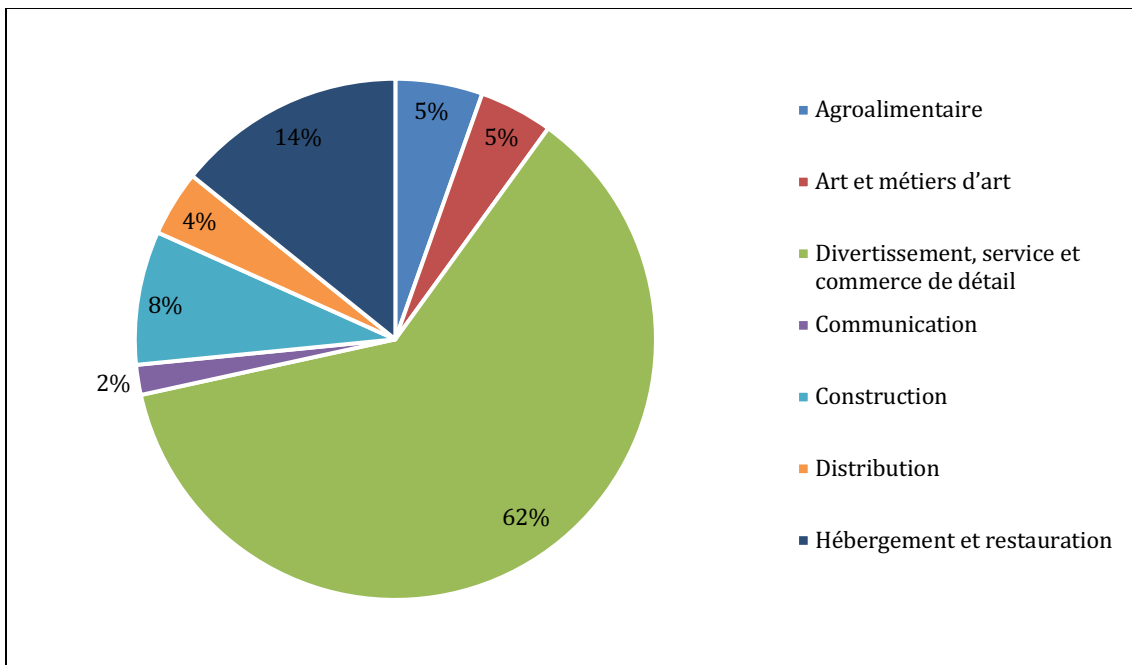


Figure 15. Répartition du nombre d'entreprises par type d'entreprises aux Îles-de-la-Madeleine en 2016 (Statistique Canada, 2020)

REVENU

Le taux de chômage aux ÎdM (12,4 %) est supérieur à celui du Québec (7,2 %) : cela s'explique par la saisonnalité des principaux secteurs d'activités économiques. Ces taux sont calculés à partir des personnes étant au chômage dans la semaine du 1^{er} au 7 mai 2016. En 2015, le revenu des citoyens des ÎdM était moins élevé (31 542 \$) que celui de l'ensemble du Québec (32 975 \$) (Statistique Canada, 2019). La Figure 16 présente la répartition des revenus des ménages entre les différentes classes pour le territoire à l'étude et la province.

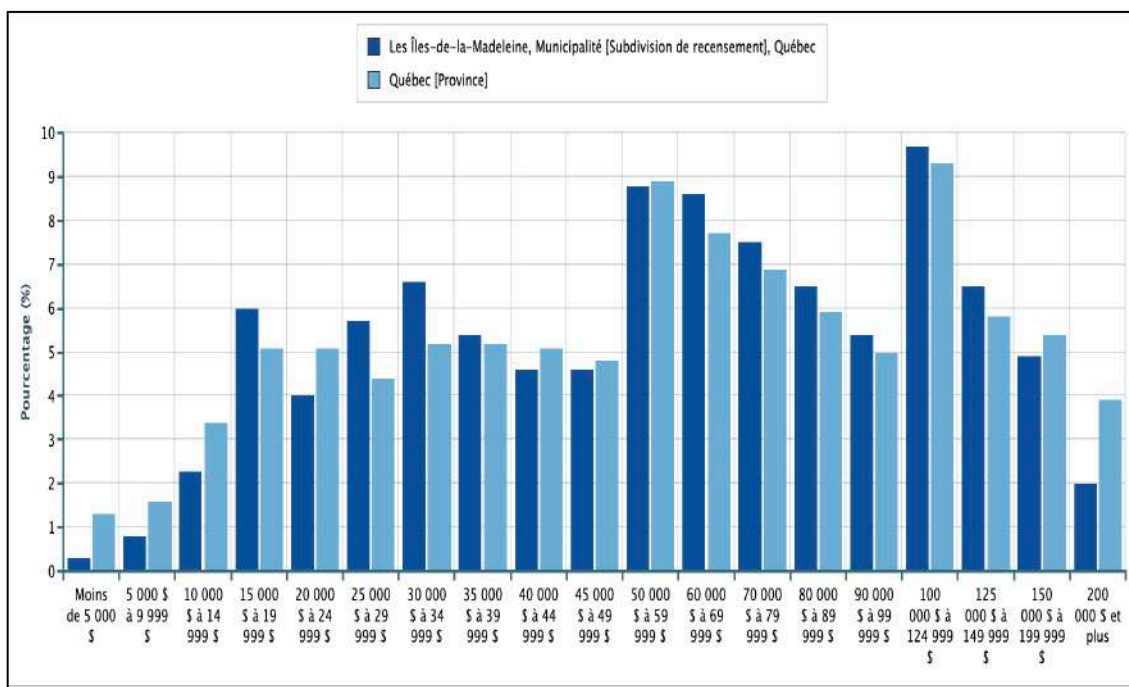


Figure 16. Répartition du revenu total pour les ménages privés (Statistique Canada, 2019)

SCOLARITÉ

Le taux de scolarité est plus faible dans la région des ÎdM que dans le reste du Québec. En effet, 22,9 % de la population des ÎdM n'ont obtenu aucun certificat, diplôme ou grade contre 13,3 % dans l'ensemble du Québec, tandis que 13,5 % des Madelinots ont obtenu un diplôme universitaire contre 25,5 % de la population provinciale (Figure 17).

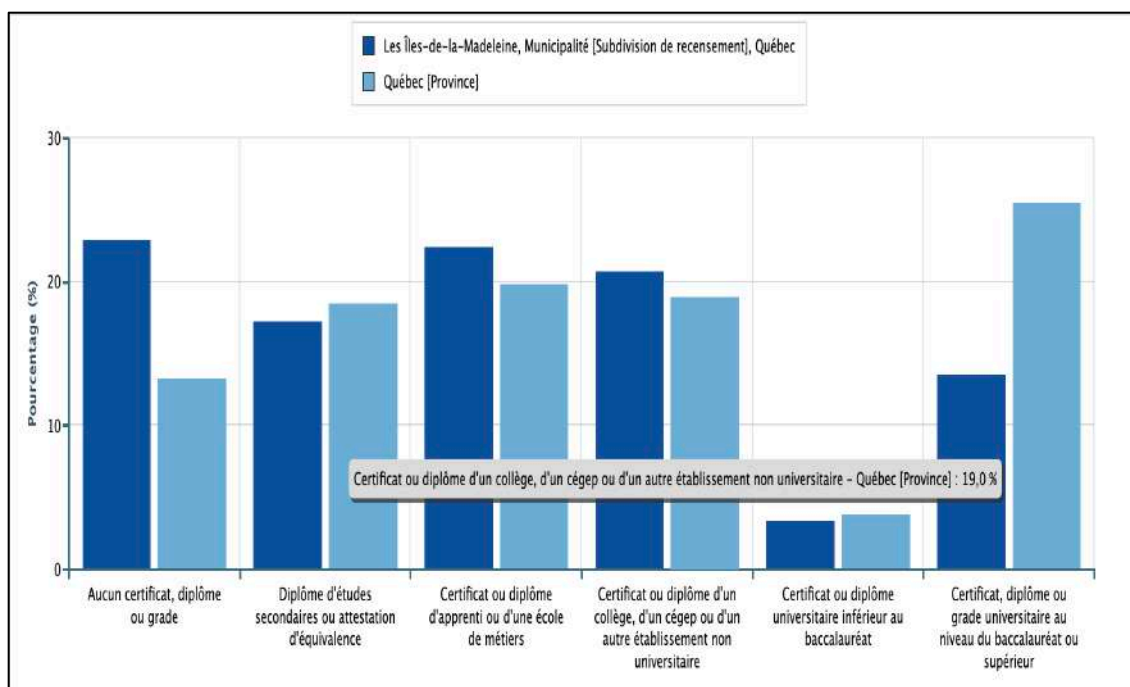


Figure 17. Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population âgée de 25 à 64 ans (Statistique Canada, 2019)

INDICE DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

La région administrative Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine est considérée comme une région ressource (Gouvernement du Québec, 2018). L'indice de développement économique est une mesure de la réalité économique des régions : elle est basée sur quatre facteurs, soit la démographie, le marché du travail, le revenu et la scolarité. Malgré l'augmentation de 6 % observée entre 2013 et 2017, l'indice de développement économique de la GIM demeure inférieur à celui du Québec (100). En 2017, l'indice de la région était de 85,9. (MEI, 2020)

L'indice de vitalité économique des territoires représente un indice de la vitalité des régions en lien avec le marché du travail, le niveau de vie ainsi que la dynamique démographique. Il est basé sur trois indicateurs, soit le taux de travailleurs, le revenu total médian des particuliers et le taux d'accroissement de la population sur une période de 5 ans. Cet indice, contrairement à l'indice de développement économique, est calculé pour les MRC. Les ÎdM se situent dans le même quintile que la majorité (80 %) des MRC de la Gaspésie, soit dans le cinquième. (Ministère des Affaires municipales et Habitation Québec, s.d.)

APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE

La centrale thermique de Cap-aux-Meules, d'une puissance de 66 MW, approvisionne l'ensemble des ÎdM en électricité à l'exception de l'île d'Entrée qui est alimentée par une centrale thermique indépendante. À partir de l'automne 2020, deux éoliennes fourniront 6,4 MW d'électricité et seront raccordées sur le réseau de la Centrale de Cap-aux-Meules.

Un projet de raccordement de l'archipel au réseau principal d'Hydro-Québec est prévu en 2025.

TRANSPORT

En 2017, le parc automobile des ÎdM atteignait 12 260 véhicules. Le Tableau 34 présente la répartition du parc automobile québécois et madelinot selon les types de véhicules.

Selon Statistique Canada (2019), la majorité des Madelinots se rendent au travail en automobile (94 %) (Figure 18). Ainsi, l'utilisation des véhicules demeure le principal mode de transport. Un système de transport en commun dessert les ÎdM, connecté aux réseaux routiers, mais a une offre limitée à un aller-retour par jour (matin et soir) des extrémités des Îles-de-la-Madeleine jusqu'à l'Île Centrale (Figure 19). Ainsi, l'utilisation du transport en commun demeure une option de déplacement très marginalisée sur l'archipel (0,9 %).

En raison de sa situation géographique et la prédominance du secteur de la pêche, le transport maritime occupe une place importante dans le secteur des transports. Aux pêcheurs, s'ajoutent de nombreux plaisanciers, la flotte de navires avoisinait les 1200 bateaux en 2012 (Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 2013). Le traversier effectue le transport de marchandises et de passagers entre le port de Souris, à l'Île-du-Prince-Édouard, et celui de Cap-aux-Meules, et ce à raison de trois à treize fois par semaine selon la saison. Le transport aérien occupe également une place importante. Deux compagnies aériennes desservent les ÎdM.

Tableau 34. Nombre de véhicules immatriculés en 2017 (Banque de données statistiques officielles, 2019)

Type d'utilisation	Nb de véhicules	
	ÎdM	Québec
Utilisation de promenade	9 534	4 968 247
Automobiles	4 100	2 894 562
Camions légers	4 943	1 863 266
Motocyclette	384	183 222
Cyclomoteur	107	27 197
Utilisation institutionnelle, professionnelle ou commerciale	842	716 841
Automobiles	98	108 593
Camions légers	481	356 015
Taxis	7	8 309
Autobus	14	8 851
Autobus scolaires	26	10 557
Camions et tracteurs routiers	190	149 294
Autres	26	75 222

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

Utilisation hors réseau	1 884	857 946
Circulation restreinte	3	5 171
Motoneiges	449	197 575
Véhicules tout-terrain	1 154	394 753
Véhicules-outils	268	242 465
Autres	10	17 982
TOTAL	12 260	6 543 034

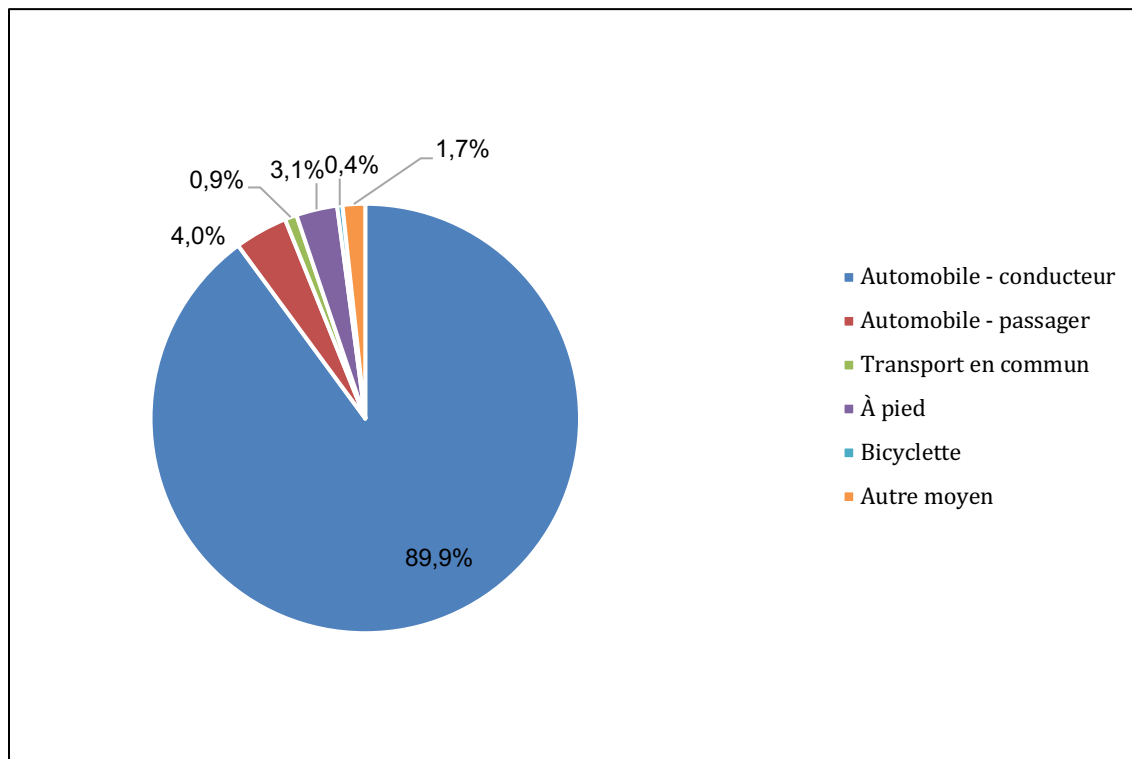


Figure 18. Mode de transport pour se rendre au travail (Statistique Canada, 2019)

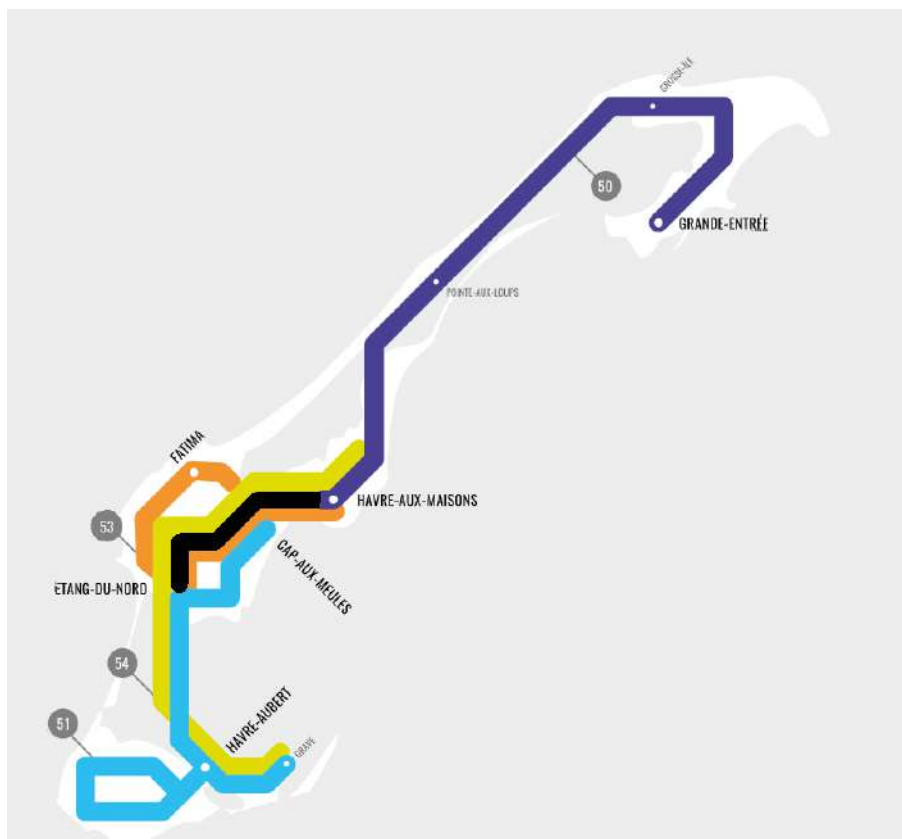


Figure 19. Réseau de transport en commun des Îles-de-la-Madeleine (Modifiée de RÉGÎM, 2020)

4. MÉTHODOLOGIE

Cette section présente la méthodologie utilisée pour la réalisation du bilan énergétique territorial ainsi que la quantification des émissions de GES liées à la consommation énergétique. Une revue de littérature est réalisée afin d’orienter la méthodologie utilisée; celle-ci est présentée à l’Annexe 3.

COLLECTE ET QUALITÉ DES DONNÉES

La méthodologie de la présente analyse s’appuie sur la consommation de carburants par secteur d’activité. Ainsi, l’analyse est effectuée en fonction des types de carburants et ceux-ci sont ensuite catégorisés dans les différents secteurs à l’étude. L’énergie primaire regroupe la biomasse et l’ensemble des carburants consommés sur le territoire, quel qu’en soit l’usage (chauffage, transport, procédé, production d’électricité, etc.). La production d’énergie primaire comprend l’électricité issue des ressources renouvelables, soit les réseaux éoliens et photovoltaïques. L’électricité produite par les centrales thermiques est considérée comme une production d’énergie secondaire. Finalement, l’énergie consommée par chacun des secteurs représente l’énergie finale; les pertes d’énergie liées à la

distribution de l'électricité ou aux pertes sous forme de chaleur sont exclues de cette catégorie (Figure 20).

Le Tableau 35 présente les sources des données collectées ainsi que leur qualité. Les données de consommation d'énergie primaire proviennent des bilans comptables de distributeurs de carburants (essence, diesel, mazout léger et propane). Le carburant nécessaire à la production d'énergie secondaire est également fiable puisqu'il provient des documents officiels fournis par Hydro-Québec à la Régie de l'Énergie du Québec.

Le Tableau 36 résume la qualité des données par secteur et par type d'énergie. Les données primaires proviennent directement des bilans comptables des ICI, des documents officiels d'Hydro-Québec ou encore des employés d'Hydro-Québec. Les données secondaires proviennent de Poirier et Malkova (2013), des articles de journaux, de l'estimation à partir des dépenses ou du kilométrage parcouru. Les données tertiaires proviennent des sources génériques telles que le RIN, et des estimations à partir des entreprises comparables. La consommation totale par type d'énergie est fiable puisqu'elle est basée sur des données primaires. La répartition entre les secteurs comporte une incertitude plus élevée puisqu'elle est basée sur des sources secondaires, tertiaires ainsi que sur des estimations.

L'énergie finale consommée par les secteurs institutionnel et commercial provient en grande partie des entreprises et des institutions. Ces données sont collectées au moyen de discussions téléphoniques et d'échanges de courriel. Le secteur industriel réfère à la Mines Seleine, aux Fruits de mer Madeleine et à LA Renaissance des Îles-de-la-Madeleine. Le secteur institutionnel concerne la Commission scolaire des Îles (CSI), le cégep (Campus des Îles-de-la-Madeleine), l'école Polyvalente des Îles, le Centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS) des Îles. Ces données sont majoritairement issues des bilans comptables et en plus faible proportion, des estimations. Les données résidentielles proviennent des données d'Hydro-Québec. L'ensemble de ces données est fiable. La consommation d'énergie finale du secteur commercial provient de données secondaires; les consommations estimées pour les secteurs institutionnels et industriels sont déduites de la consommation totale du secteur affaires.

Quant à l'énergie consommée pour le transport maritime, elle provient des données des entreprises et des institutions, de l'estimation du ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation (MAPAQ), des données comptables des fournisseurs de carburants et des estimations de ESSO utilisées dans l'étude Poirier et Malkova (2013). La consommation totale de ce secteur est fiable, tout comme le carburant dédié aux traversiers et à la pêche. La répartition entre les sous-secteurs des bateaux affectés au dragage, des bateaux gouvernementaux et des plaisanciers est basée sur des hypothèses, ce qui augmente le niveau d'incertitude liée à ces données.

La consommation du transport aérien repose sur les données comptables du distributeur d'essence d'aviation sur le territoire, cette donnée est donc fiable.

La consommation totale du transport terrestre repose sur les données comptables des distributeurs de carburants. La ventilation de la consommation par type de véhicules repose sur le nombre de véhicules immatriculés sur le territoire selon la BDSO (2019). Bien que

la consommation totale soit fiable, la consommation par type de véhicules est basée sur des estimations, ce qui accroît l'incertitude des résultats.

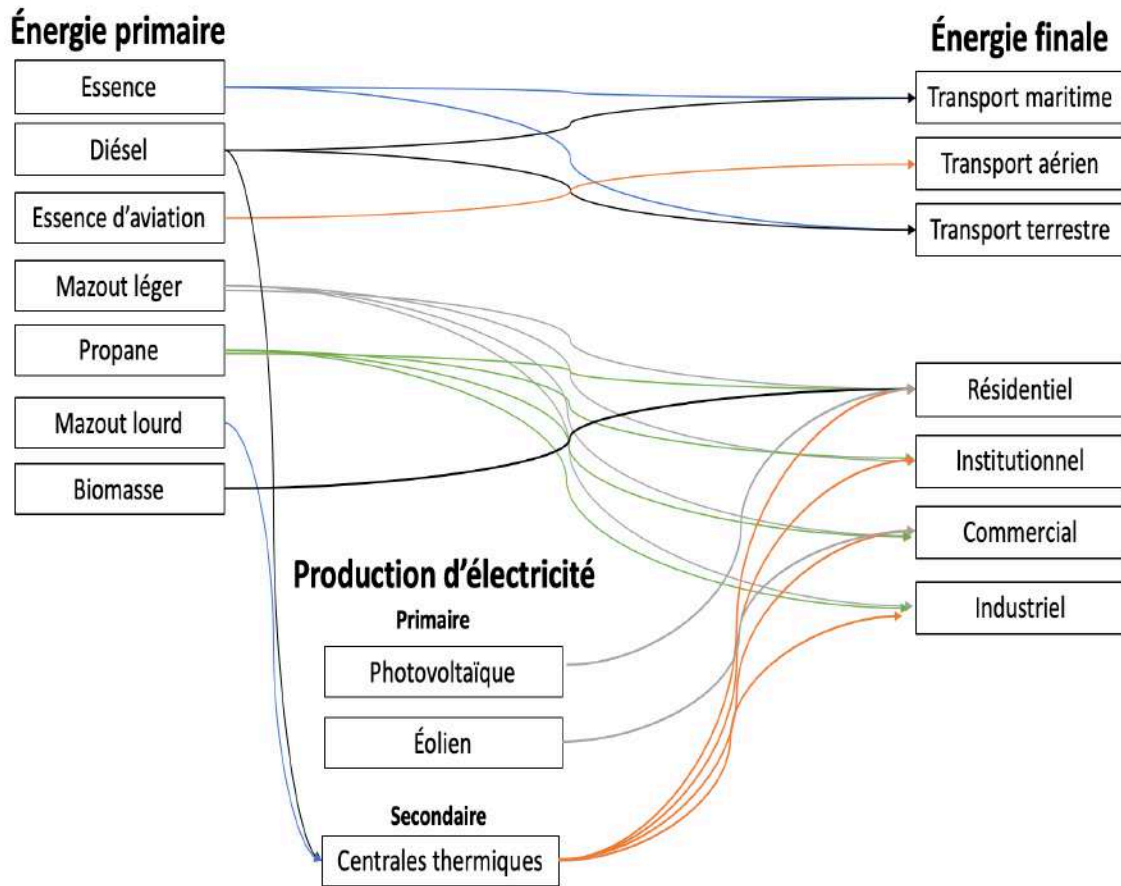


Figure 20. Production et consommation énergétiques par secteur

Tableau 35. Sources et qualité des données

Secteur	Sources de données	Type de données
Production d'électricité (Centrales thermiques)		
Centrale de Cap-aux-Meules	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement des centrales (L/kWh) dans <i>Complément d'information du Plan d'approvisionnement 2020-2029 – Réseaux autonomes</i> - Proportion diesel/mazout lourd utilisée, fournie par un responsable d'Hydro-Québec - Données de débarquement au port de Cap-aux-Meules de Transport Canada 	Primaire Primaire Primaire
Centrale de l'Île d'Entrée	- Rendement des centrales (L/kWh) dans <i>Complément d'information du Plan d'approvisionnement 2020-2029 – Réseaux autonomes</i>	Primaire
Institutionnel (électricité, mazout léger et propane)		
Commission scolaire des Îles (CSÎ)	Compilation des données de consommation énergétique de la CSÎ de 2017	Primaire
Cégep	Compilation des données de consommation énergétique du cégep de 2017	Primaire
Centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS)	Compilation des données de consommation énergétique du CISSS de 2017 (Boudreau, 2019)	Primaire
Municipalité	<i>Inventaire de gaz à effet de serre de la Communauté maritime des Îles-de-la-Madeleine</i> pour l'année 2017	Primaire
Résidentiel		
Électricité (Centrales thermiques)	<i>Complément d'information du Plan d'approvisionnement 2020-2029 – Réseaux autonomes</i>	Primaire
Photovoltaïque	Collecte d'informations auprès de l'Association madelinienne sur la sécurité énergétique et l'environnement (AMSÉE) <ul style="list-style-type: none"> - Fiche de l'AMSÉE - Données réelles des particuliers - Articles de journaux 	Primaire et secondaire
Mazout léger et propane	<ul style="list-style-type: none"> - Programme d'utilisation efficace de l'énergie (PUEÉ) d'Hydro-Québec, secteur résidentiel (Bujold, 2020) - Ventes de mazout léger (huile à chauffage) des distributeurs - Ventes de propane des distributeurs 	Primaire
Biomasse	Ventes de granules et de bûches écologiques des quincaillers locaux (estimation et ventes réelles) Estimation de la quantité de bois consommés par le secteur résidentiel	Primaire et estimation
Commercial (Électricité, mazout léger et propane)		
Électricité (Centrales thermiques)	<i>Complément d'information du Plan d'approvisionnement 2020-2029 – Réseaux autonomes</i>	Primaire

Éolien	Article de journal sur la production du Domaine des Salanges (Arseneau, 2019)	Secondaire
Mazout léger et propane	<ul style="list-style-type: none"> - Programme d'utilisation efficace de l'énergie (PUEÉ) d'Hydro-Québec, secteur affaires. La consommation connue (industriel et institutionnel) a été déduite de la consommation du secteur affaires (Bujold, 2020). - Ventes totales de mazout léger (huile à chauffage) des distributeurs - Ventes de propane des distributeurs 	Secondaire
Industriel (Électricité, mazout léger et propane)		
Mines Seleine	Compilation des données de consommation énergétique de Mines Seleine de 2017 (Renaud, 2020)	Primaire
Usines de transformation de produits marins	<ul style="list-style-type: none"> - Compilation des données de consommation énergétique de Fruits de mer Madeleine (FDMM) de 2018, jugées similaires aux données recensées en 2017 selon le responsable de FDMM (Harvie, 2020) - Estimation des données de LA Renaissance des Îles-de-la-Madeleine à partir des données de FDMM 	Primaire Tertiaire
Transport routier		
Privé et ICI	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de véhicules par type sur le territoire des ÎdM (Gouvernement du Québec, 2019) - Kilométrage annuel moyen par type de véhicules (km/an) et consommation moyenne (L/100 km) de Transport Canada - Données de ventes des distributeurs de carburants (Harnois Énergie et Irving Oil) 	Primaire Tertiaire Primaire
Autobus scolaire	Données de la CSI sur la distance parcourue par les autobus scolaires	Secondaire
Autobus	Données comptables d'Autobus Les Sillons	Secondaire
Transport maritime		
Bateaux gouvernementaux et remorqueurs	<ul style="list-style-type: none"> - Données de ventes des carburants d'Irving et d'Harnois Énergie dédiées aux bateaux gouvernementaux - Estimation d'ESSO utilisée dans Poirier et Malkova (2013) 	Primaire Secondaire
Bateaux affectés au dragage	<ul style="list-style-type: none"> - Compilation des données de consommation énergétique de Dragage I.M. de 2017 - Données de ventes des distributeurs de carburants (Harnois Énergie et Irving Oil) - Estimation d'ESSO utilisée dans Poirier et Malkova (2013) 	Primaire Primaire Secondaire
Pêche	<ul style="list-style-type: none"> - Compilation des données de consommation énergétique de Dragage I.M. de 2017 - Données de ventes des carburants d'Irving et d'Harnois Énergie - Estimation d'ESSO utilisée dans Poirier et Malkova (2013) - Estimation de l'évolution de la consommation du secteur de la pêche d'un inspecteur maritime au MAPAQ - Dépenses annuelles moyennes des homardières du RPPCI 	Primaire Primaire Secondaire Secondaire Secondaire
Plaisanciers	- Données de ventes des carburants maritimes d'Irving et de Harnois Énergie auxquelles sont déduites la consommation des bateaux gouvernementaux, de pêche, de dragage et les traversiers.	Primaire Secondaire
Transport	<ul style="list-style-type: none"> - Données de consommation des navires de CTMA (Madeleine, Vacancier, Voyageur) - Données de consommation du traversier Ivan Quinn de la Société des traversiers du Québec (STQ) 	Primaire Primaire
Transport aérien	Ventes d'essence d'aviation des distributeurs de carburants	Primaire

Tableau 36. Résumé de la qualité des données par type d'énergie et par secteur

	Mazout lourd	Mazout léger	Propane	Essence	Diésel	Essence d'aviation	Biomasse	Total du secteur
Résidentiel	Primaire	Primaire	Primaire	-	-	-	Primaire et tertiaire	-
Institutionnel	Primaire	Primaire	Primaire	-	-	-	-	-
Commercial	Secondaire	Secondaire	Secondaire	-	-	-	-	-
Industriel	Primaire et tertiaire	Primaire et tertiaire	Primaire et tertiaire	-	-	-	-	-
Transport terrestre	-	-	-	Tertiaire	Primaire, secondaire et tertiaire	-	-	Primaire
Transport maritime	-	-	-	Secondaire	Primaire, secondaire et tertiaire	-	-	Primaire
Transport aérien	-	-	-	-	-	Primaire	-	Primaire
TOTAL	Primaire	Primaire	Primaire	Primaire	Primaire	Primaire	-	-

4.1.1 Électricité

Deux centrales thermiques approvisionnent l'ensemble du territoire en électricité. La centrale de Cap-aux-Meules utilise majoritairement du mazout lourd (98,2 %) et en plus faible proportion du diesel (1,8 %); celle de l'Île d'Entrée n'utilise que du diesel (Thériault, 2019).

Les données relatives à la production d'électricité par secteur, les pertes ainsi que le rendement des réseaux autonomes proviennent du Complément d'information *Plan d'approvisionnement 2020-2029* (Hydro-Québec, 2019). La consommation totale de carburant destiné à la production d'électricité est calculée avec la formule suivante :

$$\text{Consommation des centrales} = \sum \dot{E}_{\text{produit}} \div R_{c_i} \times \text{Proportion}_{\text{carburant}_j}$$

$\dot{E}_{\text{produite}}$: Électricité produite

R_{c_i} : Rendement des centrales thermiques (CAM et Île d'Entrée)

$\text{Proportion}_{\text{carburant}_j}$: Proportion des carburants (% diesel/% mazout lourd)

Les données concernant la consommation d'électricité du secteur résidentiel proviennent directement du *Plan d'approvisionnement 2020-2029* d'Hydro-Québec. La consommation du secteur Affaires regroupe les industries, commerces et institutions (ICI). La consommation en électricité de la CMIM, du CISSS des Îles, de la CSÎ et du cégep est collectée auprès des organismes et est considérée comme étant la consommation du secteur institutionnel (Boudreau, 2019; Cyr, 2019 et Bélanger, 2019). Les données du secteur industriel proviennent des données collectées auprès de Mines Seleine et de FDMM (Renaud, 2020, et Harvie, 2020). La consommation de FDMM a été utilisée pour estimer celle de LA Renaissance des Îles-de-la-Madeleine (LR) selon la formule :

$$\text{Consommation}_{LR} = \text{Consommation}_{FDMM} \times \frac{\text{Prod}_{FDMM}}{\text{Prod}_{LR}}$$

Finalement, l'ensemble des données collectées auprès des institutions et des industries est soustrait à la vente d'électricité dans le secteur des affaires afin d'estimer la consommation du secteur commercial.

4.1.2 Mazout léger

Le mazout léger est utilisé pour trois principaux usages, soit pour le fonctionnement des centrales, pour le chauffage des résidences, institutions, commerces et industries ainsi que pour les procédés industriels. La consommation des centrales est déterminée avec la méthodologie présentée dans la section 4.1.1 Électricité. La consommation du mazout destiné au chauffage, communément appelé huile à chauffage, provient d'Hydro-Québec via le PUEÉ. Ce programme subventionne le carburant destiné au chauffage des bâtiments (Bujold, 2020). La consommation de mazout dans les procédés industriels provient de Mines Seleine et de FDMM. Les données de FDMM sont utilisées pour estimer la consommation de LA Renaissance des Îles-de-la-Madeleine selon la même méthode que

celle utilisée pour estimer la consommation d'électricité. Ces données sont ensuite comparées avec celles des ventes des distributeurs de carburants pour évaluer si les résultats concordent.

4.1.3 Propane

La consommation de propane pour l'ensemble des secteurs provient des données de ventes de l'entreprise Rainville. La consommation de propane des institutions est collectée directement auprès des organismes. La quantité de propane utilisée pour des fins de chauffage provient du PUEÉ; les données sont divisées en deux secteurs : résidentiel et affaires (Bujold, 2020).

Tout comme le mazout, la consommation des résidences provient directement du PUEÉ; celle des institutions et industries est collectée directement auprès des organismes, et la consommation des commerces est évaluée en soustrayant les données industrielles et institutionnelles à la consommation du secteur affaires.

4.1.4 Biomasse

Une proportion des habitants des ÎdM utilise un système de chauffage à la biomasse forestière comme chauffage d'appoint ou comme chauffage principal. Selon les données de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, entre 15 % et 20 % des foyers aux ÎdM possèdent des poêles aux bois (Arseneau, 2019b). Puisque les dernières visites ont été effectuées il y a près de 10 ans, les données ne sont donc plus à jour. Selon la personne contactée, les gens ont tendance à retirer de plus en plus les foyers de leur habitation en raison du resserrement des normes. Par ailleurs, ce ne sont pas tous les habitants qui possèdent un foyer qui l'utilisent régulièrement. Il est ainsi impossible d'évaluer la proportion des habitations utilisant un système de chauffage à la biomasse.

De plus, comme il n'y a pas de récolte commerciale de bois dur sur le territoire, deux modes d'approvisionnement en bois sont employés : le bois dur est importé de l'Île du Prince-Édouard et les propriétaires vendent le bois mou récolté lors du défrichage d'un terrain avant la construction. Ainsi, les quincaillers locaux (RONA, BMR, Home Hardware) sont contactés pour obtenir leurs données de ventes de bûches écologiques et de granules. Comme il n'est pas possible de quantifier la consommation de biomasse utilisée sur le territoire avec précision, il a été considéré que le bois de chauffage représentait au moins autant d'énergie produite que celle représentée par les bûches et granules.

4.1.5 Énergie renouvelable

Certaines habitations sont munies de système autonome générant de l'énergie renouvelable tels que des panneaux photovoltaïques ou de petites éoliennes. Les données de puissances des équipements ou d'électricité produite proviennent des fiches informatives élaborées par l'AMSÉE, des articles de journal local ou encore des données primaires des citoyens (Arsenault, 2020; Arseneau, 2019; Chevrier, 2020a et Papillon, 2020). La production d'électricité photovoltaïque est estimée selon la formule suivante :

$$Production_{\text{électricité}}(GJ) = P \times Rendement_{\text{IdM}} \div \text{Équivalence énergétique} \left(\frac{kWh}{GJ} \right)$$

P : Puissance (kW)

Rendement_{IdM} : Rendement solaire de la région des ÎdM (estimé à 1201 kWh/kW selon Global Solar Atlas, 2020).

Outre les systèmes apposés aux maisons, plusieurs véhicules récréatifs et navires sont équipés de panneaux solaires (Chevrier, 2019b). Entre 80 et 100 pêcheurs de homards auraient un panneau solaire sur leur embarcation d'une puissance variant entre 150 et 255 watts (Fournier, 2016). Toutefois, il n'est pas possible d'évaluer la quantité d'électricité produite avec ces systèmes utilisés périodiquement durant l'année. Par ailleurs, la quantité d'énergie ainsi produite demeure négligeable par rapport à l'ensemble de la consommation énergétique.

4.1.6 Gaz naturel

Puisqu'il n'y a aucun distributeur de gaz naturel sur le territoire, ce type d'énergie n'est pas utilisé et n'a donc pas été considéré dans l'étude.

4.1.7 Essence

La consommation totale d'essence sur le territoire provient des distributeurs de carburants; celle-ci est ensuite ventilée dans les transports routiers et maritimes à l'aide des méthodologies suivantes.

Transport maritime

La consommation d'essence du transport maritime pour les plaisanciers est basée sur les estimations d'ESSO utilisées par Poirier et Malkova (2013) dans le cadre de la réalisation du *Bilan énergétique du territoire des Îles-de-la-Madeleine*, et celle liée à la pêche provient d'une estimation de Harnois Énergies.

Transport routier

Afin d'évaluer la consommation énergétique du transport terrestre, trois méthodes distinctes sont utilisées.

Méthode 1

La première consiste à utiliser l'outil suggéré par Climat municipalités dans le *Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal*. Cette méthode est basée sur les émissions du parc automobile provincial que l'on ramène à l'échelle régionale en fonction du nombre de véhicules immatriculés afin d'évaluer les émissions de GES liées à chaque type de véhicules. La formule suivante est utilisée :

$$\text{Carburant consommé } (j) = \dot{E}_{i,j_{qc}} \times \frac{V_{IdM_i}}{V_{qc_i}} \div FE_{i,j}$$

$\dot{E}_{i,j_{qc}}$: Émissions de GES pour un type de véhicules (i) et un type de carburants (j)
pour l'ensemble du Québec

V_i : Nombre de véhicules du type i

FE : Facteur d'émissions

Les données ainsi obtenues sont comparées avec les ventes de carburants dédiés au transport routier afin de vérifier si les estimations sont réalistes. Les ventes sont évaluées en déduisant l'essence estimée pour le transport maritime à l'essence totale vendue par les distributeurs en 2017. Cet outil surestime la consommation énergétique du transport terrestre. En effet, la quantité d'essence consommée est surestimée de 311 %.

Méthode 2

La seconde méthode est celle utilisée par Poirier et Malkova (2013). La consommation d'essence du transport routier est estimée à partir de la formule suivante :

$$\text{Essence} = \sum \text{Nb véhicules}_i \times \text{Proportion}_e \times \frac{\text{Distance}}{\text{an}} \times \text{Consommation}$$

i : Type de véhicules (automobiles, camions légers, motocyclette, etc.)

Proportion_e : Proportion des véhicules alimentés à l'essence

Distance : Distance moyenne annuellement parcourue (km/an)

Consommation : consommation moyenne de carburants (L/km)

Le nombre de chaque type de véhicules provient de la Banque de données statistiques officielle du Québec pour la région des ÎdM (Gouvernement du Québec, 2019). Les hypothèses de Poirier et Malkova (2013) quant à la proportion des véhicules à l'essence et au diesel sont utilisées. Les distances parcourues annuellement estimées par Poirier et Malkova (2013) sont ajustées en fonction des données de la base de données nationales sur la consommation d'énergie. Selon cette source, les distances moyennes annuelles ont diminué entre 2011 et 2017 de 21 % pour les voitures, de 17 % pour les camions légers et de 8 % pour les camions lourds (Ressources naturelles Canada, s.d.). La consommation moyenne par type de véhicules est ajustée pour considérer l'augmentation de l'efficacité énergétique des véhicules depuis 2011 (Ressources naturelles Canada, s.d.).

Poirier et Malkova (2013) estiment la consommation énergétique liée au tourisme en se basant sur les estimations d'ESSO. Selon cette entreprise, l'affluence touristique augmente la consommation d'essence d'un facteur de 4 durant les mois de juillet et août. Comme le nombre de touristes a considérablement augmenté depuis l'année de référence, le facteur est recalculé :

$$\text{Facteur}_{\text{touristes}_{2017}} = 4 \times \left(1 + \frac{T_{2017} - T_{2012}}{T_{2012}} \right)$$

T : Nb de touristes

L'ensemble des valeurs et facteurs d'émissions utilisés sont présentés à l'Annexe 4. La consommation totale estimée est ensuite comparée avec les ventes d'essence provenant des distributeurs de carburants. Cette comparaison montre que les estimations d'essence consommée sont surestimées de 10 %.

Méthode 3

La troisième méthode est basée sur la méthode 2, toutefois trois paramètres ont été adaptés : (1) la proportion de véhicules à l'essence et au diesel; (2) la consommation énergétique associée au trafic touristique; (3) la distance parcourue annuellement.

La proportion des véhicules à l'essence et au diesel utilisé par Poirier et Malkova (2013) pour chaque type de véhicules est ajustée, puisque la proportion de véhicules au diesel semblait être surévaluée. Elle est calculée à partir des résultats de l'outil de Climat municipalités basés sur les données du RIN :

$$\% essence_i = \left(\frac{\dot{E}_{esQc}}{\dot{E}_{iQc}} \times \dot{E}_{iIdM} \div FE_i \right) \div \left(\left(\frac{\dot{E}_{dQc}}{\dot{E}_{iQc}} \times \dot{E}_{iIdM} \div FE_i \right) + \left(\frac{\dot{E}_{esQc}}{\dot{E}_{iQc}} \times \dot{E}_{iIdM} \div FE_i \right) \right)$$

i : Type de véhicules

É : Émissions de GES

es : Véhicule à l'essence

d : Véhicule au diesel

FE : Facteur d'émissions

Qc : Ensemble du Québec

La consommation de carburant lié au trafic touristique est évaluée à partir du nombre d'équivalents habitants calculé avec la formule suivante :

$$\text{Équivalent habitant} = \frac{Nb \text{ touristes} \times Nb \text{ moyen de nuités}}{365 \text{ j/an}}$$

En 2017, 73 100 touristes ont visité les ÎdM (Bourgeois, 2020). La durée moyenne des séjours est de 9 nuitées selon le dernier sondage de Tourisme Îles-de-la-Madeleine réalisé en 2016 (Tourisme Île-de-la-Madeleine, s.d.). Les touristes représentent donc 1 802 équivalents habitants.

Ensuite, le nombre de véhicules de promenade liés au tourisme est calculé comme suit et additionné aux véhicules de promenade immatriculés sur le territoire :

$$Nb \text{ véhicules associé aux touristes}_i = \frac{Nb \text{ véhicules } \hat{IdM}_i}{Nb \text{ d'habitants } \hat{IdM}} \times Nb \text{ éq. habitant}$$

i : Type de véhicules

Les ajustements précédents permettent de réduire l'écart entre les ventes de carburants et les estimations de manière importante; la consommation d'essence est sous-estimée de

4 %. La dernière étape consiste à ajuster les distances parcourues annuellement par type de véhicules en fonction du carburant vendu afin que les estimations concordent avec les ventes réelles. Puisque la répartition par type de véhicules, la consommation totale d'essence dédiée au transport routier et la consommation moyenne des véhicules proviennent de sources fiables, la variable ayant un taux d'incertitude important est la distance parcourue annuellement. Par ailleurs, étant donné la taille restreinte du territoire (187 km² de terre ferme), les distances moyennes parcourues sont plus restreintes que dans le reste de la province (ISQ, 2020). Les distances parcourues annuellement par chaque type de véhicules sont donc adaptées afin que l'essence consommée coïncide avec la quantité vendue à l'aide de la formule suivante :

$$Dist_{i_{ajustée}} = Dist_i \times \left(1 + \frac{E_v}{E_e} - 1\right)$$

Dist_i : Distance annuelle par type de véhicules

E_v : Essence totale vendue

E_e : Essence totale estimée

4.1.8 Diésel

La quantité totale de diésel consommée provient des données des ventes des distributeurs de carburants. Le type de carburants est ensuite ventilé dans trois secteurs d'activité : le transport terrestre (incluant les machineries), le transport maritime et le secteur industriel. Le Tableau 37 présente les catégories utilisées par les distributeurs.

Tableau 37. Ventilation des données des distributeurs de carburants

Secteur d'activité	Catégorie	Détail
Distributeur 1		
Transport terrestre	Diésel station-service	Diésel vendu dans les stations-service
Transport maritime	Maritime	Inclut les bateaux gouvernementaux (CTMA, MPO, etc.); exclut les pêcheurs
	Autres (construction, chauffage et autres)	
Résidentiel et ICI	Chauffage	Huile à chauffage des ICI et des résidences
Transports maritime et terrestre	Pêche, construction et autres	Comprend la pêche, les livraisons sur chantiers pour les machineries
Transport maritime	Pêche	Selon une estimation du distributeur, la pêche représente environ 70 % des ventes de « Pêche, construction et autres ».
Distributeur 2		
Transport terrestre	Diésel clair	Diésel dédié au camion et aux machineries
Résidentiel et ICI	Huile à chauffage	Huile à chauffage des ICI et des résidences
Centrales thermiques et transport maritime	Diésel coloré	Inclut la consommation des centrales de Cap-aux-Meules et de l'Île d'Entrée ainsi que les bateaux de pêche

Transport terrestre

Le diésel utilisé pour le transport terrestre est estimé selon les trois mêmes méthodes que celles utilisées pour l'essence dans la section **4.1.7 Essence**. La comparaison de la quantité de diésel vendue et estimée selon les méthodes 1 et 2 montre que les données sont surestimées respectivement de 579 % et de 209 %.

Tout comme pour l'essence, la proportion de véhicules à l'essence et au diésel ainsi que la consommation énergétique associée au trafic touristique sont ajustées. La comparaison avec les ventes de diésel dédiées au transport terrestre montre que la consommation de diésel est surestimée de 22 %. Les distances ont donc été ajustées afin que les ventes concordent avec les estimations. L'annexe 5 détaille les hypothèses utilisées.

Transport maritime

Les données des distributeurs permettent de ventiler la consommation du transport maritime en 3 catégories : (i) les bateaux de pêche; (ii) les bateaux gouvernementaux, les bateaux de dragage et les traversiers; (iii) les autres utilisations, soit les plaisanciers. La consommation des bateaux gouvernementaux est tirée des données des ventes. La consommation des traversiers est basée sur les données de consommation de CTMA et de la STQ tandis que la consommation des bateaux de pêche est basée sur des données des ventes et des estimations.

La consommation liée aux activités de pêche est ensuite répartie en deux sous-catégories : homardier et autres pêches. La consommation des homardiens est estimée à partir des dépenses annuelles moyennes de carburants obtenues auprès de plusieurs pêcheurs, puis multipliée par le nombre de homardiens.

$$Consommation_H = Consommation\ moyenne \times Nombre\ de\ homardiens$$

H : Homardiens

Il faut toutefois noter que la consommation des homardiens varie considérablement d'un pêcheur à un autre; il est donc difficile d'évaluer avec justesse la consommation de carburants associée à la pêche aux homards. La comparaison de l'estimation avec les résultats de 2011 montre une hausse de 95 % entre 2011 et 2017. Selon plusieurs sources, la consommation des homardiens a nettement augmenté au cours des dernières années en raison de l'accroissement de la puissance des moteurs. De plus, les données de 2011 reposent également sur une consommation moyenne estimée, ce qui comporte une certaine incertitude. Toutefois, la consommation totale de carburants dédiée à la pêche est basée sur les données des ventes ainsi que sur les estimations des distributeurs : elle est donc juste. La consommation des autres types de pêches est obtenue en déduisant la consommation des homardiens au carburant total dédié à la pêche.

La consommation des bateaux gouvernementaux et des bateaux de dragage est estimée suivant les formules suivantes :

$$C_G = (V_{G+D+T} - C_T) \times Proportion_{G_{2011}}$$

$$C_D = (V_{G+D+T} - C_T) \times Proportion_{D_{2011}}$$

C : Consommation de diesel

V : Ventes de carburants

G : Bateaux gouvernementaux

D : Bateaux de dragage

T : Traversiers

Proportion_{G2011} : Proportion de la consommation de diesel dédiée aux bateaux gouvernementaux selon les estimations d'ESSO en 2013 (57 % bateaux gouvernementaux/43 % bateaux de dragage)

Finalement, le diesel utilisé par les bateaux de plaisance est estimé avec cette formule :

$$C_{Pl} = V_M - (C_T + C_G + C_D + C_P)$$

C_{Pl} : Consommation de diesel des plaisanciers

V_M : Ventes de carburants maritimes

Industriel

Les données du secteur industriel proviennent en partie de la consommation réelle des industries (Renaud, 2020, et Harvie, 2020). La consommation des usines de LA Renaissance des Îles-de-la-Madeleine (LR) est estimée à partir des données de Fruits de mer Madeleine (FDMM).

$$Consommation_{LR} = Consommation_{FDMM} \times \frac{Prod_{FDMM}}{Prod_{LR}}$$

La consommation de diesel pour les machineries n'est pas incluse dans cette catégorie; elle est considérée dans le transport terrestre.

TRANSFORMATION DES DONNÉES

4.1.9 Conversion dans une unité universelle

Chaque type de carburants est converti en unité universelle d'énergie, soit en gigajoules (GJ) selon les unités de conversion énergétique de la Régie de l'énergie du Canada (Annexe 4) à l'aide des formules suivantes :

$$\text{Énergie (GJ)} = \text{Volume (L)}_c \times \text{Équivalent énergétique} \left(\frac{\text{GJ}}{\text{L}} \right)_c$$

$$\text{Énergie (GJ)} = \text{Électricité (kWh)} \times \text{Équivalent énergétique} \left(\frac{\text{GJ}}{\text{kWh}} \right)$$

C : Type de carburants (Essence, mazout, diesel, etc.)

4.1.10 Correction climatique

Le chauffage étant un élément significatif de la consommation énergétique dans un bâtiment, le principe des degrés-jours de chauffage (DJC) est utilisé afin de considérer la différence de température entre 2011 et 2017. La méthode proposée par les Outils Territoriaux Énergie Climat (OTEC, 2010) est utilisée avec des valeurs de coefficients adaptées au Québec. L'OTEC est composé du Réseau des agences régionales de l'énergie et de l'environnement, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), de la Mission interministérielle de l'effet de serre et de l'Observatoire de l'énergie.

Méthode de l'OTEC :

$$CO_c = CO_b + correction$$

$$Correction = e \left(\frac{1}{r} - 1 \right) \times CO_b$$

$$r = \frac{DJC_{2017}}{DJC_{2011}}$$

CO_c : Consommation corrigée du climat :

CO_b : Consommation brute

e : Part de la consommation sensible au climat (Secteur résidentiel = 0,64 et Commercial et institutionnel = 0,52, Industriel = 0,2)

r : indice de rigueur climatique de l'année

Le principe des DJC consiste à calculer la différence entre la température extérieure moyenne journalière et la température de référence, soit 18°C, et à faire la somme de ces différences pour une période donnée afin d'obtenir les DJC (Prairie Climate Center, 2020a). Les données météorologiques historiques provenant d'Environnement et Changement climatique Canada sont utilisées (Gouvernement du Canada, 2019a et Gouvernement du Canada, 2019b). Selon Transition énergétique Québec (TEQ), le chauffage représente 64,1 % de l'énergie consommée dans les bâtiments résidentiels et 51,6 %, dans les bâtiments commerciaux et institutionnels (TEQ, s.d.a et TEQ, s.d.b). Ces taux seront utilisés pour estimer la part de la consommation sensible au climat. La part d'énergie dédiée au chauffage du secteur industriel est basée sur les données collectées auprès des industries. L'indice de rigueur climatique de l'année est évalué à partir de l'année de référence du bilan énergétique, soit 2011, et non à partir des normales climatiques puisque l'objectif est de comparer les données avec l'année de référence. Comme l'utilisation de thermopompe sur le territoire est négligeable, aucune correction ne sera apportée pour les considérer. Toutefois, il serait pertinent de les considérer lors d'une prochaine analyse dans le cas où les thermopompes seraient plus communément utilisées.

Aucune correction climatique n'est effectuée pour les degrés-jours de climatisation puisqu'ils sont négligeables. En effet, en 2017, le nombre de degrés-jour de climatisation s'élevait respectivement à 24 et à 57 en 2011 et en 2017. Par ailleurs, la part de bâtiments climatisés est peu élevée.

4.1.11 Consommation par habitant

Afin de comparer les résultats de 2011 avec ceux de 2017, la consommation énergétique et les émissions de GES totales sont divisées par le nombre d'habitants. Le nombre d'habitants est adapté afin de considérer l'affluence touristique, ainsi la formule suivante est utilisée :

$$\text{Consommation par habitant} = \frac{\text{Consommation totale}}{\text{Nb habitants} + \text{Nb touristes (ég. habitant)}}$$

$$\text{Émissions par habitant} = \frac{\text{Émissions totale}}{\text{Nb habitants} + \text{Nb touristes (ég. habitant)}}$$

En 2017, 73 100 touristes ont visité les ÎdM et 46 668, en 2011 (Bourgeois, 2020). La durée moyenne des séjours est de 9 nuitées selon le dernier sondage de Tourisme Îles-de-la-Madeleine réalisé en 2016 (Tourisme Île-de-la-Madeleine, s.d.)

La consommation énergétique provinciale est également calculée par habitant. Pour ce faire, la consommation d'énergie de chacun des secteurs sera divisée par le nombre d'habitants de la province de 2017, soit 8 298 827 habitants (ISQ, 2019).

VÉRIFICATION DES DONNÉES

Les ventes totales de carburants sont comparées aux données de débarquement au port de Cap-aux-Meules afin d'évaluer si les données sont complètes. La quantité d'essence débarquée au port est 15 % plus élevée que les ventes, tandis que celle de diésel/mazout est 12 % plus faible. Le plus grand écart est observé pour le mazout lourd où les importations sont inférieures de 27 % à l'utilisation réelle (utilisation de la centrale thermique de Cap-aux-Meules). Ces écarts sont attribuables aux variations d'inventaires; les données de ventes sont donc jugées fiables. Par ailleurs, les écarts observés en 2017 sont nettement moins importants que ceux observés en 2013 par Poirier et Malkova. En effet, des variations de plus de 70 % avaient été rapportées entre les ventes et les données de débarquement de Transport Canada.

PROJECTION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DE 2017-2026

Une projection 2017-2026 est réalisée afin d'estimer la consommation énergétique future. Pour ce faire, trois scénarios sont considérés. Le premier, le scénario de base, repose sur les décisions politiques déjà adoptées, sur les mesures en place ainsi que sur les taux de croissance calculés. Le Tableau 38 présente les hypothèses et les taux de croissance utilisés pour évaluer la consommation énergétique du scénario 1.

Tableau 38. Hypothèses considérées dans le scénario 1

	Secteur	Hypothèse sur le taux de croissance
Électricité	Résidentiel et ICI	<ul style="list-style-type: none"> - Demande basée sur la production projetée d'Hydro-Québec dans le <i>Plan d'approvisionnement 2020-2029</i>. Les données de 2018 proviennent des historiques de consommation - Installation d'un parc éolien de 6,4 MW effectif à partir de l'automne 2020 : réduction de 13 % des émissions de la centrale de Cap-aux-Meules (Delaney, 2019) - Raccordement au réseau national d'hydroélectricité effectif à partir de 2026 : réduction de 94 % des émissions de la centrale de Cap-aux-Meules (Delaney, 2019). Un taux de perte de 7,5 % est considéré (Tirado-Seco et Martineau, 2014) - La production d'énergie à partir d'autres sources que les centrales réduit les pertes de celles-ci. Les pertes sont évaluées en moyenne à 10,7 % de la production : $\dot{E}_p = \dot{E}_c + \dot{E}_e + \dot{E}_h - (\dot{E}_e + \dot{E}_h) \times 10,7 \%$ <p> \dot{E}_p : Électricité totale produite \dot{E}_c : Électricité produite par les centrales \dot{E}_e : Électricité éolienne \dot{E}_h : Hydroélectricité </p>
	Institutionnel - CISSS	Raccordement du CISSS au réseau de chaleur de la centrale thermique de Cap-aux-Meules : augmentation de la consommation d'électricité équivalente à 200 t éq. CO ₂ , soit 0,3 GWh entre 2018 et 2025 (Leblanc, 2020). Une baisse de la consommation équivalente à l'augmentation est considérée à partir de 2026 suite au raccordement au réseau d'hydroélectricité puisque le réseau de chaleur de la centrale ne permettra plus de récupérer de la chaleur.
	Institutionnel - CMIM	Mise en place des mesures d'efficacité énergétique. Objectif attendu par la stratégie énergétique : réduction de 20 % entre 2017- 2025, ce qui représente un taux de croissance composé de -2,4 %.
	Institutionnel - CSÎ	<p>La CSÎ travaille actuellement sur la mise à jour de son plan d'action, le responsable des bâtiments n'est pas en mesure de prévoir un taux de croissance pour les prochaines années, ainsi faute de données, les taux de croissance composés observés entre 2011 et 2017 sont utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - École Aux iris : -3,4 % - École Stella-Maris : -4,2 % - École Centrale : -4,4 % - École Saint-Pierre : -2,0 % - École Polyvalente des Îles et piscine régionale : -2,4 % - École Notre-Dame du Sacré-Cœur : +1,5 %

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

	Institutionnel - cégep	Taux de décroissance observé entre 2011 et 2017 : -3.8%/an
	Industriel	Considéré stable Les industries interrogées mentionnent que leur consommation énergétique devrait rester relativement stable dans le temps (Renaud, 2020, et Harvie, 2020)
	Commercial	Suit l'augmentation des prévisions d'Hydro-Québec
	Résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> - Suit l'augmentation des prévisions d'Hydro-Québec - Ajout de 20 thermopompes dans des bâtiments résidentiels par année, dont une partie permet de réduire la consommation d'électricité en fonction de la proportion des bâtiments résidentiels qui sont chauffés à l'électricité. Selon Écohabitation (2019), l'ajout de thermopompe permet de réduire la consommation d'électricité de 7000 kWh par résidence
Mazout léger	CSÎ	<p>La CSÎ travaille actuellement sur la mise à jour de son plan d'action, le responsable des bâtiments n'est pas en mesure de prévoir un taux de croissance pour les prochaines années, ainsi faute de données, les taux de croissance composés observés entre 2011 et 2017 sont utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - École Aux iris : +5,0 % - École Stella-Maris : -2,4 % - École Centrale : 0,8 % - École Saint-Pierre : 1,4 % - École Polyvalente des Îles et piscine régionale : -1,2 % - École Notre-Dame du Sacré-Cœur : considéré stable à partir de 2018 (conversion du système de chauffage au mazout pour un système au propane)
	CMIM	Mise en place des mesures d'efficacité énergétique. Objectif attendu par la stratégie énergétique : réduction de 20 % entre 2017- 2025, ce qui représente un taux de croissance composé de -2,4 %
	Cégep	Taux de croissance calculé : -1,5 %
	CISSS	<ul style="list-style-type: none"> - Raccordement du CISSS au réseau de chaleur de la centrale thermique de Cap-aux-Meules : réduction de 1 555 t éq. CO₂, ce qui représente 20 665 GJ de mazout par année à partir de 2018 - À la suite du raccordement au réseau d'hydroélectricité suivant l'hypothèse que la conduite ne sera pas pérennisée : hausse de 20 665 GJ de mazout par année à partir de 2026
	Commercial	<p>Certains systèmes au mazout étant assez âgés, une conversion des systèmes au mazout vers des systèmes à l'électricité est à prévoir dans les prochaines années. Des programmes d'amélioration des bâtiments sont d'ailleurs disponibles pour le secteur affaires. Une réduction de 2 % est considérée à partir de 2018 : ce taux se base sur une estimation</p> <p>Les données de 2018 proviennent du PUEÉ (Bujold, 2020)</p>

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

	Industriel	Considéré stable Les industries interrogées mentionnent que leur consommation énergétique devrait rester relativement stable dans le temps (Renaud, 2020, et Harvie, 2020)
	Résidentiel	Les données de 2018 proviennent du PUEÉ (Bujold, 2020) Conversion à l'électricité de 100 clients par année : réduction de 5 069 GJ de mazout par année à partir de 2019
Propane	Institutionnel - CSÎ	Conversion du système de chauffage de l'école Notre-Dame du Sacré-Cœur au cours de l'année 2017 : consommation annuelle estimée à 908 GJ : $C_{prop2018} = (C_{prop2017} \times \frac{GJ}{L_{prop}} + C_{mazout2017} \times \frac{GJ}{L_{prop}}) / \frac{GJ}{L_{prop}}$ <i>C_{prop} : Consommation de propane (L)</i> <i>C_{mazout} : Consommation de mazout (L)</i>
	Commercial, résidentiel et industriel	- Considéré comme stable à partir de 2018 : arrêt des subventions d'Hydro-Québec pour inciter la conversion des systèmes de chauffage et comme les systèmes de chauffage sont relativement récents, il ne devrait pas y avoir de changement en raison de la fin de vie utile - Les données de 2018 proviennent du PUEÉ (Bujold, 2020)
Essence	Transport terrestre	Taux de croissance observé entre les ventes d'essence de 2017 et 2018 pour le transport terrestre : -0,02 %
	Transport maritime	Croissance considérée comme stable
Diésel	Transport terrestre	Facteur de croissance observé entre 2017 et 2018 : +3,29 %

	Transport maritime	<p>Bateaux gouvernementaux :</p> <p>Dragage : Selon Dragage I.M., la quantité de sédiments draguée est relativement stable dans le temps (Noël, 2020). La consommation est donc considérée stable</p> <p>Traversier : +9,9 % (Taux de croissance observée entre les ventes de diésel dédiées au traversier entre 2017 et 2018)</p> <p>Homardiers : Il est considéré que 55 % des moteurs des homardiers auraient été changés pour en augmenter la puissance entre 2011 et 2017. Donc, il est considéré que le taux de croissance observé par la passée (8,1 %) sera maintenu jusqu'à ce que la flotte soit complètement modifiée et ensuite la consommation sera stable. La consommation maximale annuelle des homardiers est calculée avec la formule suivante :</p> $Consommation_H = Consommation_{H_{2011}} + \left(\frac{Consommation_{H_{2017}} - Consommation_{H_{2011}}}{325 \text{ homardiers} \times 55 \%} \right) \times 325 \text{ homardiers} \times 45 \%$ <p>Autres pêches : considéré stable (pas de données pour 2011)</p>
Esence d' aviation	Transport aérien	Croissance considérée stable puisqu'aucune croissance n'a été observée entre 2017 et 2018.
Biomasse	Résidentiel	Considéré comme stable

Les taux de croissance annuels composés (TCAC) sont calculés à partir de la formule suivante :

$$TCAC_{2011-2017} = \left(\frac{C_{2017}}{C_{2011}} \right)^{1/n} - 1$$

C : Consommation de carburants

n : nombre d'années (6)

Les projections 2018-2026 sont calculées à partir de la formule suivante :

$$C_n = C_{2017}(1 + TCAC)^n$$

En plus des hypothèses du scénario 1, le second scénario considère la mise en place d'un microréseau photovoltaïque d'une puissance de 1 MW réalisée en 2022. La production de ce réseau est estimée à partir de la formule qui suit :

$$Production_{\text{électricité}} = P \times Rendement_{\text{IdM}}$$

P : Puissance (W)

Rendement_{IdM} : Rendement solaire de la région des IdM (estimé à 1201 kWh/kW selon Global Solar Atlas, 2020).

Finalement, le troisième scénario considère que des mesures d'efficacité énergétique seront mises en place dans 100 bâtiments résidentiels par année à partir de 2021. Pour ce faire, la quantité d'énergie associée au chauffage des bâtiments résidentiels est déterminée à partir des données de TEQ, soit 64 %. Il est considéré que le mazout et le propane sont utilisés à 100 % pour le chauffage. L'électricité consacrée au chauffage des bâtiments résidentiels est calculée comme suit :

$$\dot{E}_{\text{Chauf}} = \dot{E}_R \times T_{\text{Chauf}} - \text{Mazout}_R - \text{Propane}_R$$

\dot{E}_{Chauf} : Électricité dédiée au chauffage

\dot{E}_R : Consommation énergétique des bâtiments résidentiels

T_{Chauf} : Proportion de l'énergie dédiée au chauffage

Mazout_R : Consommation de mazout du secteur résidentiel (GJ)

Propane_R : Consommation de propane du secteur résidentiel (GJ)

Ces données sont ensuite utilisées pour déterminer la proportion des bâtiments chauffés à l'électricité, au mazout et au propane. Les économies d'énergie sont calculées avec la formule suivante.

$$Réduction_{\dot{E}} = Nb \text{ résidences} \times \%_{\dot{E}} \times C_{\dot{E}} \times \% \text{ réduction}$$

\dot{E} : Type d'énergie (électricité, mazout ou propane)

$\%_{\dot{E}}$: Proportion des résidences chauffées par ce type d'énergie

$C_{\dot{E}}$: Consommation moyenne d'énergie d'une maison unifamiliale

$\% \text{ réduction}$: Réduction de la consommation attendue (25 %)

La consommation moyenne d'une maison unifamiliale est estimée à 22 000 kWh, soit 79,2 GJ (Hydro-Québec, 2020). Comme les systèmes de chauffage ont différents rendements, la consommation moyenne varie en fonction du type de chauffage utilisé; ils sont présentés au Tableau 39.

Tableau 39. Consommation énergétique moyenne d'un bâtiment résidentiel unifamilial

Type d'énergie	Rendement (Ressources naturelles Canada, 2012)	Consommation énergétique totale (GJ)
Électricité	100 %	79,2
Mazout	86 %	93,2
Propane	82 %	96,6

INVENTAIRE DE GES LIÉ À LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

La seconde partie du bilan énergétique consiste à quantifier les émissions de GES liées à la consommation énergétique dans les différents secteurs d'activités.

4.1.12 Bouquet énergétique

Les émissions de GES liées à la production de l'électricité sont basées sur le bouquet énergétique du territoire des ÎdM, soit la répartition de l'énergie produite par les différentes sources. Ce bouquet varie avec le temps, à mesure que de nouvelles sources d'électricité pénètrent le territoire. Les bouquets énergétiques des scénarios 1 et 3 sont présentés au Tableau 40 et celui du scénario 2, au Tableau 41. Les émissions de chacune de ces sources sont présentées dans les sections qui suivent.

La formule suivante est utilisée pour calculer les émissions liées à la production d'électricité. De cette façon, les émissions considèrent les pertes de transformation et de distribution des centrales thermiques puisque le calcul est basé sur l'électricité distribuée.

$$\text{Émissions}_{\text{électricité}} = \frac{\text{Émissions par GWh}_i \times \text{Production}_i}{\text{Vente électricité totale}}$$

I : Source d'électricité (Centrales, éoliennes, photovoltaïques, etc.)

Centrales thermiques

La centrale thermique de Cap-aux-Meules doit déclarer ses émissions via l'inventaire québécois des émissions atmosphériques (IQEA) (MELCC, 2018). Les facteurs d'émissions des centrales thermiques sont calculés avec les formules suivantes :

$$\text{Émissions}_{\text{CAM}} = \frac{\text{Émissions}_{2017}}{\text{Production électricité}_{2017}} \times \text{Consommation}_{\text{électricité}}$$

$$\text{Émissions}_{\hat{I}E} = \text{Consommation}_{\text{électricité}} \div \text{Rendement}_{\hat{I}E} \times \begin{pmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} PRP_{CO_2} \\ PRP_{CH_4} \\ PRP_{N_2O} \end{pmatrix}$$

CAM : Centrale de Cap-aux-Meules

$\hat{I}E$: Centrale de l'Île d'Entrée

Rendement : Rendement des centrales (kWh par litre de carburant)

PRP : Potentiel de réchauffement climatique

La production d'électricité provient du plan d'approvisionnement pour les ÎdM (Hydro-Québec, 2019). Ce facteur d'émissions est utilisé pour calculer les émissions liées à la consommation énergétique de chacun des secteurs d'activités. Le facteur d'émissions de la centrale de Cap-aux-Meules est de 0,663 kg éq. CO₂/kWh produit (Hydro-Québec, 2019 et MELCC, 2018). Le facteur d'émission de la centrale de l'Île d'Entrée est de 0,856 kg éq. CO₂/kWh produit.

Tableau 40. Bouquet énergétique des scénarios 1 et 3

Source d'électricité	Production d'électricité									
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Centrale thermique de Cap-aux-Meules	99,5 %	99,5 %	99,5 %	93,0 %	87,9 %	87,9 %	87,9 %	87,9 %	87,9 %	6,1 %
Centrale thermique de l'Île d'Entrée	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %
Parc éolien	-	-	-	7 %	12 %	12 %	12 %	12 %	12 %	13 %
Raccordement au réseau d'hydroélectricité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81 %

Tableau 41. Bouquet énergétique du scénario 2

Source d'électricité	Production d'électricité									
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Centrale thermique de Cap-aux-Meules	99,5 %	99,5 %	99,5 %	93,0 %	87,9 %	87,9 %	87,9 %	87,9 %	87,9 %	6,1 %
Centrale thermique de l'Île d'Entrée	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %
Parc éolien	-	-	-	7 %	12 %	12 %	12 %	12 %	12 %	13 %
Raccordement au réseau d'hydroélectricité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81 %
Microréseau photovoltaïque	-	-	-	-	-	0,001 %	0,001 %	0,001 %	0,001 %	0,001 %

Sources renouvelables

Les émissions générées par la production d'électricité à partir de sources renouvelables, telles que l'énergie photovoltaïque, éolienne ou hydroélectricité, sont considérées comme nulles puisque les émissions sont générées à l'extérieur du cadre de la présente étude, soit à l'extérieur des limites du territoire des ÎdM.

4.1.13 Transport

Les émissions générées par le transport sont calculées à partir de la formule qui suit. Les facteurs d'émission du RIN d'Environnement et Changement climatique Canada pour la combustion mobile sont utilisés. Ils sont présentés à l'Annexe 5.

$$\text{Émissions } (t) = \sum_{i,j} \text{Consommation}_j \times \begin{pmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \end{pmatrix}_{i,j} \times \begin{pmatrix} PRP_{CO_2} \\ PRP_{CH_4} \\ PRP_{N_2O} \end{pmatrix}$$

i : secteur

j : Type de carburants

4.1.14 Équipement fixe

Les émissions liées à l'utilisation d'équipement fixe sont évaluées avec la formule suivante. Les facteurs d'émissions liés à la combustion fixe d'Environnement et Changement climatique Canada sont utilisés.

$$\text{Émissions } (t) = \sum_{i,j} \text{Consommation}_j \times \begin{pmatrix} FE_{CO_2} \\ FE_{CH_4} \\ FE_{N_2O} \end{pmatrix}_{i,j} \times \begin{pmatrix} PRP_{CO_2} \\ PRP_{CH_4} \\ PRP_{N_2O} \end{pmatrix}$$

I : secteur

J : Type de carburants

5. RÉSULTATS DU BILAN ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL

BILAN ÉNERGÉTIQUE DU TERRITOIRE EN 2017

En 2017, les Madelinots ont consommé $3,36 \times 10^6$ GJ d'énergie primaire, ce qui représente une consommation de 235 GJ par habitant équivalent (Figure 21). La quasi-totalité de cette énergie (99,99 %) provient des ressources importées. Plus de la moitié (52 %) de cette énergie est consacrée à la production d'électricité à partir des deux centrales thermiques sur le territoire (Figure 22). La centrale de Cap-aux-Meules a un rendement de 40 % et celle de l'Île d'Entrée, de 30 %. En effet, avec les pertes liées à la transformation et à la distribution, les pertes d'électricité s'élèvent à $1,05 \times 10^6$ GJ (Figure 23). Les résultats détaillés sont présentés à l'Annexe 6.

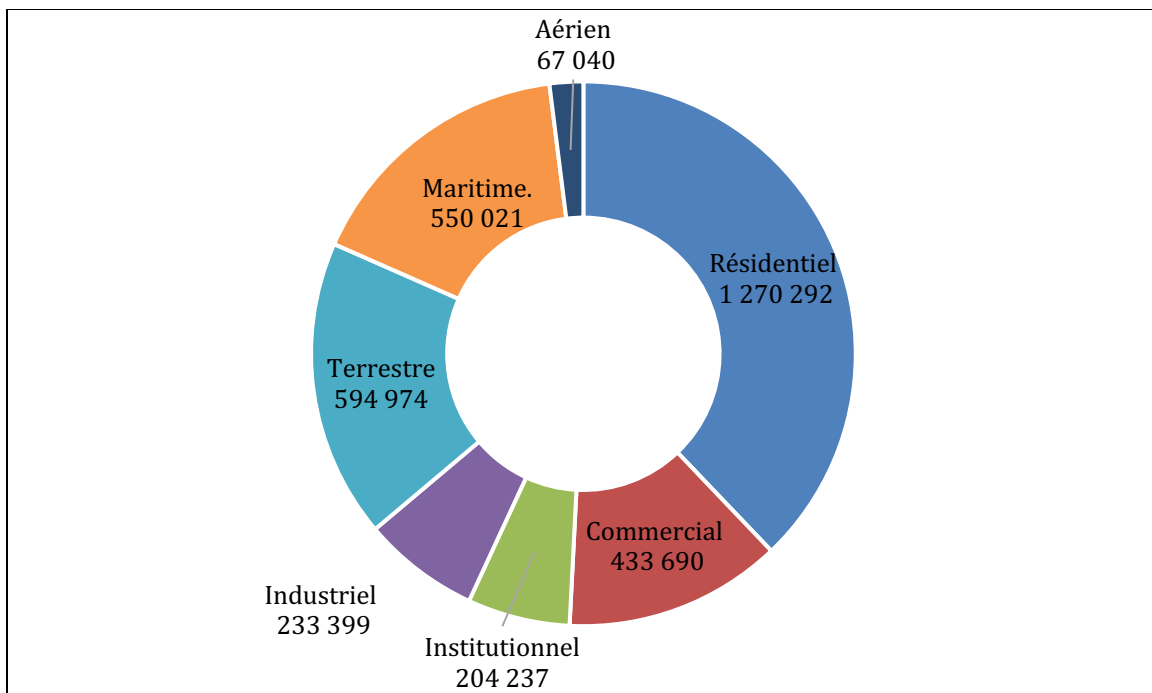


Figure 21. Répartition de la consommation d'énergie primaire (GJ) par type d'énergie aux Îles-de-la-Madeleine (2017)

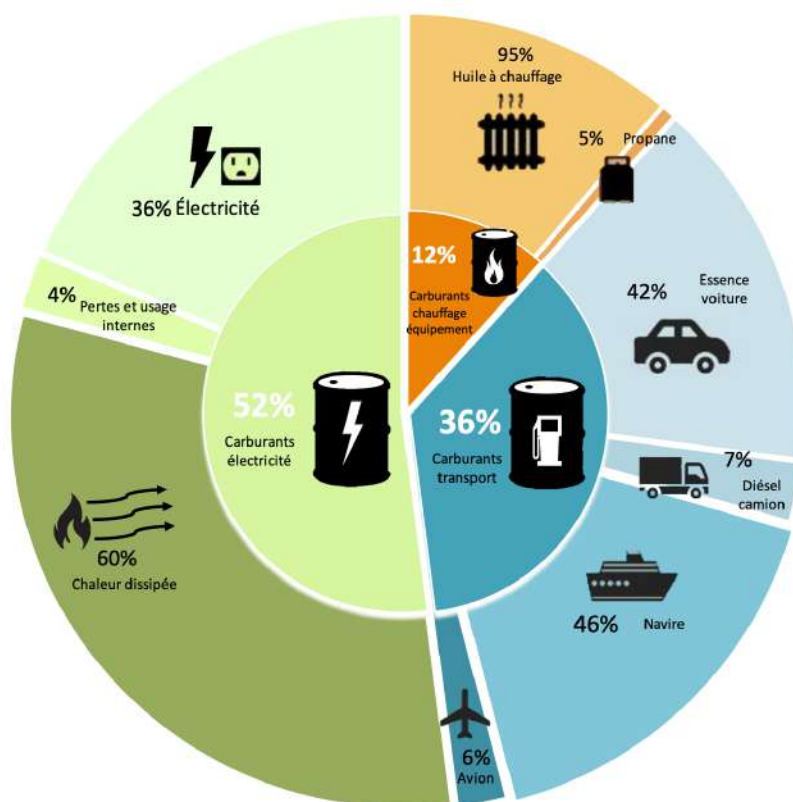


Figure 22. Répartition de l'énergie primaire par utilisation (2017)

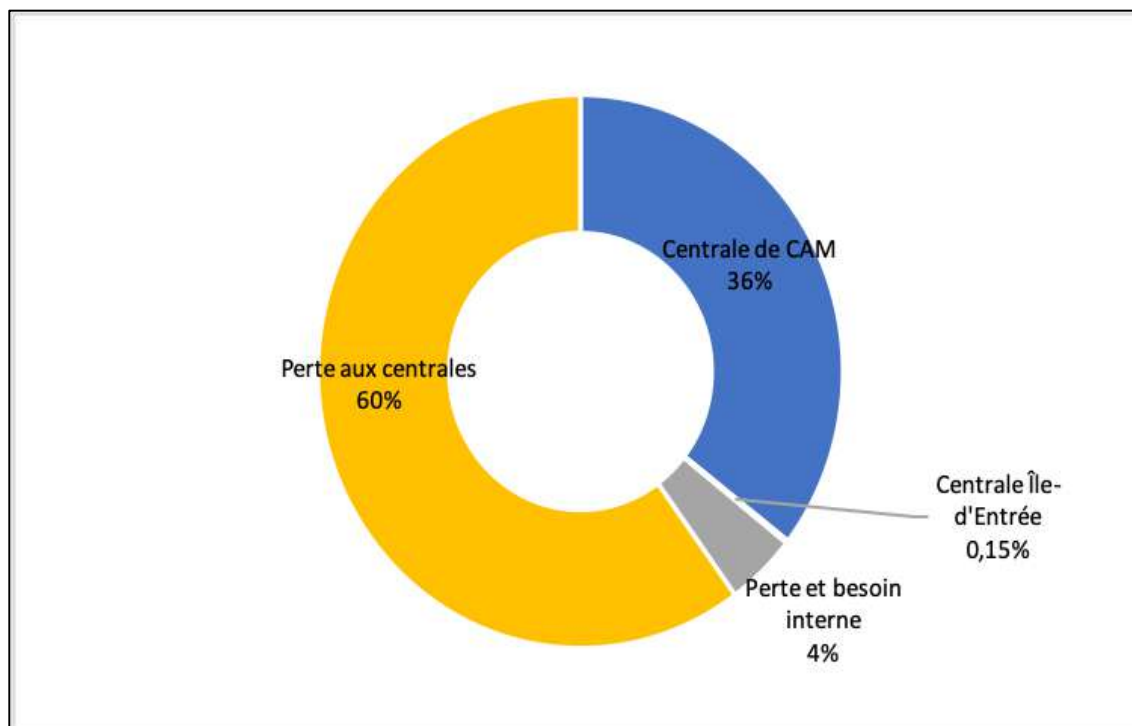


Figure 23. Répartition de l'énergie utilisée par les centrales thermiques (2017)

Le secteur résidentiel est le principal consommateur d'énergie finale (28 %), suivi du transport terrestre (27 %), du transport maritime (25 %), du secteur commercial (8 %), du secteur institutionnel (5 %), du secteur industriel (4 %) et du transport aérien (3 %). L'énergie provient quasi exclusivement de l'importation. Une quantité infime provient des ressources locales (photovoltaïque et éolien), soit 50 GJ, ce qui représente 0,007 % de l'énergie finale consommée en 2017. La Figure 24 illustre la répartition de l'énergie primaire et la ventilation en énergie finale.

La consommation d'énergie primaire des secteurs résidentiels et ICI est majoritairement (82 %) liée au mazout nécessaire à la production de l'électricité, et en plus faible proportion (17 %) au chauffage. Tandis que la consommation d'électricité représente 61 % de la consommation d'énergie finale, la consommation d'huile à chauffage représente 37 % et le 2 % restant est associé au propane.

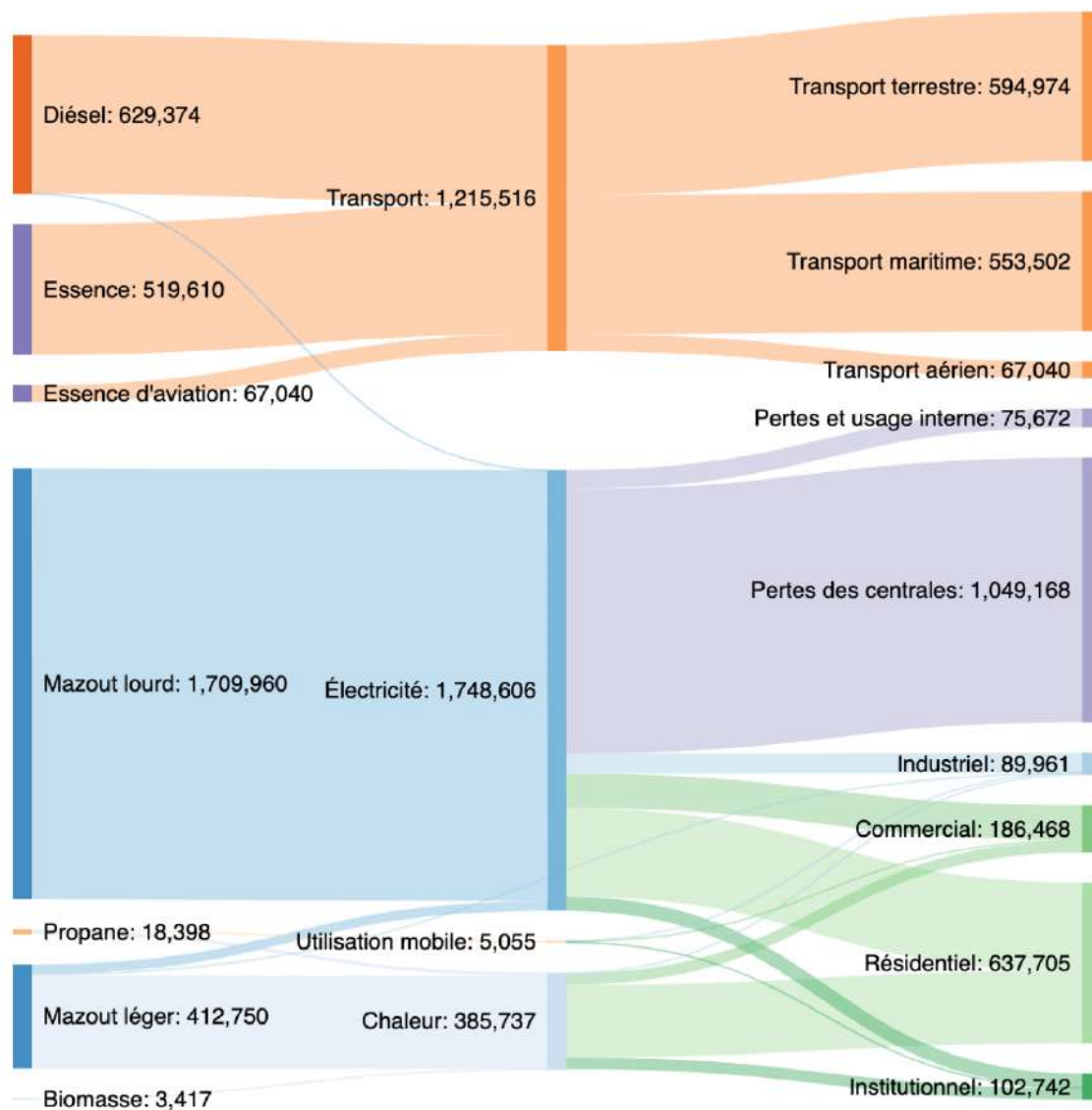


Figure 24. Flux énergétique en gigajoule (GJ) des Îles-de-la-Madeleine en 2017

Dans les secteurs résidentiel et institutionnel, l'énergie primaire dédiée à la production d'électricité et le mazout léger destiné au chauffage représentent respectivement 77 % et 22 %; le restant est attribuable à la consommation de propane. La consommation d'électricité représente 55 % de l'énergie finale de ces secteurs et le mazout représente 44 %.

Pour le secteur commercial, le mazout destiné à la production de l'électricité représente 89 % de l'énergie primaire consommée, tandis que le mazout léger pour le chauffage représente 10 % et le propane, 2 %. La consommation d'électricité représente 73 % de l'énergie finale consommée, tandis que le mazout léger représente 22 % et le propane, 4 %.

Pour le secteur industriel, la production d'électricité est responsable de 96 % de l'énergie primaire consommée, alors que le mazout léger ne représente que 4 %. Cette répartition est due à la consommation élevée d'électricité de l'une des industries. L'énergie finale est ventilée comme suit : 89 % proviennent de la consommation d'électricité et 11 %, du mazout léger, dont plus de la moitié est utilisée pour les procédés (61 %). Rappelons que le diésel utilisé pour les machineries lourdes est considéré dans le transport terrestre et non dans ce secteur.

En 2017, le transport terrestre consomme 594 974 GJ de carburants, dont 86 % proviennent de l'essence et 14 %, du diésel. Comme illustré à la Figure 25, les camions légers représentent la majorité du parc automobile madelinien. C'est pourquoi la consommation énergétique des camions légers surpasse celle des voitures. Les camions lourds, malgré leur faible représentativité (2 %), consomment 12 % du carburant dédié au transport terrestre puisqu'ils parcourent plus de kilométrage et ont une consommation plus élevée que les véhicules de promenade. La catégorie « autres » regroupe les véhicules tout-terrain, les véhicules récréatifs, les motoneiges et les machineries.

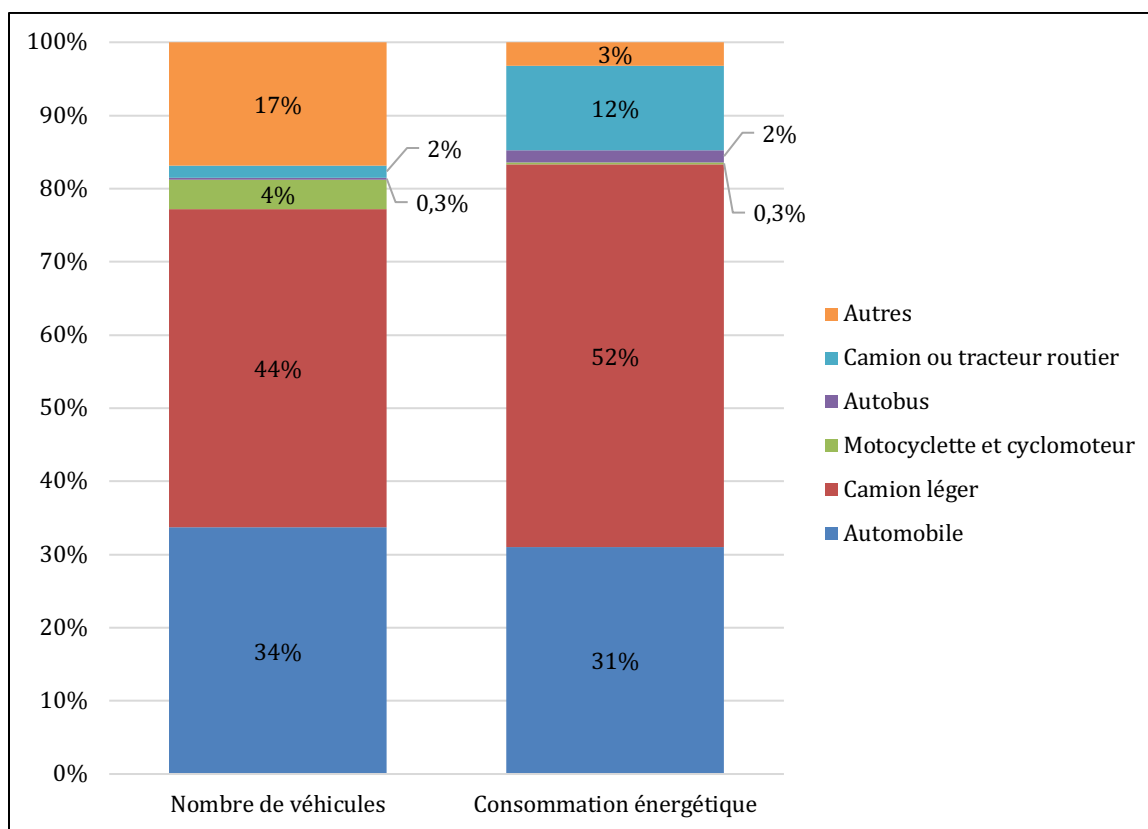


Figure 25. Répartition des véhicules immatriculés et consommation énergétique aux Îles-de-la-Madeleine par type (2017)

Le transport maritime consomme 553 502 GJ d'énergie, dont 99 % sont sous forme de diésel et 1 % sous forme d'essence. Rappelons que cette catégorie n'inclut que le carburant acheté aux ÎdM. À titre indicatif, une des entreprises effectuant le transport des marchandises et des personnes se ravitaille en partie à l'extérieur du territoire, cette

consommation représente 10 % de la consommation totale de ce sous-secteur. Plus de la moitié de l'énergie est dédiée aux transports de personnes et de marchandises (59 %) et le tiers est utilisé par les activités de pêches (Figure 26).

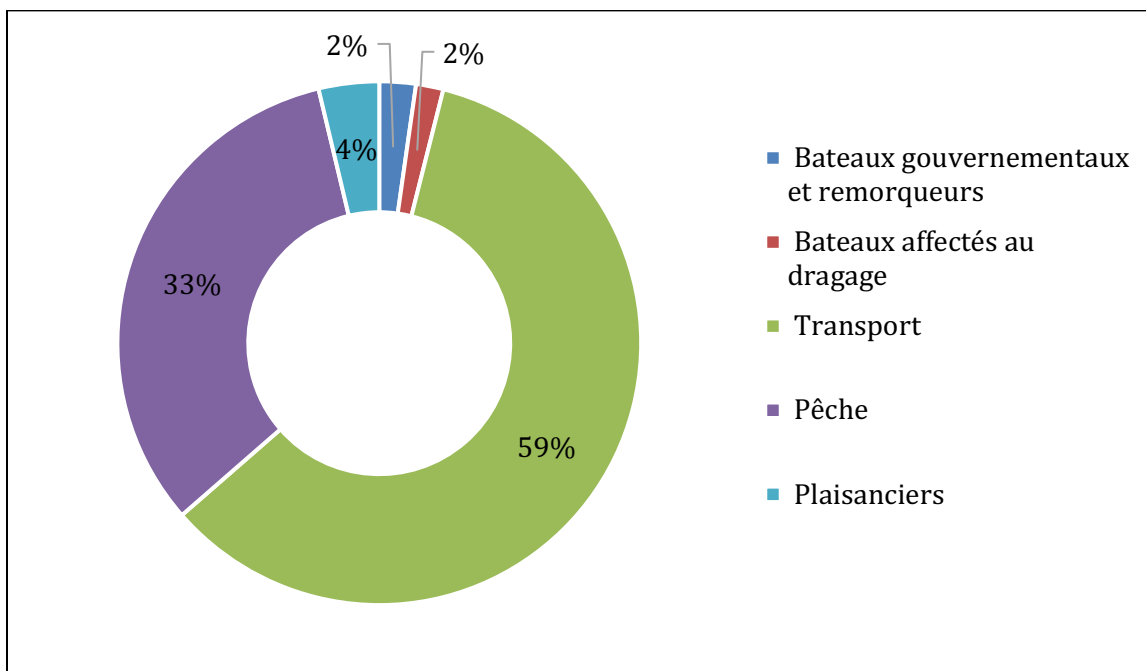


Figure 26. Répartition de la consommation énergétique du transport maritime (2017)

Finalement, le transport aérien consomme 67 040 GJ d'énergie. L'énergie consommée à l'extérieur des ÎdM pour le transport aérien n'est pas connue, mais il est possible d'estimer que la consommation totale représente le double de la consommation considérée dans la présente étude. Celle-ci n'est toutefois pas considérée.

ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ENTRE 2011 ET 2017

La comparaison entre consommation énergétique corrigée de 2017 et celle de 2011 permet de voir l'évolution de la consommation énergétique par secteur d'activité ainsi que par type de carburants (Figures 29 et 30). La consommation de mazout lourd destiné à la production d'électricité demeure similaire entre 2011 et 2017. La hausse de 2 % est liée à l'augmentation de la demande en électricité. **Il est important de noter que les données illustrées excluent les pertes de distribution et usage internes d'électricité des centrales.**

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

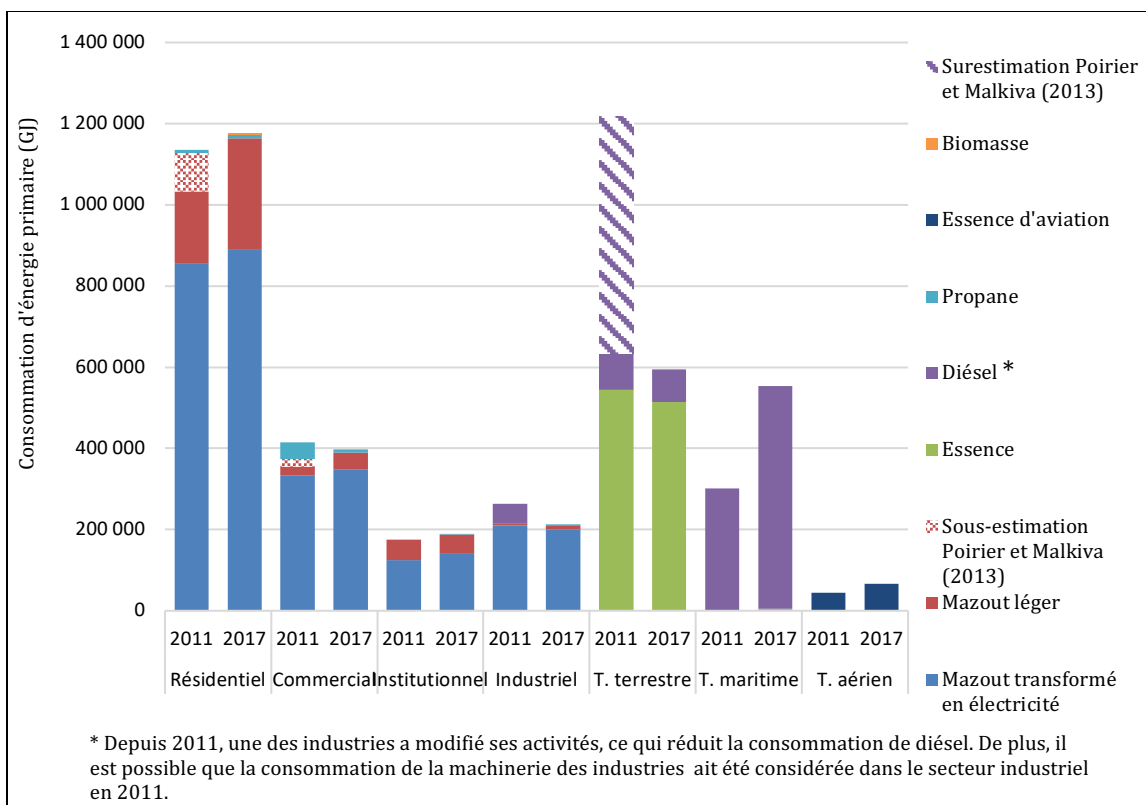


Figure 27. Évolution de la consommation énergétique par secteur d'activité entre 2011 et 2017

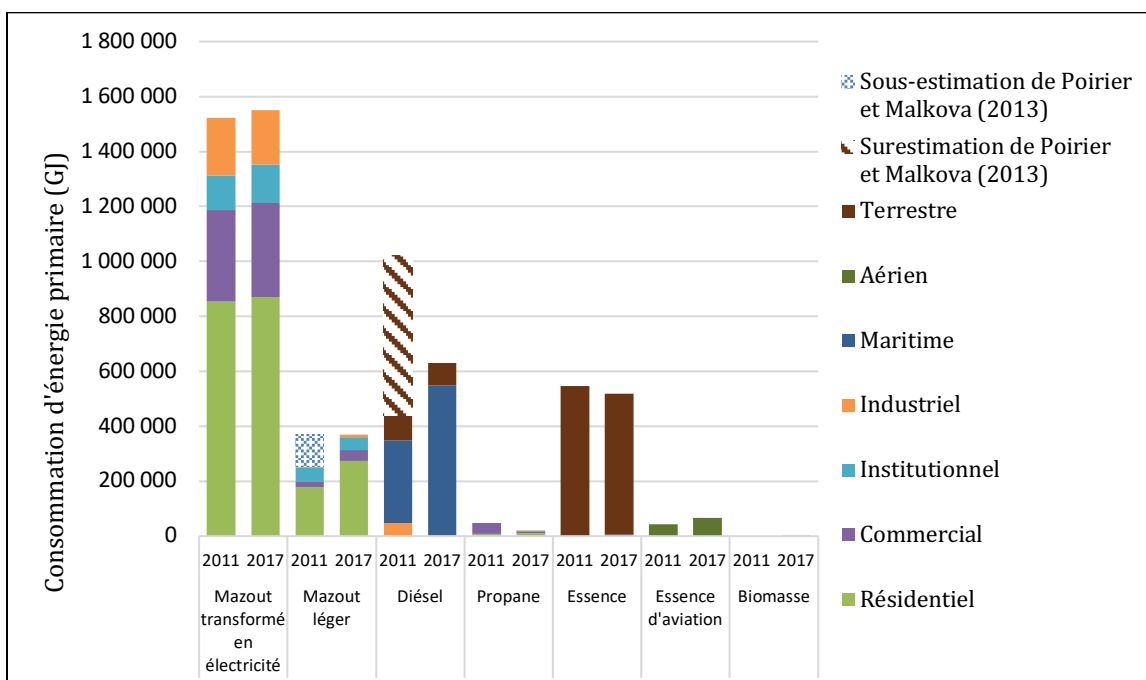


Figure 28. Évolution de la consommation énergétique par type d'énergie entre 2011 et 2017

En comparant les résultats de Poirier et Malkova (2013) avec ceux de la présente étude, il est possible d'observer une hausse de 45 % de la consommation de mazout léger (excluant le mazout léger dédié à la production d'électricité). Toutefois, les entrevues réalisées avec les distributeurs de carburants et avec Hydro-Québec démontrent que les résultats de 2011 sont erronés. En effet, selon leurs données **la consommation d'huile à chauffage est demeurée relativement stable depuis 2011, bien que des modifications apportées au programme d'Hydro-Québec pourraient expliquer une légère augmentation de la consommation commerciale.** Bref, il n'est pas possible de déterminer la quantité exacte de mazout léger utilisé dans chacun des secteurs d'activités en 2011, mais il est possible de conclure que les résultats de Poirier et Malkova (2013) sont sous-estimés. La consommation des secteurs en 2011 a été estimée à partir de la consommation de 2017.

La consommation de biomasse est estimée à 3 417 GJ pour le secteur résidentiel en 2017. Comme ce combustible n'est pas considéré dans Poirier et Malkova (2013), il n'a pas pu être comparé avec l'année de référence.

La diminution de la consommation de diésel dans le secteur industrie peut être expliquée par des changements dans les activités de l'une des industries qui ont entraîné une baisse importante de la consommation de carburants. Par ailleurs, il est possible que Poirier et Malkova (2013) aient inclus la consommation des machineries dans le secteur industriel. Il importe de rappeler que dans la présente étude cette utilisation est incluse dans le transport terrestre et non dans le secteur industriel. Le diésel utilisé pour le transport maritime a augmenté de manière substantielle (+82 %) entre 2011 et 2017. Les résultats de 2011 proviennent d'estimation d'ESSO et sont donc fiables. Cette différence est majoritairement due à l'augmentation de la consommation du secteur de la pêche et à la conversion des deux navires de CTMA au diésel qui utilisaient du mazout lourd en 2011 et s'approvisionnaient à l'extérieur des ÎdM. Ce carburant n'était donc pas considéré dans le bilan énergétique de 2011.

En ce qui a trait au diésel consommé par le transport routier, la comparaison avec l'année de référence montre une réduction de 88 %. Les résultats de Poirier et Malkova (2013) ont été contrevalidés auprès des distributeurs de carburants afin d'évaluer s'il y a eu une réduction réelle entre 2011 et 2017. Selon les entrevues menées auprès des représentants de Harnois Énergie et Irving Oil, **une diminution de l'ordre de 10 % a été observée entre l'année de référence et l'année 2017. Il est possible de conclure que les résultats de Poirier et Malkova (2013) pour l'année 2011 sont largement surestimés.** La consommation de diésel pour le transport routier fluctue en fonction du nombre et de l'importance des chantiers de construction réalisés sur le territoire. Il est à noter que deux chantiers importants étaient réalisés en 2011, soit la construction du Pavillon Eudore-Labrie et celle du pont de Havre-aux-Maisons. En 2017, le seul chantier important fut la construction du cégep. Ces travaux peuvent expliquer une partie de cette diminution.

L'essence consommée pour le transport routier a diminué de 5 % depuis 2011. La Figure 29 présente la consommation énergétique du transport terrestre selon trois méthodes d'estimations différentes telles que décrites dans la section 4. **Méthodologie.** La première méthode est celle recommandée par Climat municipalités, la seconde, est la méthode utilisée par Poirier et Malkova (2013) pour estimer la consommation du parc automobile

des ÎdM et la troisième se base sur les données de ventes de carburants. **Les deux premières méthodes sont des estimations et surévaluent la consommation de carburants de ce secteur, principalement au niveau de la consommation de diesel.** La méthode de Climat municipalités suréstime la quantité de diesel consommé de 679 % et la méthode de Poirier et Malkova (2013), de 201 %. Ainsi, bien que la troisième méthode soit considérée par l'équipe de réalisation comme étant la plus juste, elle ne permet pas de comparer les résultats obtenus avec l'année de référence. C'est pourquoi les deux premières méthodes ont été utilisées afin de comparer les résultats avec les données de 2011. Selon la première méthode, la consommation énergétique du transport routier aurait diminué de 13 % entre 2011 et 2017. Rappelons que cette méthode consiste à rapporter les émissions nationales du transport routier du RIN à l'échelle du territoire en fonction du nombre de véhicules qui y sont immatriculés. Malgré que cette méthode ne soit pas adaptée à la région des ÎdM puisque les distances annuelles sont surévaluées, elle est appuyée sur des données fiables et crédibles. Selon la seconde méthode, la consommation énergétique de ce secteur aurait diminué de 20 %. Cette méthode est basée sur le nombre de véhicules, sur une distance annuelle estimée et sur la consommation moyenne des types de véhicules selon Ressources naturelles Canada.

Comme illustré à la Figure 30, la répartition des véhicules par type a changé depuis 2011. En effet, le nombre de camions légers a augmenté (+23 %) tandis que le nombre d'automobiles a diminué (-13 %). Globalement, le nombre de véhicules a augmenté de 6,8 %, majoritairement en raison de l'augmentation des camions légers et des véhicules tout-terrain. Malgré l'augmentation du nombre de véhicules, une réduction des émissions de GES est observée. Ces résultats peuvent être expliqués par deux facteurs : l'augmentation de l'efficacité énergétique des véhicules ainsi que la réduction des distances parcourues. En effet, selon les bases de données de Ressources naturelles Canada, les distances moyennes parcourues annuellement par les voitures et les camions légers ont diminué respectivement de 21 % et de 17 % entre 2011 et 2017. L'efficacité énergétique des camions légers transportant des personnes a également augmenté de 8 % entre ces mêmes années (Ressources naturelles Canada, s.d.).

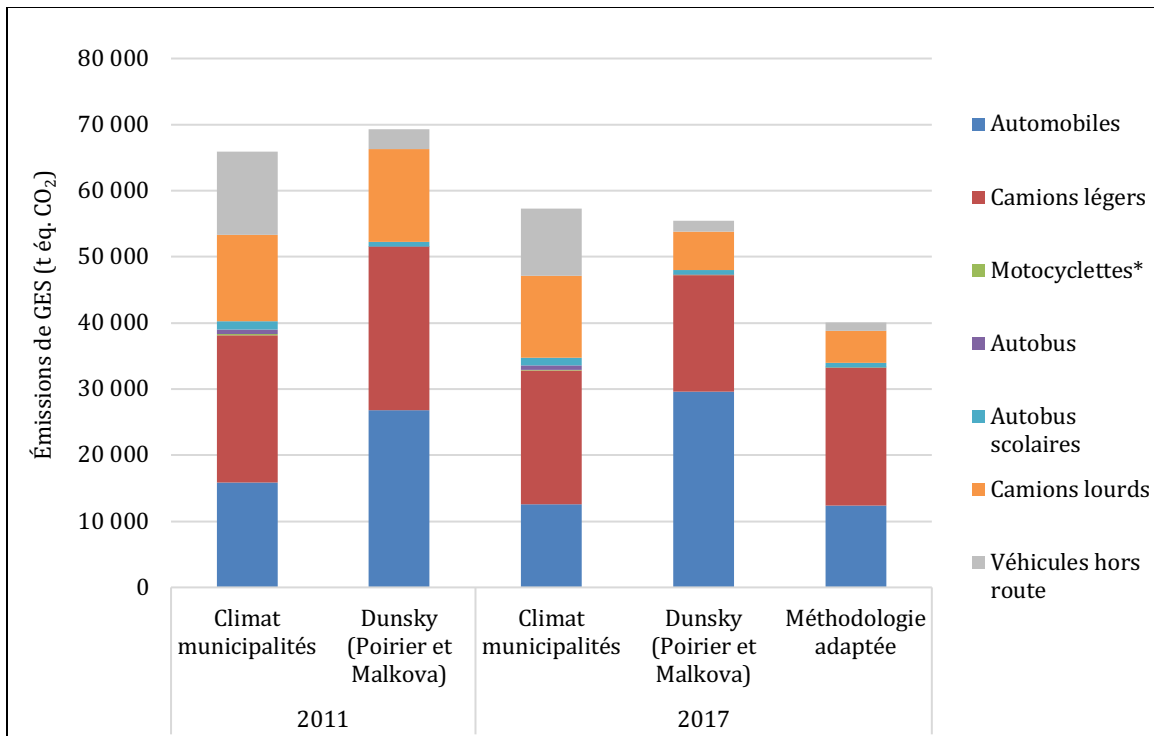


Figure 29. Consommation énergétique par type de véhicules selon différentes méthodes d'estimation

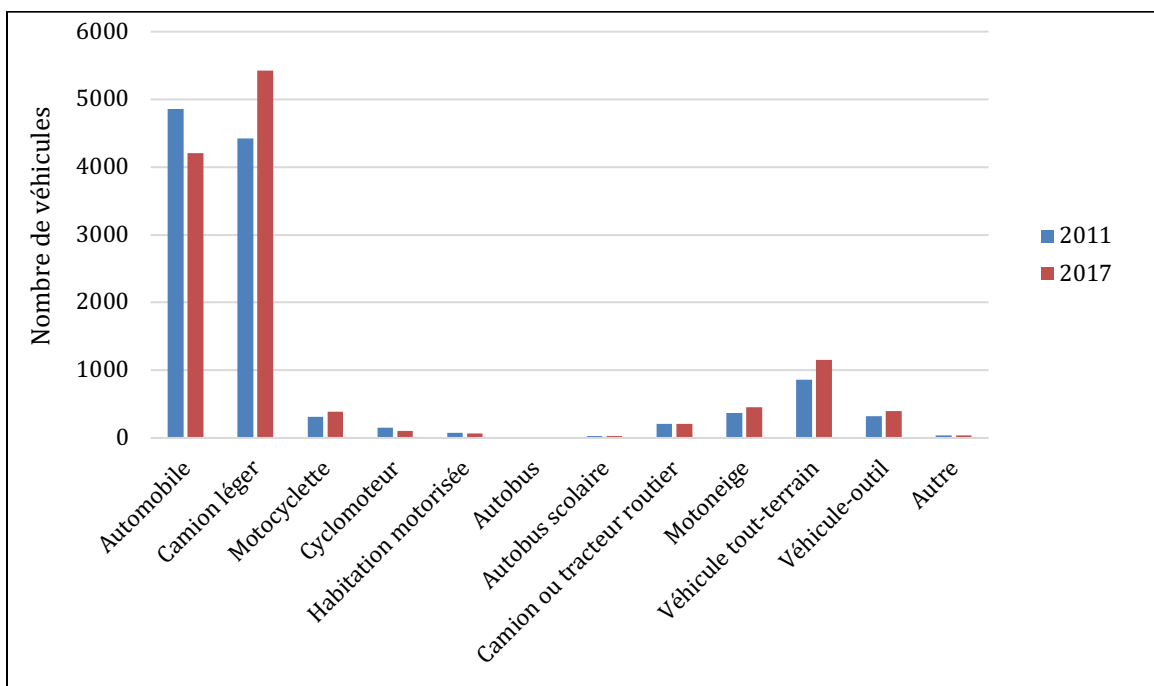


Figure 30. Évolution du nombre de véhicules par type aux Îles-de-la-Madeleine entre 2011 et 2017

La consommation de l'essence d'aviation a augmenté considérablement (+51 %) depuis l'année de référence, ce qui peut être expliqué par l'augmentation de l'affluence touristique (hausse du tourisme de 56 %) et par l'octroi de subventions via le Programme de réduction des tarifs aériens visant à rendre plus accessibles les déplacements pour les communautés isolées.

La consommation de propane entre 2011 et 2017 semble avoir diminué de 62 %. Il n'est pas possible d'obtenir les données des ventes de 2011 utilisées dans Poirier et Malkova (2013) auprès du distributeur de propane. Ainsi, **les résultats de 2011 ne peuvent être confirmés ou infirmés**. Toutefois, selon l'ancien propriétaire de Conrad Miousse et Fils, la consommation de propane aurait augmenté avec l'octroi de subventions d'Hydro-Québec et non diminué. **Il est donc probable que les résultats de Poirier et Malkova soient surestimés**, mais il est impossible d'évaluer un taux de croissance ou de décroissance précis.

Comme illustrée à la Figure 31, la consommation totale d'énergie primaire a augmenté de 6,3 % entre 2011 et 2017. Rappelons que la consommation de 2011 est estimée à partir des résultats de Poirier et Malkova (2013) et des contrevalidations effectuées auprès des différentes sources d'informations. La consommation d'énergie primaire par habitant équivalent a, quant à elle, augmenté de 3,6 % (Figure 32). Notons que le nombre d'habitants équivalent a augmenté entre ces deux périodes (+2,6 %).

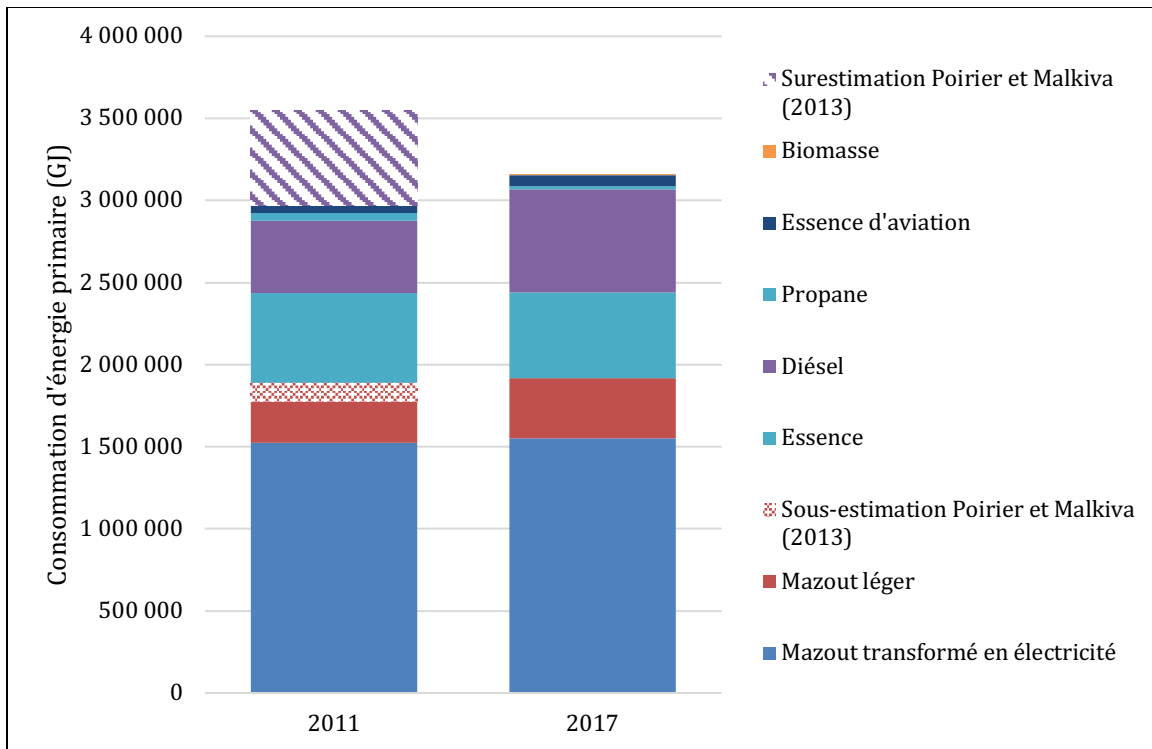


Figure 31. Consommation d'énergie primaire totale entre 2011 et 2017

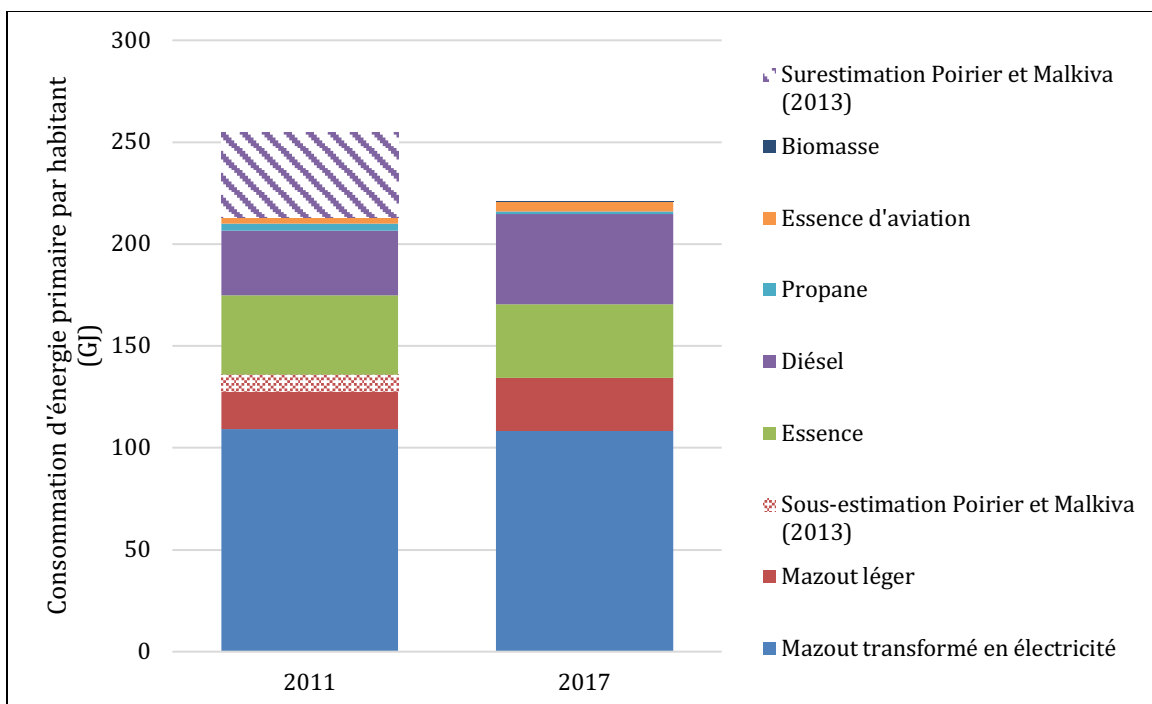


Figure 32. Consommation d'énergie primaire par habitant équivalent entre 2011 et 2017

PROJECTION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ENTRE 2017 ET 2026

Les projections présentées dans cette section s'appuient sur le scénario 1 qui considère la construction d'un parc éolien de 6,4 MW laquelle sera effective à partir de 2020, le raccordement au réseau d'hydroélectricité national en 2025, en plus de prévoir une réduction de la consommation de mazout associée à la conversion des systèmes de chauffage pour des systèmes à l'électricité (Figures 33 et 34). La Figure 35 illustre la répartition de l'énergie par secteur estimée pour 2026.

Suite au raccordement au réseau d'hydroélectricité national, la consommation de mazout destiné à la production d'électricité devrait diminuer de 92 %.

La consommation d'huile à chauffage des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel tendra à diminuer dans les prochaines années puisqu'Hydro-Québec mettra des incitatifs en place afin de favoriser la conversion vers des systèmes électriques. De plus, en 2018, le CISSS des Îles s'est raccordé à un réseau de chaleur alimenté par la centrale thermique de Cap-aux-Meules, ce qui engendre une réduction importante de la consommation de mazout léger (20 655 GJ) de l'établissement pour le chauffage. Toutefois, **à la suite du raccordement au réseau d'hydroélectricité national, la consommation de mazout du CISSS des Îles augmentera si le réseau de chaleur n'est plus utilisé.**

La consommation de biomasse pour le secteur résidentiel est considérée comme stable dans le temps.

Il est difficile d'évaluer la projection de la consommation du secteur maritime dans les années futures puisque plusieurs incertitudes entourent ce secteur notamment : (i) le remplacement par CTMA de l'un de ses navires, ce qui modifiera la consommation de l'entreprise; (ii) le fait que les pêcheurs ont tendance à faire l'acquisition de navires de plus en plus gros, mais cette tendance pourrait changer en fonction de la quantité des prises ou lorsque l'ensemble de la flotte sera changée; (iii) la crise sanitaire liée à la COVID-19 qui modifie le marché (chute du prix des carburants, chute du prix des homards, annulation des croisières, etc.), ce qui aura une influence majeure sur la consommation énergétique des ÎdM. Il est estimé que la consommation du transport maritime devrait augmenter de 10 % entre 2017 et 2026.

Comme la consommation de diésel par le transport terrestre varie avec le nombre de chantiers réalisés, il est difficile de faire des projections fiables. D'ailleurs, la consommation de ce secteur augmente en 2018 et peut être expliquée par la construction des Résidences Plaisances et du Centre multisport Desjardins. La consommation est considérée comme stable à partir de 2018, mais tendra à fluctuer en fonction des chantiers en place.

La consommation de l'essence d'aviation devrait demeurer stable dans le temps, si la tendance observée entre 2017 et 2018 se maintient.

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

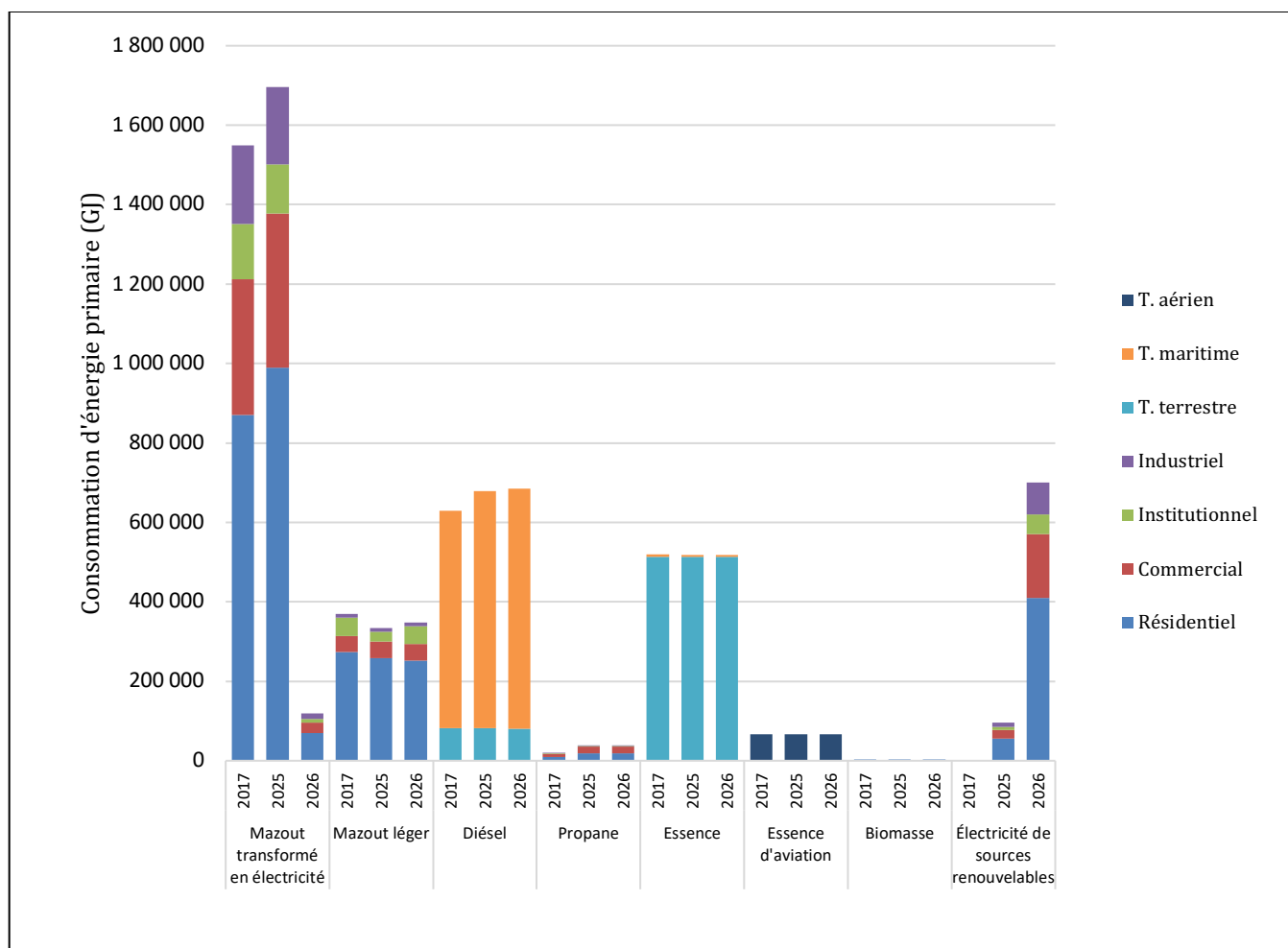


Figure 33. Projection de la consommation d'énergie primaire par type d'énergie aux Îles-de-la-Madeleine (2017)

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

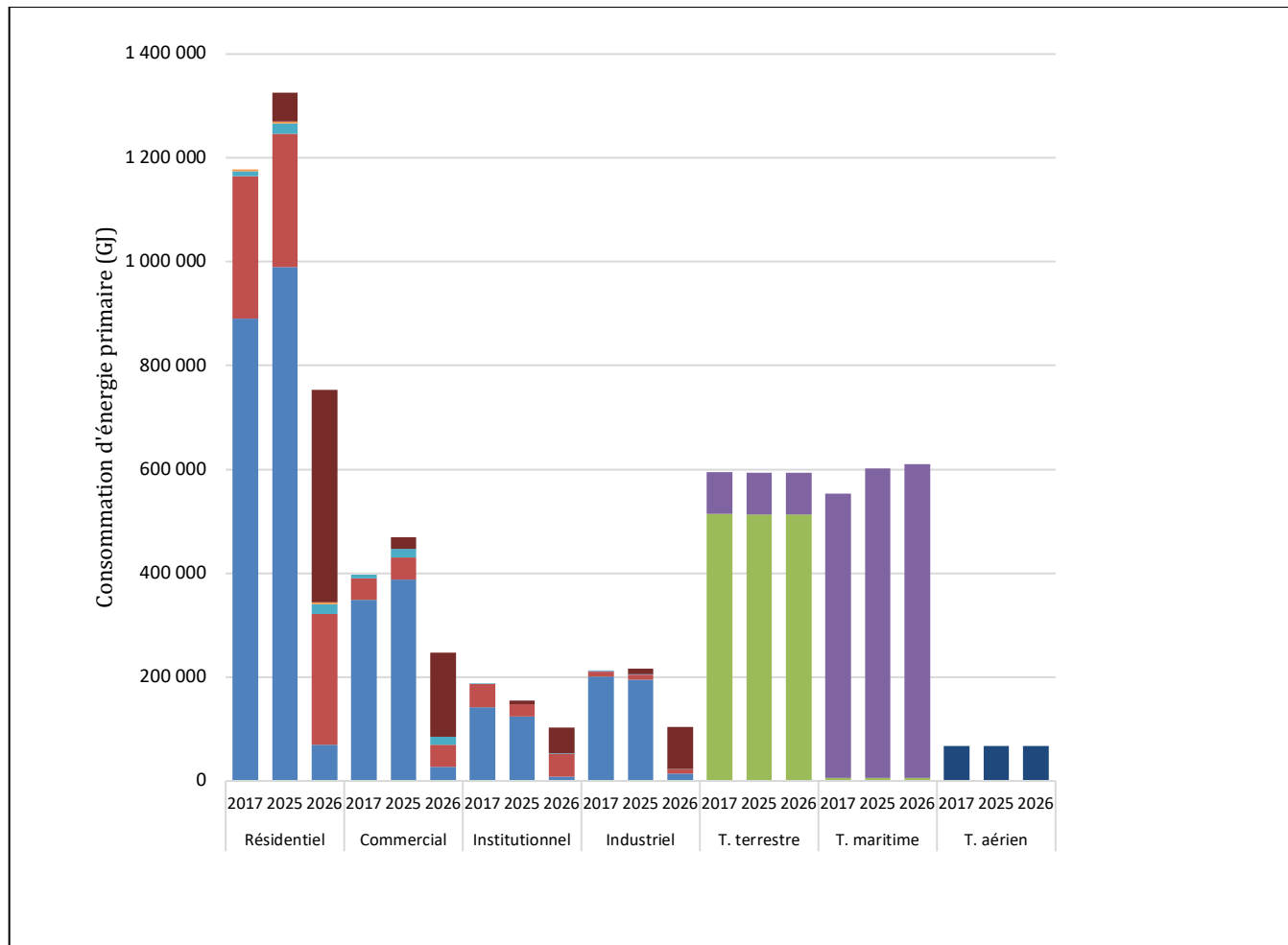


Figure 34. Projection de la consommation d'énergie primaire par secteur d'activité aux Îles-de-la-Madeleine (2017)

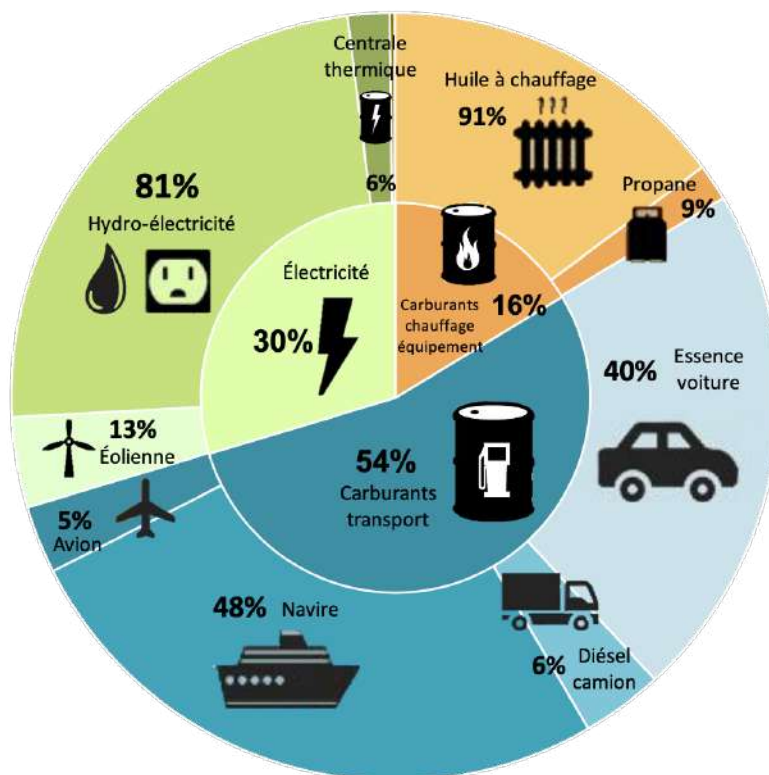


Figure 35. Répartition de la consommation d'énergie primaire par secteur et par type d'énergie projetée pour 2026

Le propane consommé a augmenté dans les secteurs résidentiel et commercial entre 2017 et 2018 en raison des subventions d'Hydro-Québec incitant la mise en place de systèmes de chauffage au propane. Cette consommation devrait rester stable entre 2018 et 2026 avec le moratoire sur l'ajout de nouveaux clients au programme.

PROJECTION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DE 2017 À 2026 SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS

Trois scénarios sont considérés pour projeter l'évolution des émissions de GES. Le scénario 1 considère les éléments qui sont déjà prévus, soit l'implantation d'un parc éolien de 6,4 MW, les incitatifs d'Hydro-Québec pour la conversion des systèmes de chauffage au mazout à l'électricité et le raccordement au réseau national d'hydroélectricité. En plus de ces éléments, le scénario 2 considère la mise en place d'un microréseau d'énergie photovoltaïque de 1 MW. Le scénario 3 considère que 100 habitations résidentielles par année mettront en place des mesures d'efficacité énergétique permettant de réduire leur consommation d'énergie de 25 % à partir de 2021. La Figure 36 illustre l'évolution de la consommation de chacun des secteurs d'activité selon le scénario 1.

La consommation d'énergie finale du secteur résidentiel tend à augmenter; une hausse de 6 % est prévue entre 2017 et 2026. Elle est expliquée par l'augmentation de la demande en électricité prévue par Hydro-Québec. La hausse de 2018 est associée à une augmentation de la consommation d'électricité. Ces données proviennent de l'historique d'Hydro-Québec et non des prévisions. Une hausse de la consommation d'énergie finale de 17 % est attendue entre 2017 et 2026 pour le secteur commercial en raison de l'augmentation de la demande énergétique prévue par Hydro-Québec. La consommation des industries devrait demeurer stable; aucune croissance n'est prévue. Si la tendance observée dans le passé se maintient, la consommation du secteur institutionnel devrait diminuer de 9 % entre 2017 et 2026, **malgré la hausse importante (+20 000 GJ) en 2026 due au fait que le réseau de chaleur du CISSS des Îles ne permettra plus de récupérer la chaleur de la centrale thermique, ce qui se traduira par une hausse de la consommation de mazout de ce secteur.**

Quant au transport maritime, une hausse importante a été observée dans les dernières années en raison de la conversion des deux navires de CTMA au diesel, de l'augmentation de la consommation des homardiers associée au remplacement des moteurs par des modèles plus puissants ainsi que de l'augmentation des personnes et des marchandises transportées. Il est difficile d'évaluer avec précision la consommation future puisque plusieurs sources d'incertitudes viennent biaiser les prévisions, notamment le changement d'un des navires de CTMA, la cyclicité de la pêche aux homards, la portion des homardiers qui ont été modifiés et la proportion restante ainsi que l'impact de la crise sanitaire liée à la COVID-19 sur les croisières. Suivant l'hypothèse que les traversiers et les activités de dragage devraient rester stables dans le temps, que 45 % des pêcheurs de homards installeront un moteur plus puissant sur les navires dans les prochaines années et que les plaisanciers resteront stables, une hausse de la consommation du transport maritime de 10 % est prévue entre 2017 et 2026.

Suivant la tendance observée, la consommation du transport routier devrait baisser de 0,2 % entre 2017 et 2026. Finalement, aucune augmentation n'est prévue pour le transport aérien.

Comme illustré à la Figure 37, entre 2023 et 2024, Hydro-Québec prévoit une hausse plus importante de la demande en électricité que dans les autres années. Ensuite, à partir de 2025, l'augmentation de la consommation d'électricité du secteur résidentiel devrait être moins élevée que la réduction de la consommation de mazout pour le chauffage résidentiel, ce qui engendre une réduction de la consommation énergétique totale entre 2024 et 2025. Entre 2017 et 2020, la consommation reste la même pour chacun des scénarios. L'installation d'un microréseau ne permet pas de réduire la consommation d'énergie. Toutefois, en raison de la baisse de production de la centrale de Cap-aux-Meules, les pertes énergétiques seront conséquemment réduites. Cela se traduit par une diminution de 9,3 % des pertes en 2026 et par une réduction totale de 2 514 GJ entre 2022 et 2026.

La mise en place de mesures d'efficacité énergétique permettrait de réduire la consommation du secteur résidentiel de 2,2 % en 2026 et de réduire les pertes liées à la production d'électricité (-0,5 % en 2025), pour une réduction totale de 51 357 GJ entre 2021 et 2026.

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

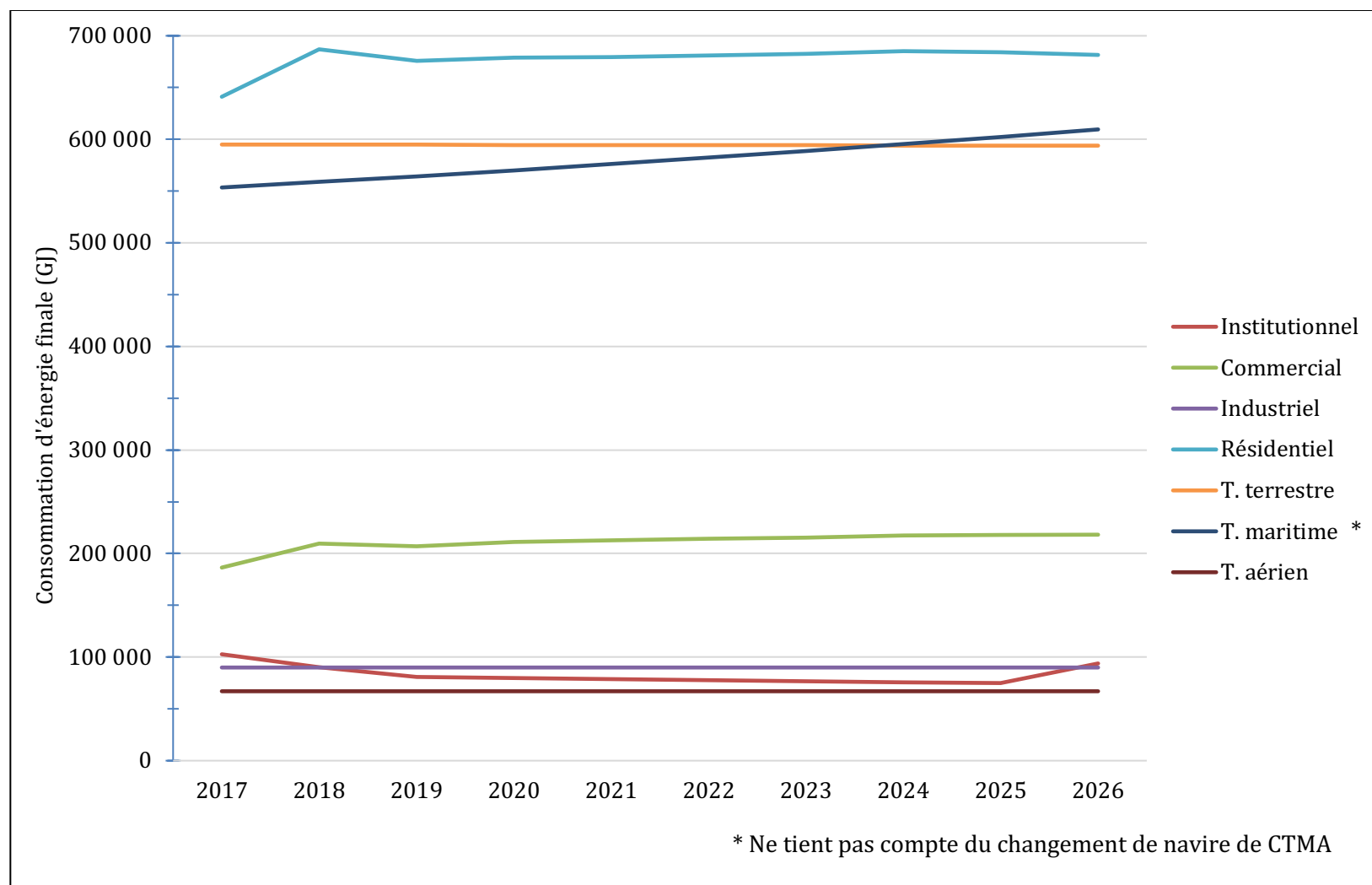


Figure 36. Projection de la consommation d'énergie finale par secteur d'activité entre 2017 et 2026

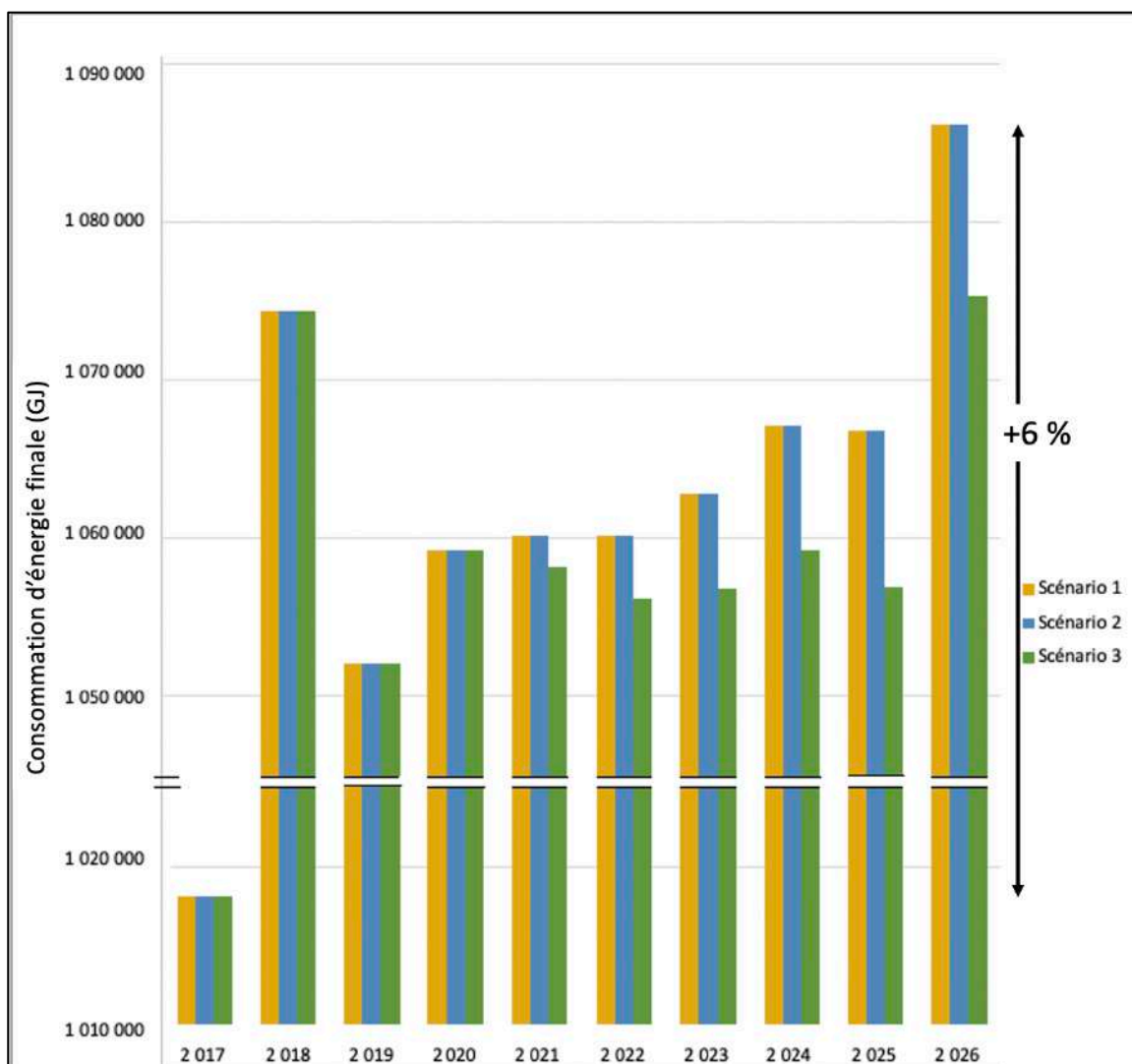


Figure 37. Projection de la consommation d'énergie finale des secteurs résidentiel, commercial, industriel et institutionnel

COMPARAISON AVEC LE RESTE DU QUÉBEC

La comparaison de la consommation énergétique des secteurs d'activité des ÎdM avec les moyennes québécoises permet de mettre en évidence les principales différences énergétiques entre le Québec et les ÎdM. Il faut toutefois prendre en considération que la température diffère entre la province et l'archipel. À titre d'exemple, le Tableau 42 présente les degrés-jours de chauffage et de climatisation pour trois régions ainsi que la somme des vents durant les jours de chauffage, c'est-à-dire les jours où la température moyenne est inférieure à 18 °C. À noter que plus les degrés-jours de chauffage sont élevés et que les degrés-jours de climatisation sont bas, plus le climat de la région est froid. Par ailleurs, le principe des degrés-jours de chauffage ne considère pas le facteur éolien, or ce facteur a un impact significatif aux ÎdM.

Tableau 42. Facteurs climatiques pour les régions des Îles-de-la-Madeleine, Montréal et Québec

Facteurs	ÎdM	Montréal	Québec
Degré-jour de chauffage (°C)	4 440	4 341	4 847
Degré-jour de climatisation (°C)	57	206	98
Sommes de la vitesse des vents durant les jours de chauffage (km/h)	14 934	7 660	8 009

Les Madelinots consomment moins d'énergie finale par habitant équivalent (-22 %) que la moyenne des Québécois en raison de la prédominance du secteur industriel dans la province (Figure 38) (Ressources naturelles Canada, s.d.). La consommation d'énergie primaire est toutefois plus importante chez les Madelinots en raison du faible rendement de la centrale thermique qui occasionne beaucoup plus de pertes (64 %) que dans le reste de la province (7,5 %) (Tirado-Seco et Martineau, 2014).

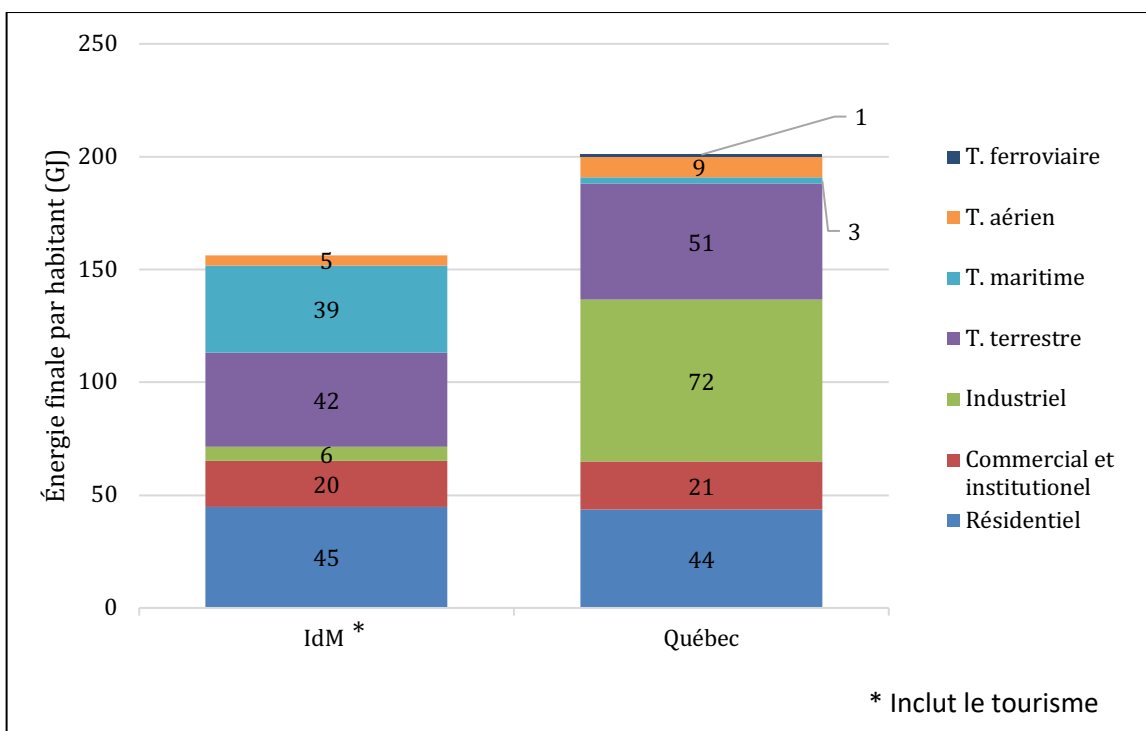


Figure 38. Consommation d'énergie finale par habitant (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.)

5.1.1 Électricité

Contrairement au reste du Québec dont la source principale d'électricité provient de l'hydroélectricité (86 %), les ÎdM sont approvisionnées exclusivement en électricité à partir de ressources fossiles (Figure 39). Cette distinction a un impact notable sur l'ensemble des secteurs consommant de l'électricité (résidentiel et ICI).

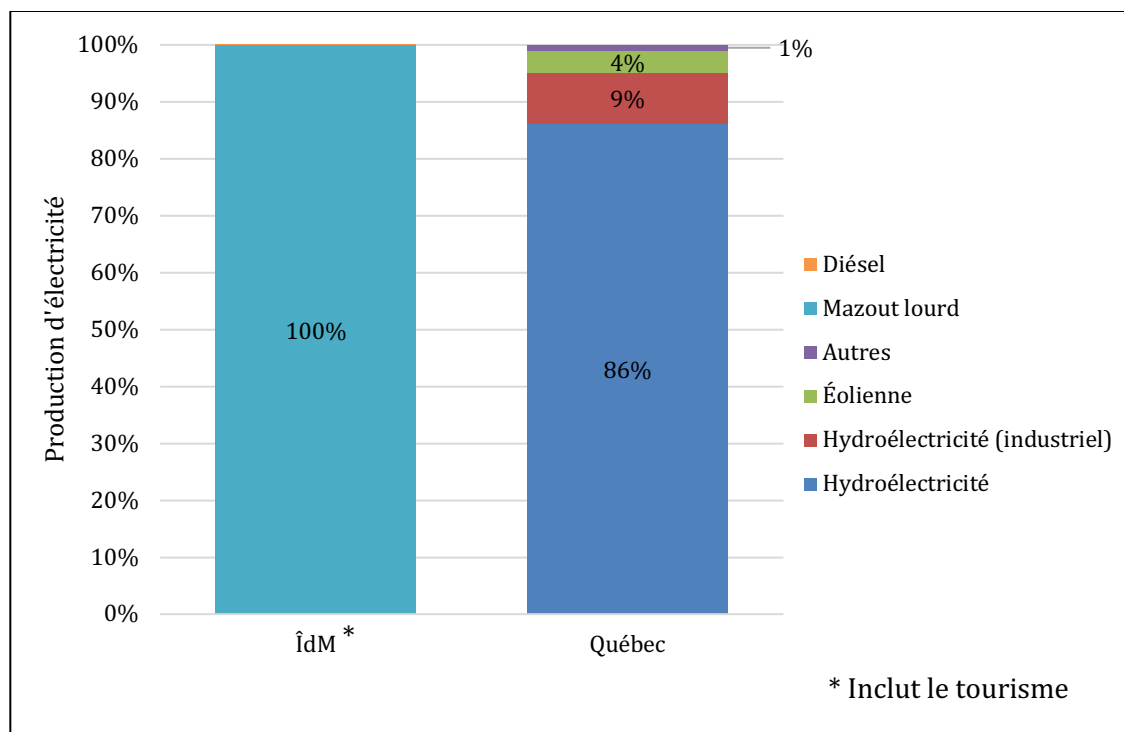


Figure 39. Sources d'électricité des Îles-de-la-Madeleine et du Québec (2017) (Whitmore et Pineau, 2018)

5.1.2 Résidentiel

La consommation d'énergie finale par habitant est légèrement plus élevée (+3 %) pour les Madelinots (44,9 GJ/habitant) que pour les Québécois (43,7 GJ/habitant.) (Ressources naturelles Canada, s.d.) (Figure 40)

La comparaison entre les sources d'énergie du secteur résidentiel des ÎdM et de la province montre que les résidences madeliniennes consomment moins d'électricité que le reste du Québec et plus de produits pétroliers (4 % au Québec et 43 % aux ÎdM). Cela s'explique encore une fois par l'octroi de subventions d'Hydro-Québec visant à inciter l'utilisation de mazout et de propane plutôt que de l'électricité pour le chauffage aux ÎdM. La biomasse est négligeable aux ÎdM comparativement au Québec (+4800 %). Le réseau de gaz naturel ne desservant pas le territoire des ÎdM, ce type d'énergie n'est pas consommé localement, mais représente tout de même 7 % de la consommation résidentielle québécoise. (Ressources naturelles Canada, s.d.)

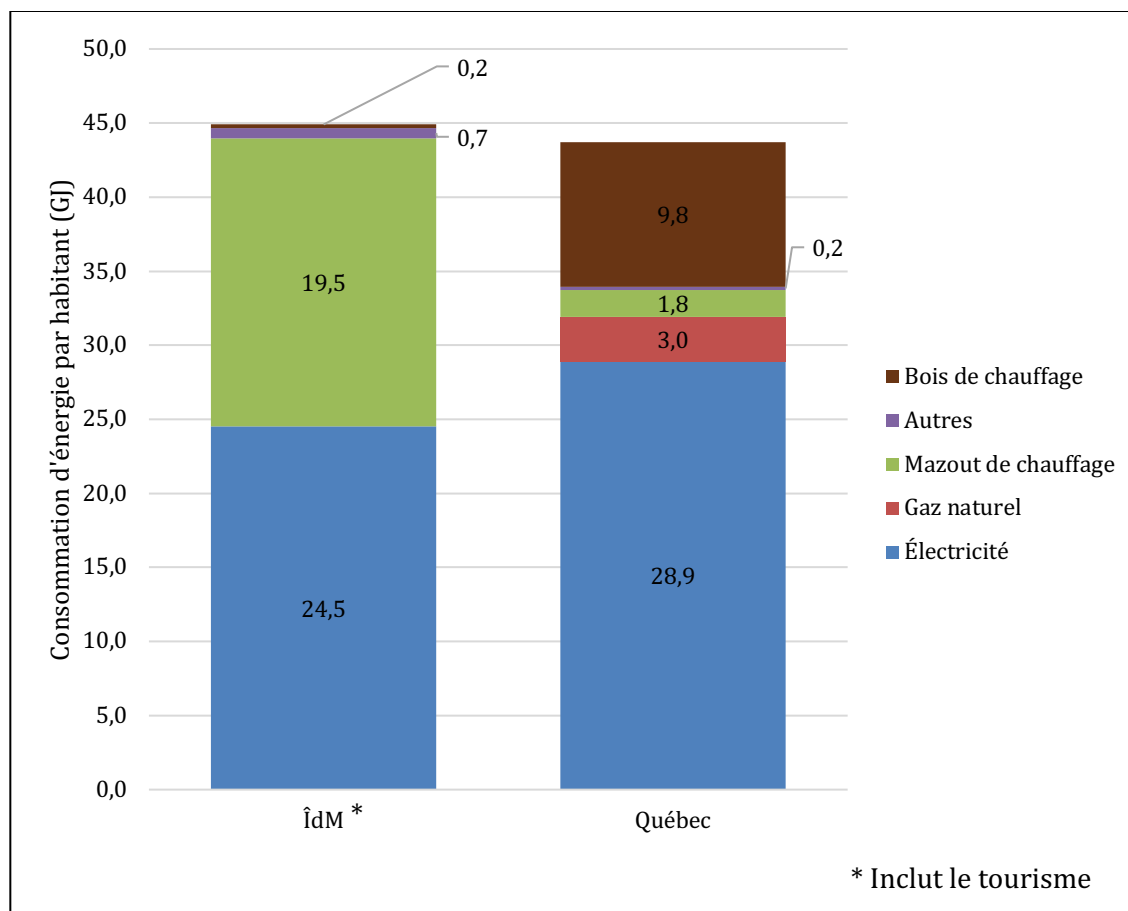


Figure 40. Répartition de la consommation énergétique par habitant par type d'énergie du secteur résidentiel (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.)

5.1.3 Commercial et institutionnel

Les commerces et les institutions aux ÎdM consomment légèrement moins d'énergie par habitant que le Québec (-5 %) (Figure 41).

Tant au niveau régional qu'au niveau provincial, la principale source d'énergie est l'électricité. Les organisations madeliniennes consomment plus d'électricité et de mazout par habitant alors que les organisations québécoises consomment plus de gaz naturel (Ressources naturelles Canada (s.d.)). Les bâtiments québécois utilisent une faible quantité de produits pétroliers (10 %) contrairement aux ÎdM où l'énergie est produite intégralement à partir de carburants fossiles (TEQ, s.d.b).

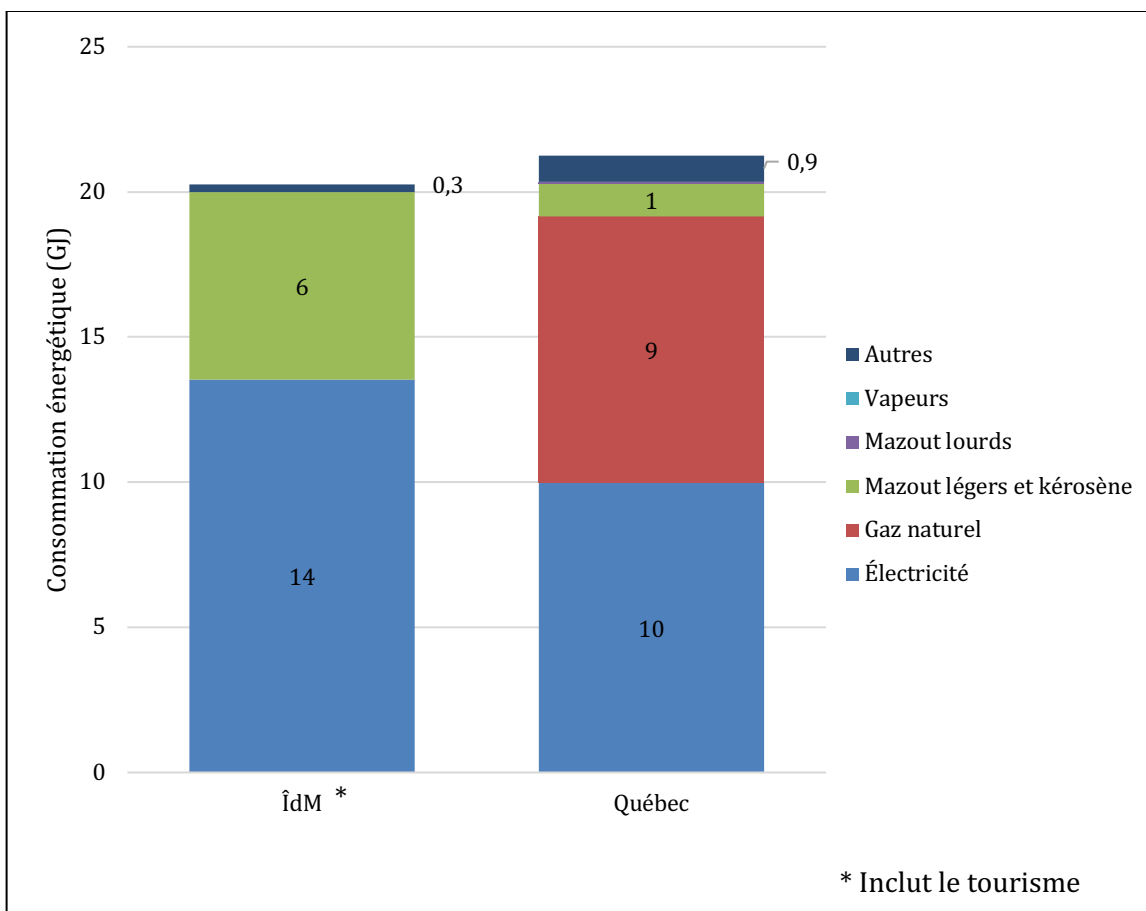


Figure 41. Répartition de la consommation énergétique par habitant par type d'énergie des secteurs institutionnel et commercial (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.)

5.1.4 Industrie

La consommation énergétique des industries par habitant est nettement plus élevée au Québec qu'aux ÎdM (+988 %) en raison de la faible représentativité de ce secteur sur le territoire à l'étude.

Dans la province comme dans la région, l'électricité demeure la principale source d'énergie consommée par le secteur industriel, mais les industries québécoises en consomment une quantité bien plus importante par habitant (+537 %). Les sources énergétiques des industries québécoises sont beaucoup plus diversifiées que celles des industries madelinienues qui reposent sur la consommation d'électricité, de mazout et de propane (Figure 42). (Ressources naturelles Canada, s.d.)

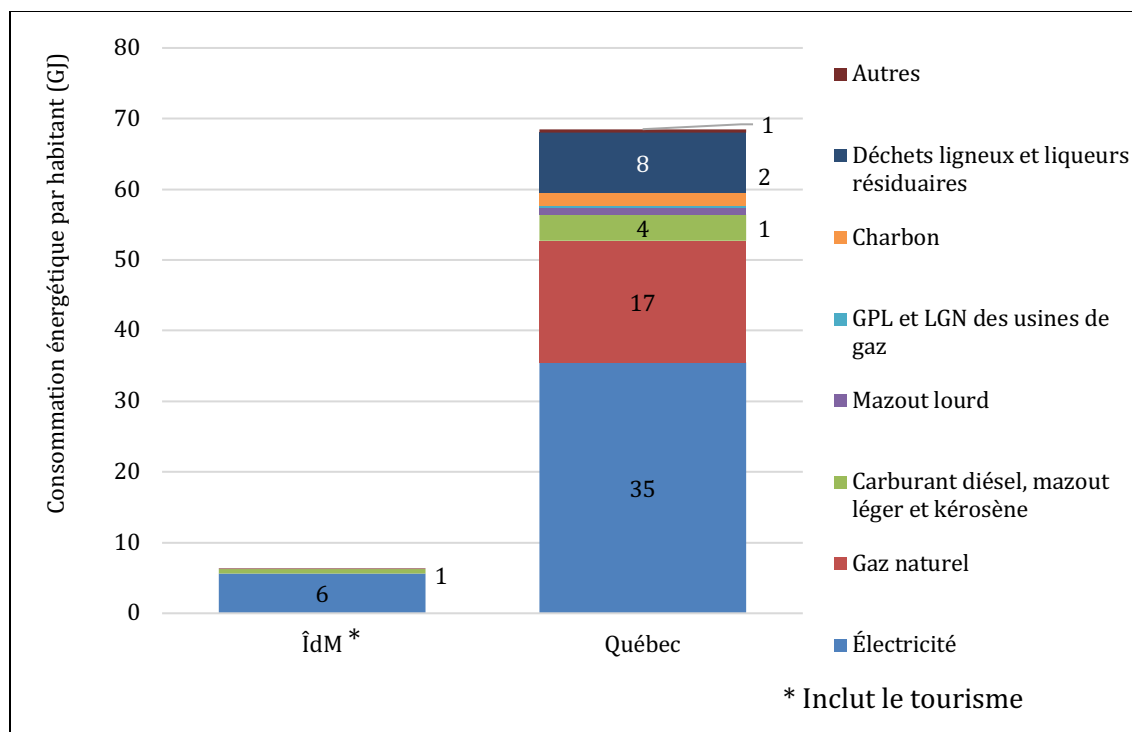


Figure 42. Répartition des types d'énergies utilisées dans le secteur industriel (2017) (Ressources naturelles Canada, s.d.)

5.1.5 Transport

Aux niveaux provincial et régional, le transport routier constitue le plus grand consommateur d'énergie parmi l'ensemble des moyens de transport.

Il consomme les trois quarts de l'énergie du secteur des transports au Québec et près de la moitié de celui des ÎdM (48 %) (Figure 43). Le second secteur en importance dans l'archipel est le secteur maritime qui représente 46 % de la consommation énergétique de l'ensemble des modes de transports, soit 1 239 % de plus que pour la province. Ces résultats s'expliquent par la situation géographique de l'archipel qui engendre une dépendance des habitants au transport maritime pour l'approvisionnement en marchandises, en plus de l'importance de l'industrie de la pêche dans les activités économiques de l'archipel. Le transport aérien par habitant est plus important dans la province que dans l'archipel (+97 %). Toutefois, il faut prendre en considération que les voyages effectués par les Madelinots à l'extérieur de la limite de l'étude sont considérés dans les résultats provinciaux, mais ne sont pas considérés dans la présente étude. Par ailleurs, la consommation totale liée au transport aérien sur le territoire des ÎdM n'est considérée qu'en partie, il est possible d'estimer que la consommation totale serait approximativement près du double de celle qui a été estimée. La consommation des Madelinots et des Québécois serait donc similaire suivant cette hypothèse. Finalement, le transport hors route est négligeable aux ÎdM (1,2 %) et représente 5 % de la consommation provinciale. (Ressources naturelles Canada, s.d.)

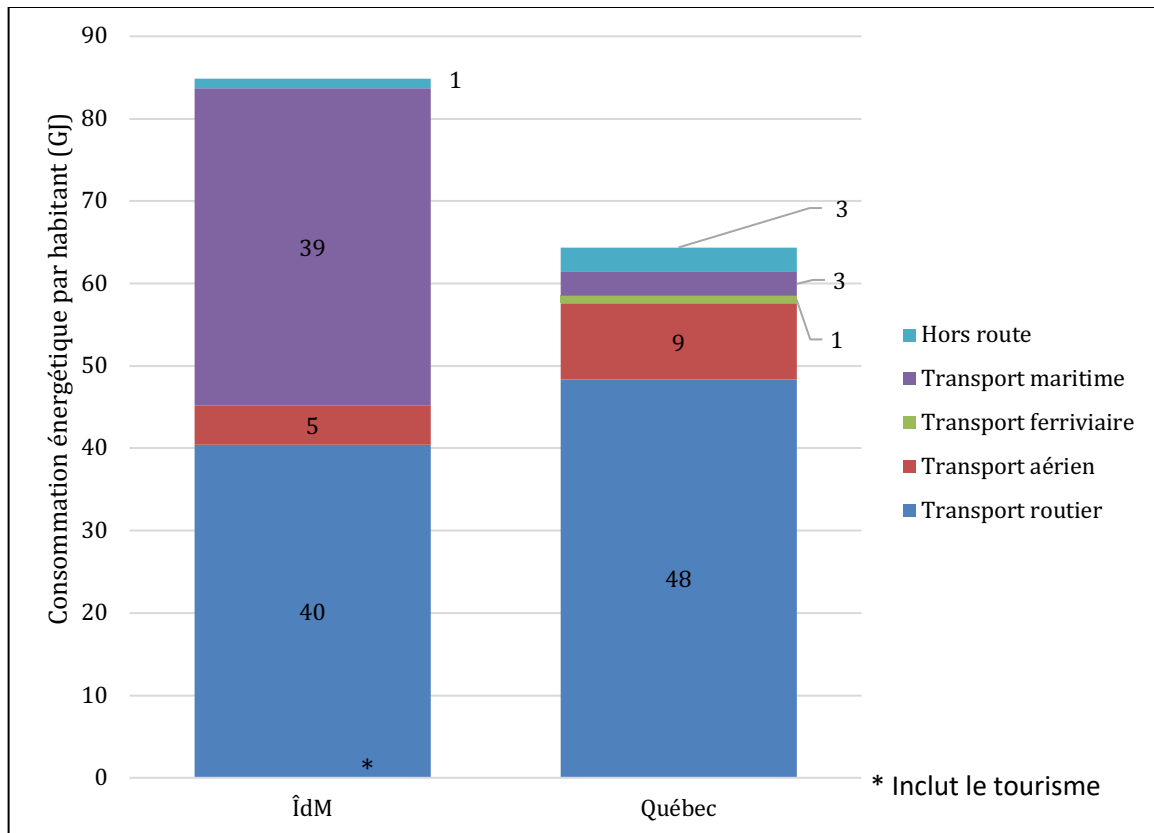


Figure 43. Répartition de la consommation énergétique liée au secteur des transports (2017)
(Ressources naturelles Canada, s.d.)

Comparé à l'ensemble du Québec, le parc automobile madelinien comporte une proportion plus élevée de camions légers, de motoneiges et de véhicules tout-terrain telle qu'illustrée à la Figure 44 (BDSO, 2019). C'est pourquoi les camions légers consomment plus de carburants par habitant que dans la province (+34 %). Les camions lourds et moyens ont une consommation énergétique par habitant beaucoup plus élevée dans la province (+327 %) qu'aux ÎdM. (Ressources naturelles Canada, s.d.) (Figure 45)

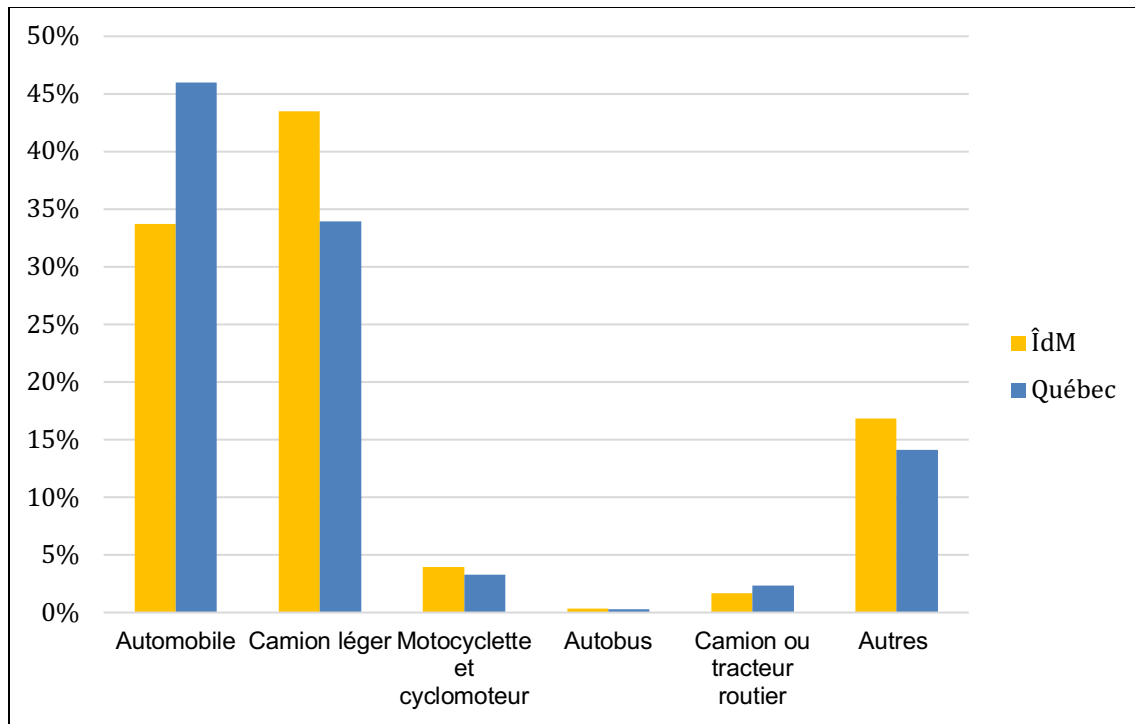


Figure 44. Répartition des types de véhicules en 2017 (BDSO, 2019)

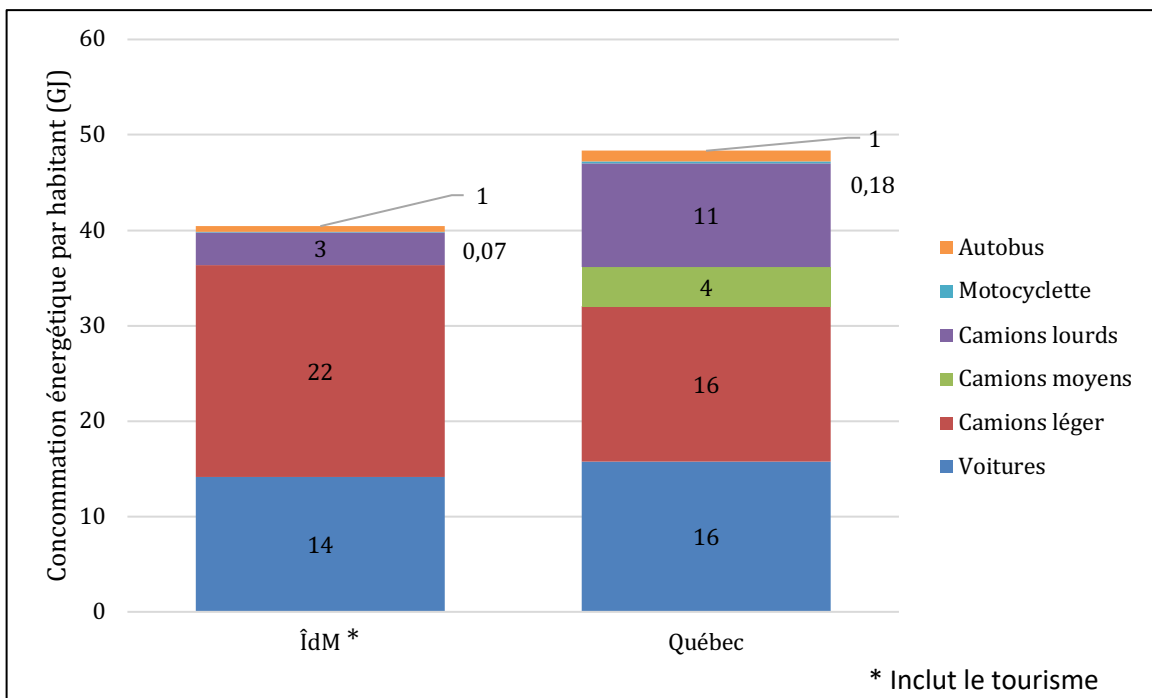


Figure 45. Répartition de la consommation énergétique du transport routier par type de véhicules en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.)

6. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES LIÉES À LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

En 2017, les Madelinots ont émis, par la production et la consommation énergétique, 242 kt éq. CO₂ de GES dans l'atmosphère, soit 17 t éq. CO₂ par habitant équivalent. Ces derniers ont été émis en ordre d'importance, par le secteur résidentiel (39 %), le transport routier (17 %), le transport maritime (16 %), le secteur commercial (13 %), le secteur industriel (7 %), le secteur institutionnel (6 %) et le transport aérien (2 %). Le détail des émissions de GES par secteur est présenté à l'Annexe 7.

Dans les secteurs résidentiel et institutionnel, la consommation d'électricité représente 77 % des émissions générées par ces secteurs tandis que la consommation de mazout représente 22 % (Figures 46 et 47). Pour les secteurs commercial et industriel, la consommation d'électricité est associée à plus de 88 % des émissions et celle d'huile à chauffage, à moins de 10 %.

Comme présenté dans la section **5,2 Évolution de la consommation énergétique**, trois méthodes ont été utilisées afin d'estimer les émissions de GES liées au transport terrestre. En fonction des méthodes utilisées, les résultats diffèrent considérablement. Pour l'année de référence, les estimations varient entre 66 et 70 kt éq. CO₂ et pour 2017, elles varient entre 40 et 57 kt éq. CO₂ (Figure 48). Selon la méthode proposée par Climat municipalités, les émissions de GES ont diminué de 13 % entre l'année de référence et l'année de l'étude. Suivant la méthode de Poirier et Malkova (2013), les émissions de GES ont diminué de 21 %. Finalement, **la méthodologie adoptée est jugée comme la plus représentative puisque les résultats sont ajustés aux carburants vendus. Les émissions de GES du transport routier sont évaluées à 40 kt éq. CO₂.** Les automobiles représentent le type de véhicules qui contribuent le plus aux émissions de GES de ce secteur (52 %); ces émissions comprennent les véhicules liés à l'affluence touristique. Les camions légers émettent près du tiers des émissions liées au transport terrestre, et les camions lourds, 12 % (Figure 49). L'essence est responsable de plus de 86 % des émissions de GES du transport routier alors que le diesel est lié à 99 % des émissions du transport maritime.

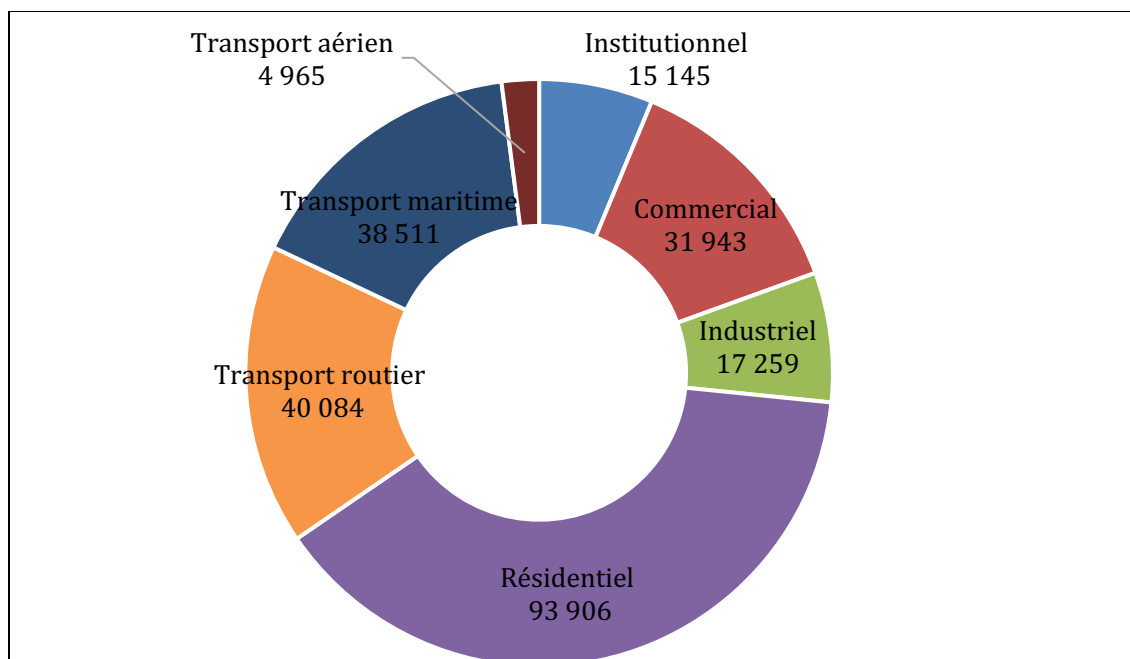


Figure 46. Répartition des émissions (t éq. CO₂) par secteur d'activité incluant la production d'électricité (2017)

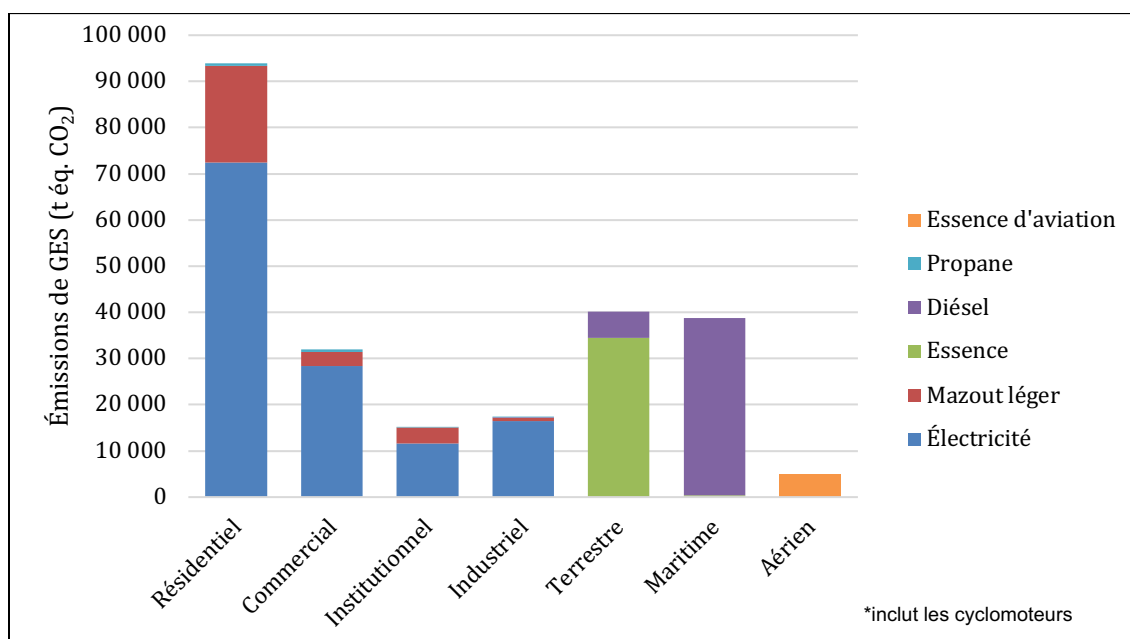


Figure 47. Répartition des émissions de GES par secteur d'activité et par type d'énergie en 2017

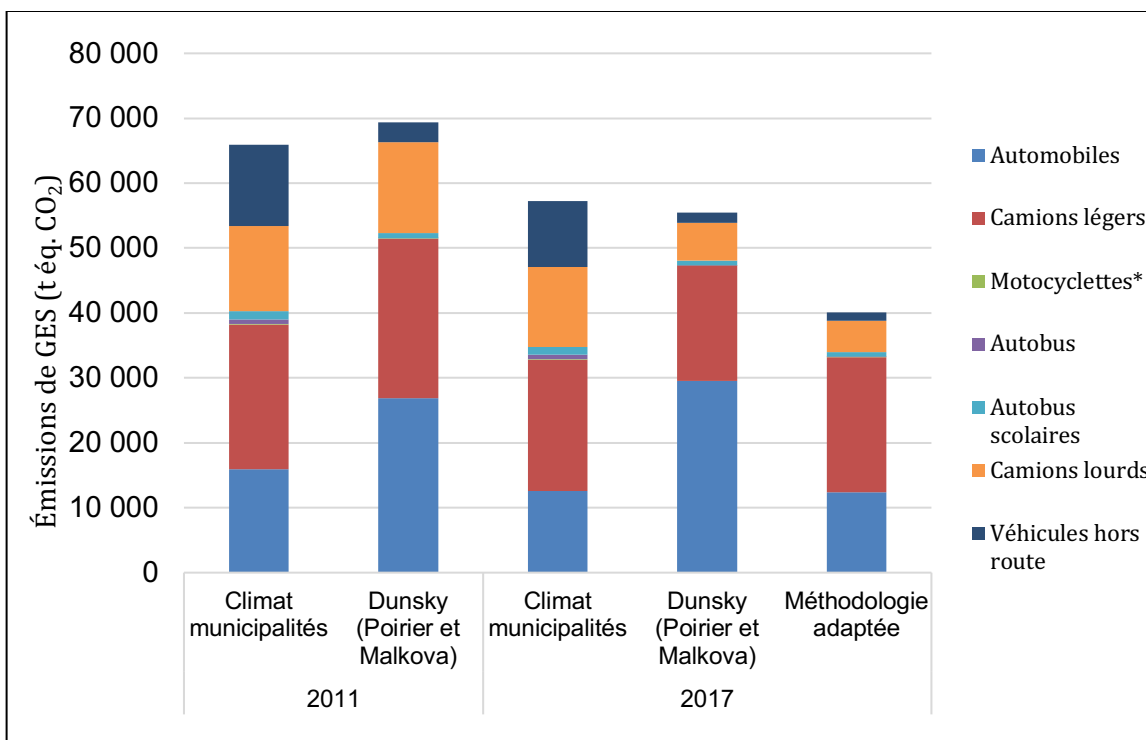


Figure 48. Émissions de GES liées au transport terrestre

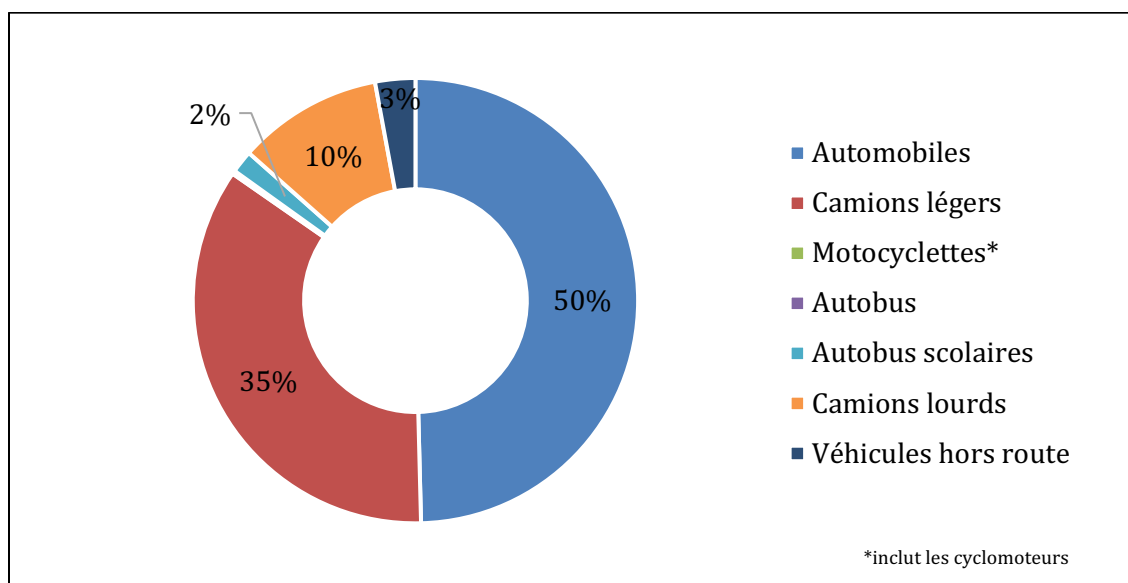


Figure 49. Émissions de GES liées au transport routier en 2017

En 2017, la flotte de véhicules électriques constitue 0,096 % du parc automobile selon Association des véhicules électriques du Québec, ce qui représente une hausse de 0,022 % par année (AVÉQ, s.d.). Ainsi, si la tendance se maintient, la flotte de véhicules électriques en 2026 représentera 0,291 %, soit 36 véhicules électriques. Si on considère la distance annuelle moyenne parcourue de 13 206 km et la consommation moyenne de 8,3 L/100 km,

cela équivaut à une réduction de 1 368 GJ d'essence par année et de 91 t éq. CO₂, soit 0,22 % des émissions du transport routier projeté pour 2026 sur l'ensemble du parc automobile.

PROJECTION DES ÉMISSIONS DE GES

Comme illustré à la Figure 50, les émissions de GES liées à la production d'électricité devraient diminuer de 93 % suite au raccordement au réseau d'hydroélectricité national. Les incitatifs d'Hydro-Québec visant à favoriser les systèmes de chauffage à l'électricité devraient permettre de réduire de 7 % entre 2017 et 2026 les émissions liées à l'utilisation de mazout léger pour le chauffage. Le PUEÉ effectif jusqu'en 2018 explique la hausse importante des émissions liées au propane (+98 %). De plus, la hausse de la consommation de carburants liée au transport terrestre provoquera une légère diminution (-0,2 %) des émissions de GES pour ce secteur. Par ailleurs, l'augmentation du transport maritime engendrera une hausse des émissions de 10 % entre 2017 et 2026 si les pêcheurs de homards continuent de modifier leurs bateaux pour en accroître la performance. Rappelons que ces projections considèrent que la consommation des traversiers et du dragage demeure stable.

Comme présenté à la Figure 51, les émissions de GES liées à l'ensemble des secteurs devraient diminuer de 48 % entre 2017 et 2026. Le raccordement au réseau d'hydroélectricité national devrait permettre de réduire considérablement les émissions des secteurs institutionnel (-74 %), commercial (-81 %), industriel (-90 %) et résidentiel (- 73 %).

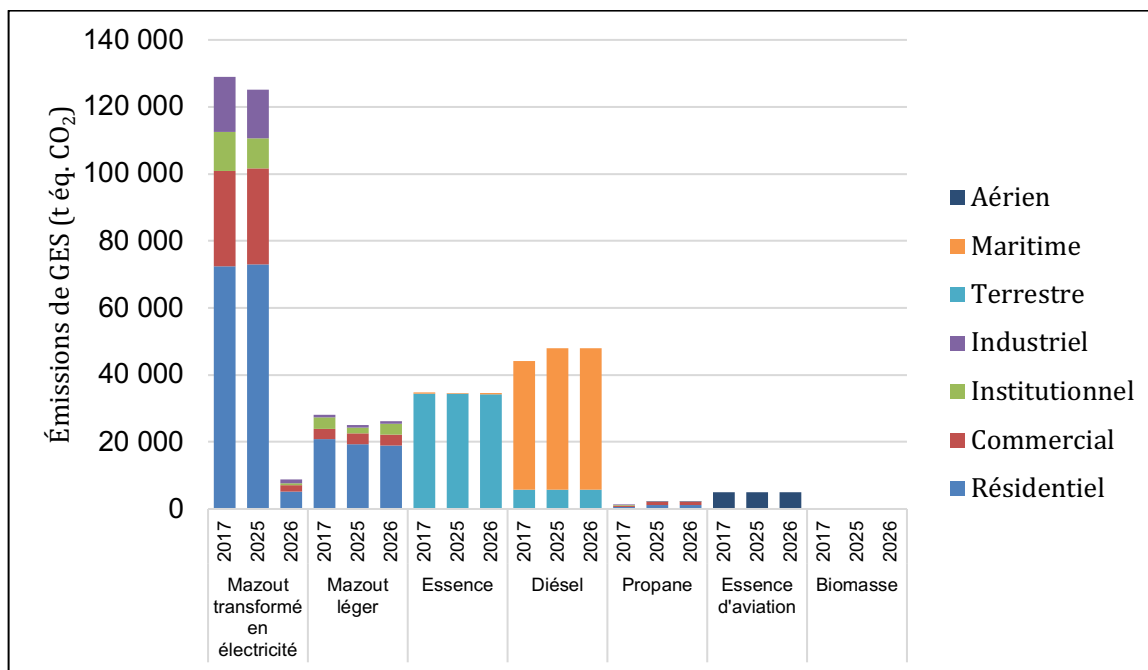


Figure 50. Évolution des émissions de GES par secteur et par type d'énergie entre 2017 et 2026

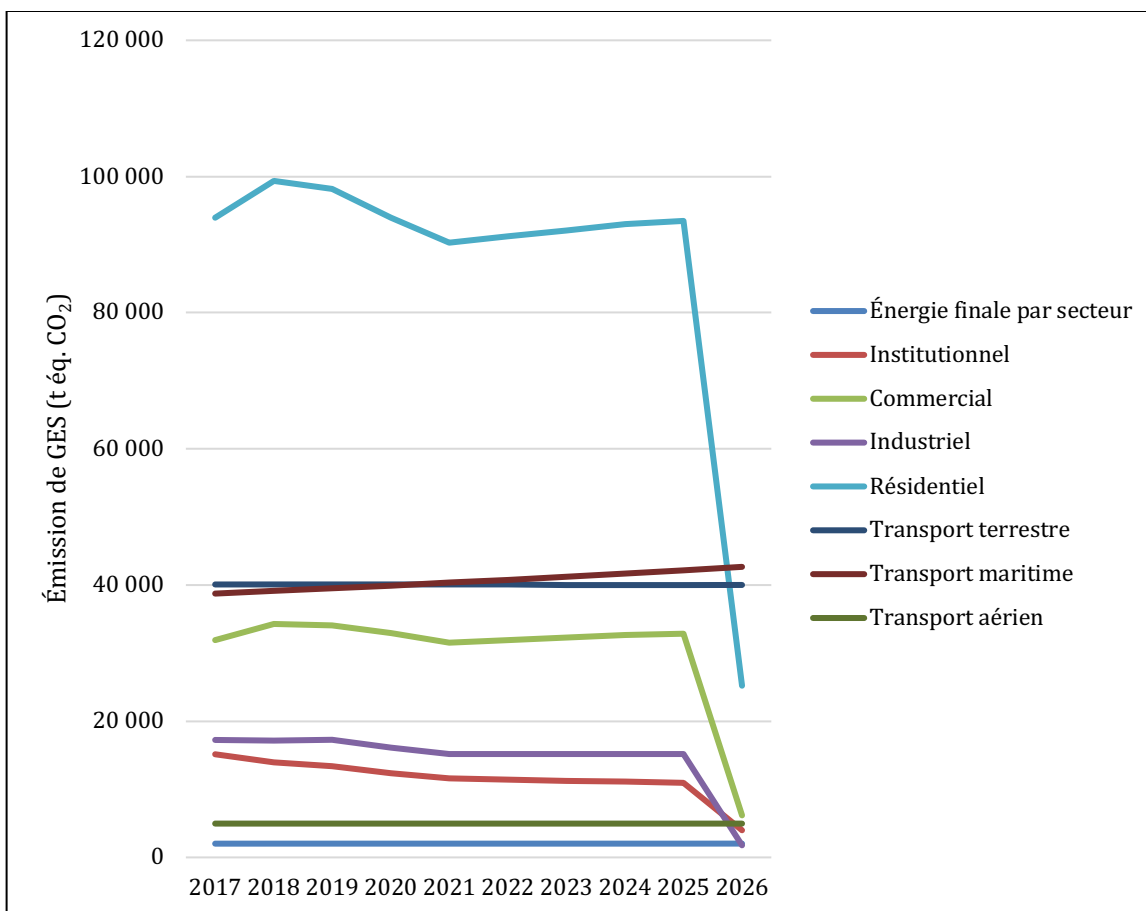


Figure 51. Projection des émissions de GES du scénario 1 par secteur entre 2017 et 2026

La Figure 52 présente les résultats de la quantification de GES des trois scénarios considérés pour les secteurs résidentiel, commercial, institutionnel et industriel. Les émissions demeurent les mêmes pour l'ensemble des scénarios entre 2017 et 2020. Entre 2017 et 2026, les réductions attendues des scénarios 2 et 3 sont similaires, soit respectivement de 4 340 t éq. CO₂ et de 4 460 t éq. CO₂. À partir de 2024, le scénario le plus avantageux au point de vue de la réduction de GES est le scénario 3, soit la mise en place des mesures d'efficacité énergétique dans les résidences. Ce scénario permettrait de réduire les émissions de GES des secteurs résidentiel, commercial, industriel et institutionnel de 2,3 % en 2026 alors que le scénario 2 permettrait une réduction de 2,2 %.

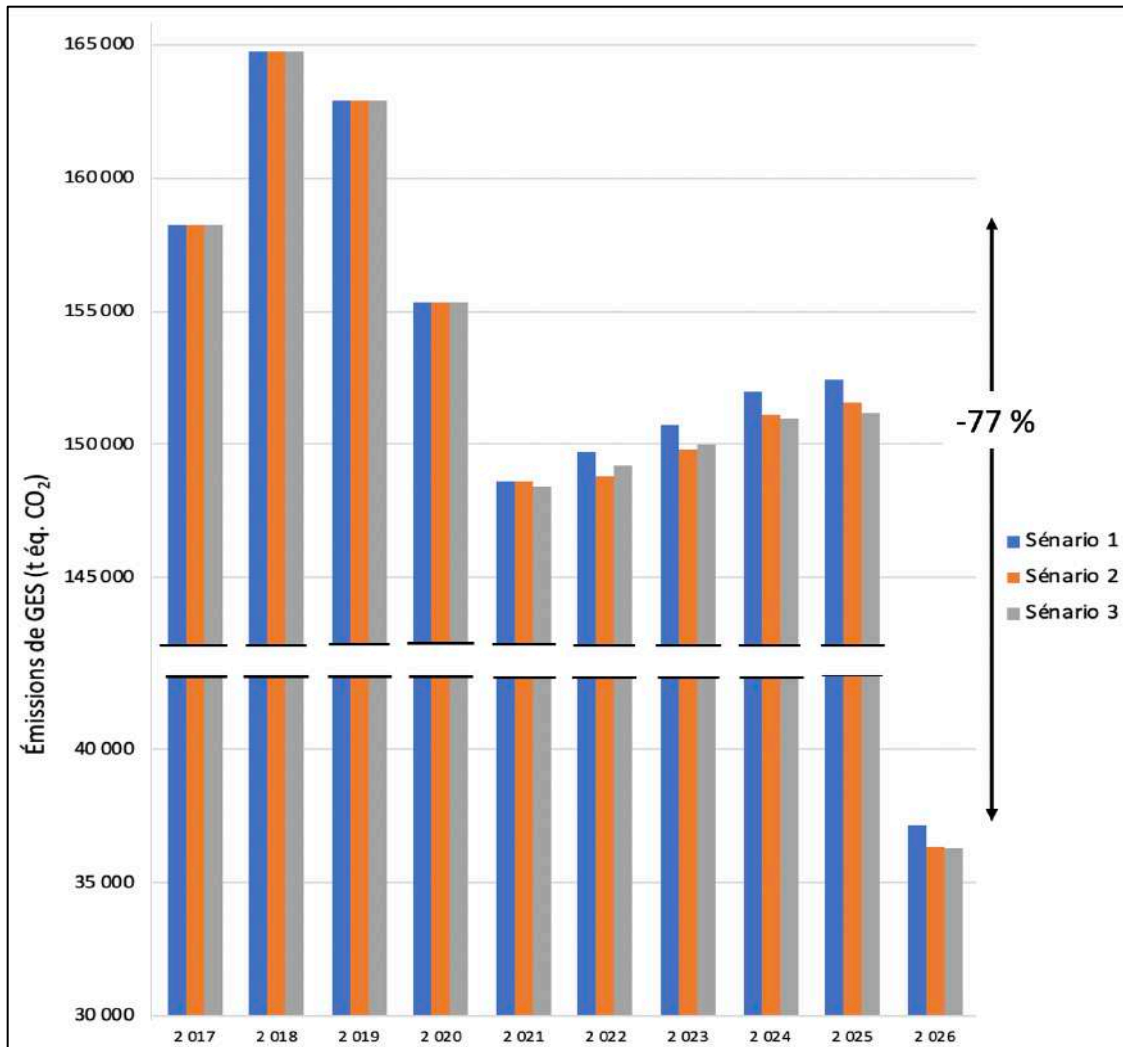


Figure 52. Projection des émissions de GES totales des secteurs industriel, commercial, institutionnel des différents scénarios entre 2017 et 2026

COMPARAISON AVEC LE RESTE DU QUÉBEC

Les émissions de GES par habitant sont nettement plus élevées aux ÎdM (+146 %) qu'au Québec en raison de l'empreinte carbone liée à la production d'électricité dans les centrales thermiques ce qui explique la prédominance des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel (Figure 53). L'importance du secteur maritime contribue également à augmenter l'écart entre l'archipel et la province. (Ressources naturelles Canada, s.d.)

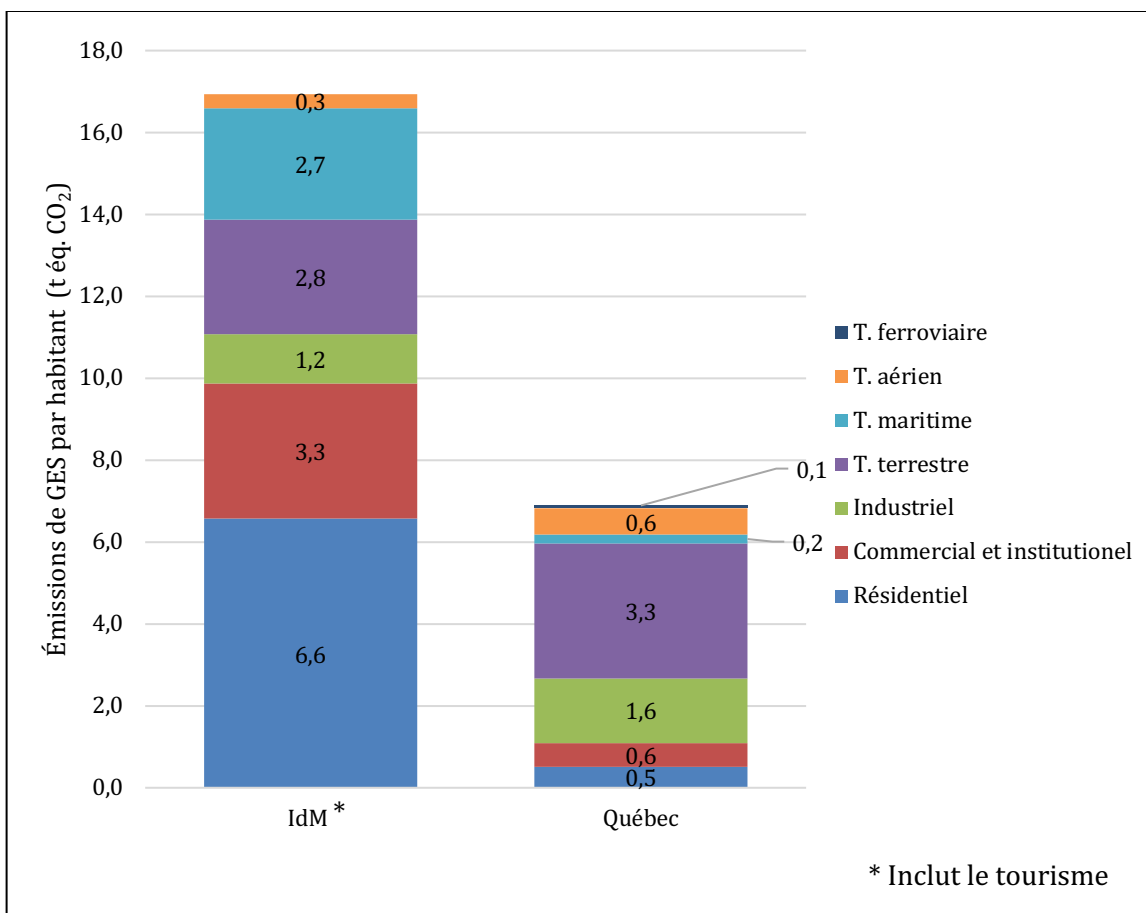


Figure 53. Répartition des émissions de GES des secteurs d'activité en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.)

6.1.1 Secteur résidentiel

Comme illustré à la Figure 54, les Madelinots émettent par habitant près de 1 100 % plus de GES que les Québécois. Cette différence est associée à la production d'électricité dans les centrales thermiques qui émettent les trois quarts des émissions du secteur résidentiel et à la consommation de mazout léger pour le chauffage. En 2016, dans la province, les émissions liées à la production d'électricité sont négligeables (0,03 t éq. CO₂ par habitant) (Gouvernement du Québec, 2019).

La combustion de la biomasse au Québec est responsable de l'émission de 40 % des GES alors qu'elle est négligeable aux ÎdM (0,01 %).

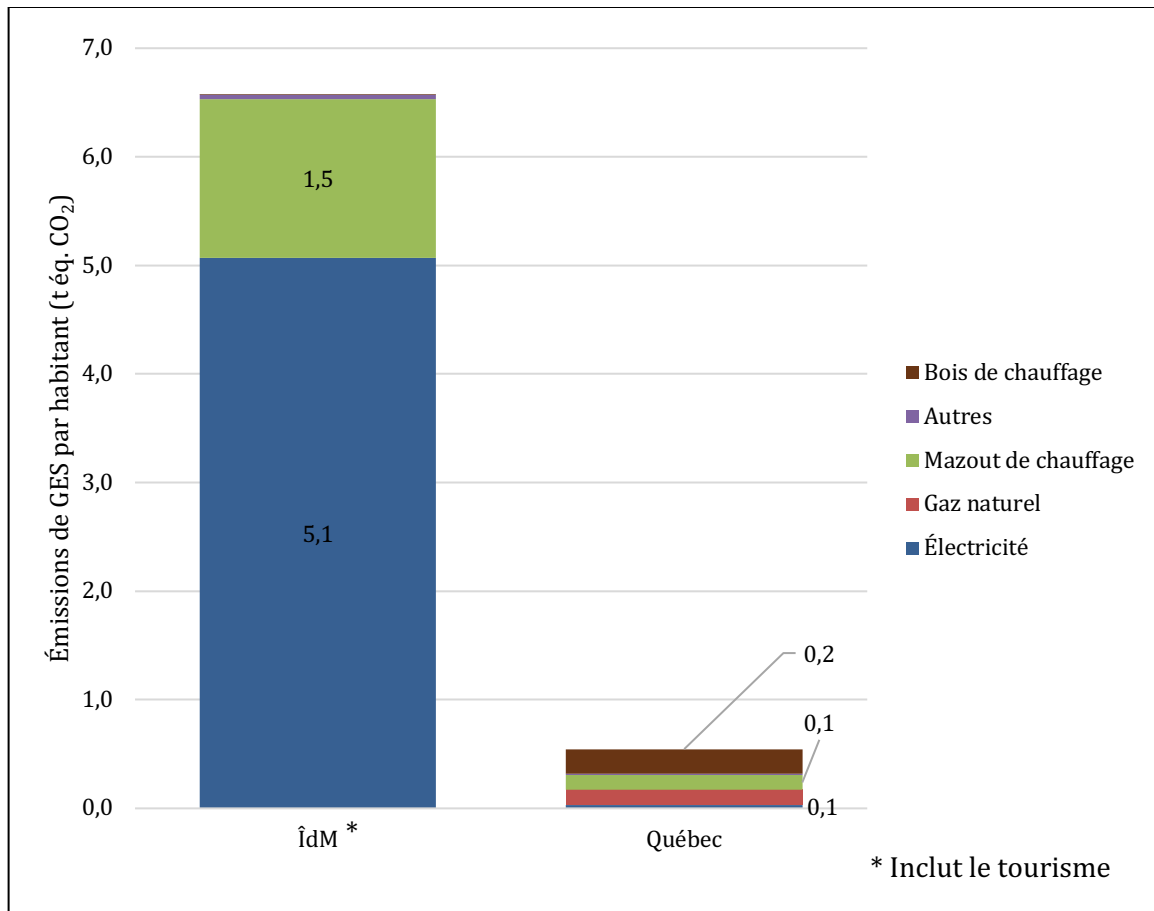


Figure 54. Émissions de GES par habitant du secteur résidentiel en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.)

6.1.2 Secteur institutionnel et secteur commercial

Comparativement aux Québécois, les secteurs institutionnel et commercial madelinien émettent 371 % plus de GES (Figure 55). Tout comme pour le secteur résidentiel, ces différences importantes sont dues à la source d'électricité ainsi qu'à la consommation de mazout. La majorité des émissions québécoises (63 %) sont associées à la combustion du gaz naturel, tandis qu'elles sont nulles dans l'archipel. (Ressources naturelles Canada, s.d.)

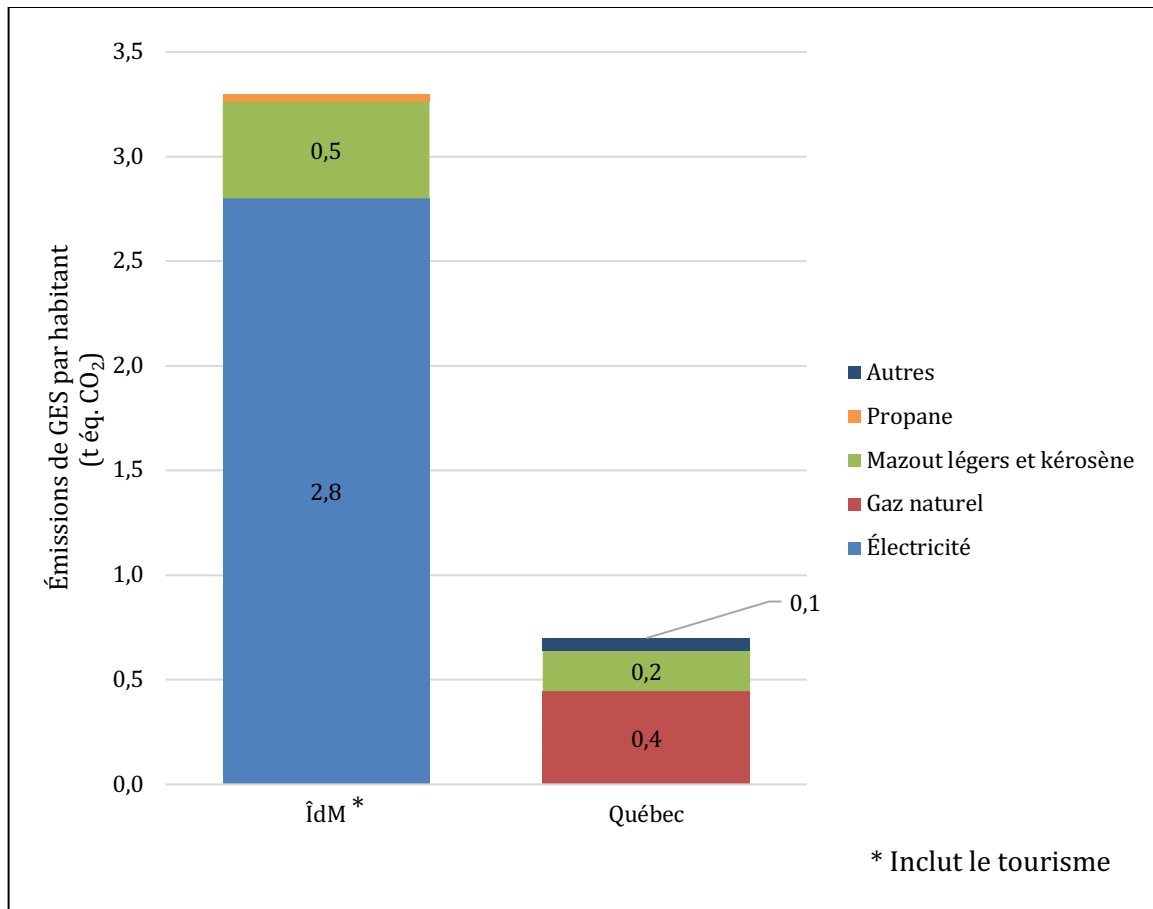


Figure 55. Émissions de GES des secteurs institutionnel et commercial par habitant en 2017
(Ressources naturelles Canada, s.d.)

6.1.3 Secteur industriel

Vu la faible représentativité du secteur industriel aux ÎdM, les émissions de GES des industries madeliniennes sont moindres qu'au Québec (-40 %) (Figure 56). Tout comme dans les autres secteurs liés aux bâtiments, la majorité des émissions est liée à la production d'électricité (96 %) contrairement au Québec où elles sont négligeables. Les émissions des industries québécoises sont principalement liées à la combustion du gaz naturel (42 %) et du mazout lourd (36 %).

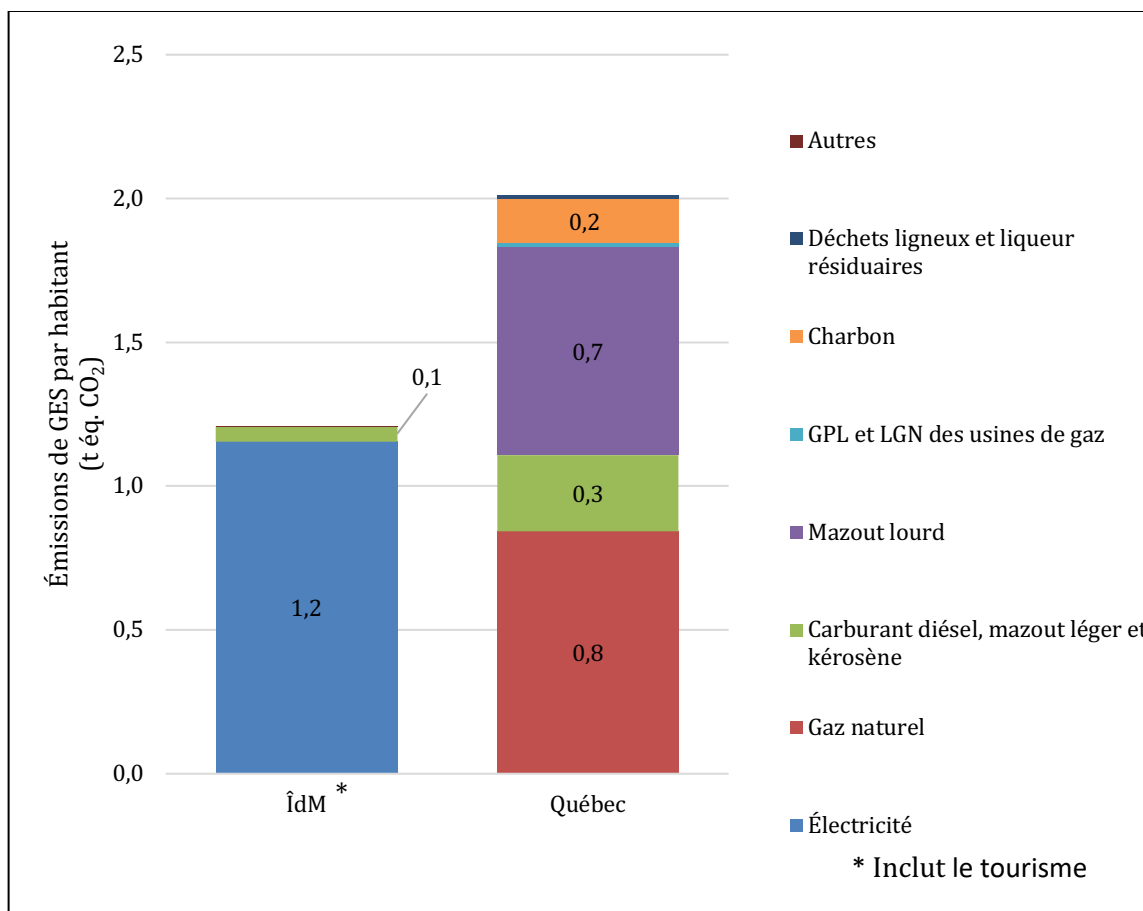


Figure 56. Émissions de GES du secteur industriel par habitant en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.)

6.1.4 Transport

Malgré que les émissions de GES par habitant liées aux transports routiers (+22 %), aériens (+84 %), ferroviaires et hors route (+110 %) soient plus élevées dans la province, les Madelinots émettent plus de GES liés à l'ensemble des modes de transport que les Québécois en raison de l'importance du transport maritime dans l'archipel (+1 150 %) (Figure 57). Rappelons que les émissions liées aux transports maritime et aérien des ÎdM ne considèrent pas l'ensemble des carburants consommés.

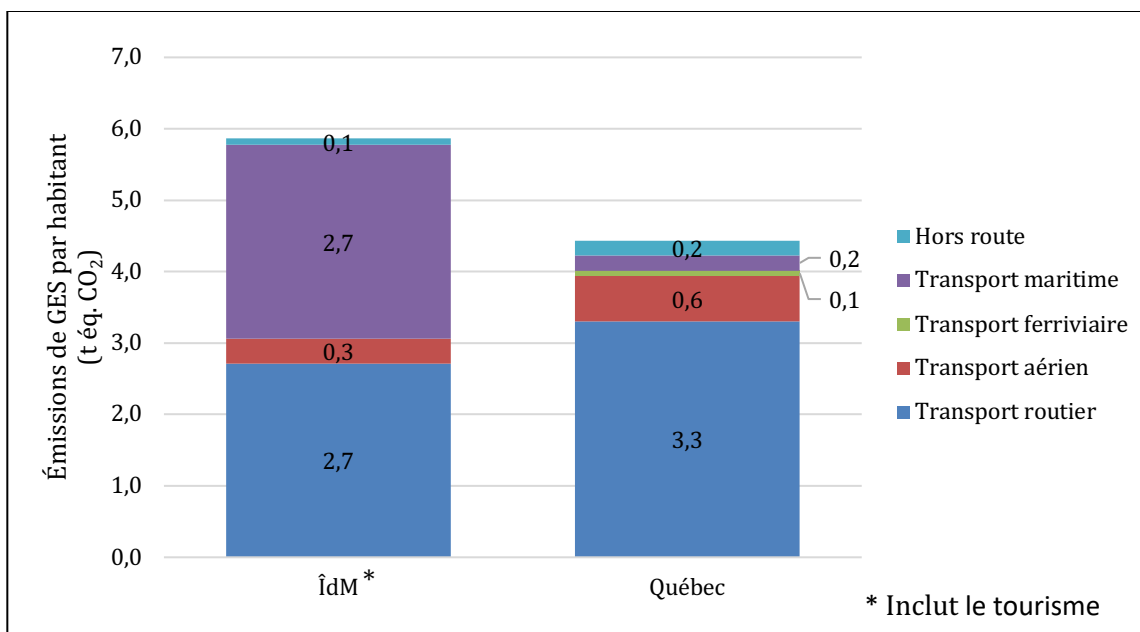


Figure 57. Répartition des types d'énergie utilisés dans les transports en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.)

Aux ÎdM, les camions légers sont les plus gros émetteurs de GES du transport routier (52 %) contrairement au Québec où les camions légers (33 %) et les voitures (32 %) émettent des quantités similaires de GES. De plus, les camions lourds génèrent plus d'émissions par habitant qu'aux ÎdM (+140 %) (Figure 58).

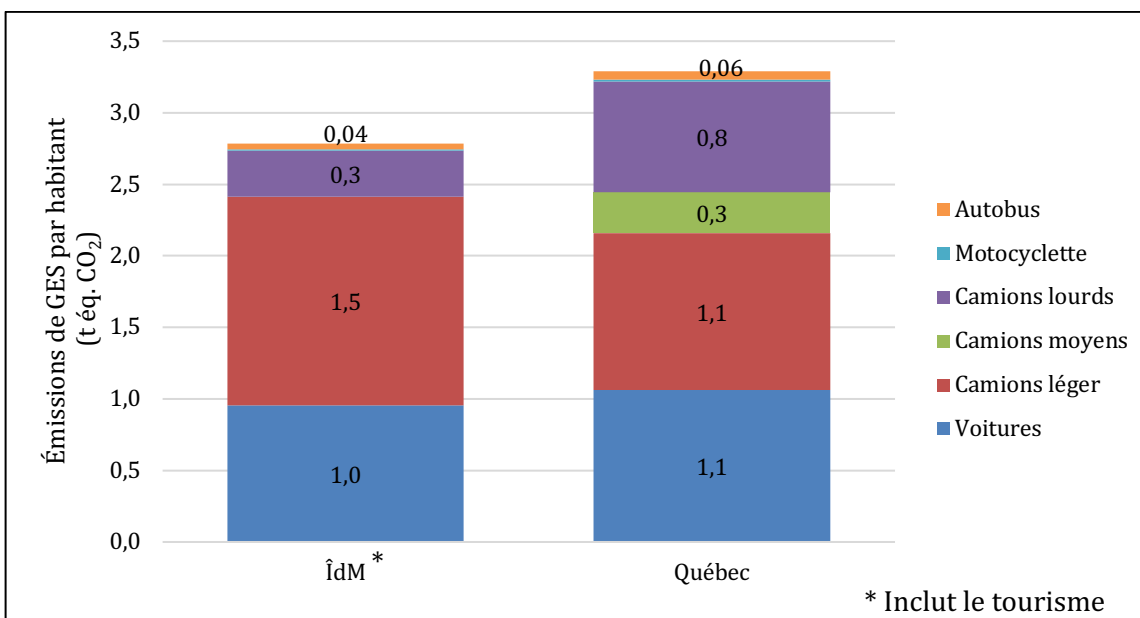


Figure 58. Répartition de la consommation énergétique par type de véhicules en 2017 (Ressources naturelles Canada, s.d.)

7. ANALYSE DES POINTS CHAUDS

Le bilan énergétique montre que la production d'électricité est le plus grand consommateur d'énergie (52 % de la consommation totale d'énergie primaire) et constitue le plus grand générateur d'émissions de GES (53 % des émissions totales). Par ailleurs, les pertes des centrales thermiques ainsi que les pertes de transport et de distribution représentent 34 % de la consommation d'énergie primaire. Dans cet ordre d'idée, le raccordement au réseau national d'hydroélectricité est tout indiqué puisqu'il permettra de réduire considérablement les pertes des centrales, la pétrodépendance du territoire, la consommation d'énergie primaire ainsi que l'empreinte carbone de la région.

Le secteur résidentiel consomme 38 % de l'énergie primaire (incluant l'électricité) et génère 39 % des émissions de GES totales, principalement dues à la consommation d'électricité. Ainsi, les mesures qui permettront de réduire la consommation énergétique des résidences telles que l'octroi d'incitatifs pour mettre en place des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments résidentiels sont à privilégier dans la nouvelle stratégie énergétique.

Ensuite, le bilan énergétique montre que le transport terrestre constitue un secteur important au niveau de la consommation énergétique (18 % de l'énergie primaire totale); il est responsable de l'émission de 17 % des GES totaux. Comme ce secteur est le deuxième plus émetteur de GES, il serait pertinent de mettre en place des mesures visant à favoriser les modes de transport alternatifs tels que le transport actif et le transport en commun.

Finalement, le transport maritime consomme 16 % de l'énergie primaire totale et est responsable de l'émission de 16 % des GES totaux en 2017. Les projections montrent que ce secteur prendra de l'importance en 2026 avec l'augmentation de la consommation des bateaux de pêche. Ainsi, il serait pertinent d'intégrer à la stratégie énergétique des mesures permettant de réduire la consommation de ce type de transport.

8. CONCLUSION

Le bilan énergétique du territoire des ÎdM a été réalisé pour l'année 2017 et comparé avec l'année de référence ainsi qu'avec les moyennes québécoises.

Pour ce faire, les données de consommation énergétique ont été collectées auprès de diverses entreprises et institutions locales afin de dresser un portrait de l'évolution de la consommation énergétique du territoire des ÎdM depuis l'année de référence. L'analyse montre que la consommation de mazout dédiée à la production d'électricité a légèrement augmenté entre 2011 et 2017 en raison de l'augmentation de la demande en électricité. La consommation de mazout léger pour le chauffage est demeurée relativement stable depuis 2011 et la contrevalidation des résultats de Poirier et Malkova (2013) permet de conclure qu'une diminution de la consommation de diesel dédiée au transport terrestre d'environ 10 % a été observée. L'énergie utilisée pour les transports maritime et aérien a considérablement augmenté depuis 2011 en raison de l'augmentation de la taille des bateaux de pêche, de la conversion de deux navires de CTMA au diesel ainsi que de l'octroi de subventions gouvernementales visant à réduire les frais des déplacements aériens pour les résidents des régions éloignées.

Les points chauds liés à la consommation énergétique du territoire ont également pu être ciblés. L'analyse démontre que le principal consommateur d'énergie demeure la production d'électricité qui nécessite plus de la moitié de l'énergie primaire totale consommée sur le territoire. Par ailleurs, le secteur résidentiel consomme près du tiers de l'énergie totale du territoire.

De plus, l'élaboration de différents scénarios a permis d'évaluer l'impact des projets énergétiques sur les émissions de GES ainsi que sur la consommation énergétique totale. En effet, le raccordement du territoire au réseau national d'hydroélectricité permettra de réduire considérablement les émissions de GES liées à la consommation énergétique du territoire. De plus, la mise en place des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments résidentiels constitue le scénario le plus avantageux pour réduire l'empreinte carbone du territoire.

Bref, le bilan énergétique du territoire des ÎdM permettra d'orienter la stratégie énergétique du territoire en ciblant les points chauds qui devront faire l'objet d'une attention particulière et en indiquant les actions permettant de réduire les émissions de GES émises dans l'atmosphère.

RÉFÉRENCES

- Arsenault, C. (2019). Courriel du 23 décembre de Christian Arsenault, chef de bureau des Îles-de-la-Madeleine. Harnois Énergie.
- Arsenault, J. (2020). Courriel de John Arsenault, 10 février 2020.
- Arseneau, A. (2019). *Faire rayonner le solaire*. Le Radar, article du 6 septembre 2019. [En ligne] [<https://www.leradar.qc.ca/?s=solaire>]
- Arseneau, N. (2019 b). Discussion téléphonique avec Nathalie Arseneau, technicienne en prévention incendie, Municipalité des Îles-de-la-Madeleine, 18 décembre 2019.
- AVÉQ (2020). *Statistiques SAAQ-AVÉQ sur l'électromobilité au Québec en date du 31 décembre 2019*. Association des véhicules électriques du Québec. [En ligne] [<https://www.aveq.ca/actualiteacutes/category/statistiques>] (consulté le 3 mars 2020).
- Bélanger, L.-F. (2019). Courriel de Louis-François Bélanger, Directeur du cégep de la Gaspésie et des Îles, Campus Îles-de-la-Madeleine, courriel du 27 août 2019.
- Boudreau, É. (2019). Courriel de Émilie Boudreau, chef de service de la comptabilité, CISSS des Îles, courriel du 12 septembre 2019.
- Bourgeois, A. (2020). Courriel de Anne Bourgeois, agente marketing, Tourisme Îles-de-la-Madeleine, courriel du 7 janvier 2020.
- Bujold, C. (2020). Courriel de Catherine Bujold, Conseillère Affaires régionales, Hydro-Québec, 21 janvier 2020.
- Charbonneau, A.B. (2019). *Panorama des régions du Québec*. Édition 2019. Démographie. [En ligne] [<https://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/panorama-regions-2019.pdf>] (consulté le 23 avril 2020).
- Chevrier, L. (2020a). Discussion avec Léonard Chevrier, 6 février 2020.
- Chevrier, L. (2020 b). Discussion avec Lola Chevrier, 28 janvier 2020.
- Chevrier, M. (2019). Courriel du 27 août 2019 de Michel Chevrier. Irving Énergie.
- Couture, C. (2019). Discussion téléphonique avec Charles Couture, Propane 418, 21 octobre 2019.
- Cyr, J.-M. (2019). Courriel de Jean-Michel Cyr, Coordonnateur des ressources matérielles, Commission scolaire des Îles, courriel du 23 octobre 2019.
- Delaney, D. (2019). Courriel de Dominique Delaney, Hydro-Québec, courriel du 20 novembre 2019.

- Dubac, S. (2017). *Ce qu'il est important de savoir sur le chauffage au bois !* Syndicat des producteurs forestiers du sud du Québec. [En ligne] [<https://www.spbestrie.qc.ca/wp-content/uploads/2014/09/INFO-BOIS-DE-CHAUFFAGE2.pdf>] (Page consultée le 14 avril 2020).
- Écohabitation (2012). *Se chauffer avec une thermopompe*, 25 juin 2012. [En ligne] [<https://www.ecohabitation.com/guides/2724/se-chauffer-avec-une-thermopompe/>] (consulté le 3 février 2020).
- Environnement et Changement climatique Canada (2012). *Rapport d'inventaire national – Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada 1990-2011*. [En ligne] [<http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=A07ADAA2-E349-481A-860F-9E2064F34822>] (Consulté le 19 septembre 2013).
- Environnement et Changement climatique Canada (2019). *Rapport d'inventaire national 1990-2017 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, La déclaration du Canada à la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Partie 2*. [En ligne] [http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En81-4-2017-2-fra.pdf] (consulté le 9 octobre 2019).
- Fédération des agences locales d (s.d.). *Le bilan énergétique territorial*. [En ligne] [<https://www.federation-flame.org/bibliotheque/le-bilan-energetique-territorial/>] (consulté le 15 janvier 2020).
- Fournier, J. (2016). *Des pêcheurs madelinots optent pour l'énergie solaire*. [En ligne] [<https://www.lesoleil.com/archives/des-pecheurs-madelinots-optent-pour-lenergie-solaire-fd1c1cccaeba0660456852156cb5d56c>] (consulté le 7 avril 2020).
- GHG Protocol (2013). *Calculation tools – All tools – GHG emissions from transport or mobile sources*. Greenhouse Gas Protocol. [En ligne] [<http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>] (Consulté le 19 septembre 2013).
- Global Solar Atlas (2020). *Les Îles-de-la-Madeleine*. [En ligne] [<https://globalsolaratlas.info/map?c=47.689775,-62.73026,7&s=47.396839,-61.939244&m=site>] (consulté le 20 février 2020).
- Google (2020). *Données cartographiques 2020*. [En ligne] [<https://www.google.ca/maps/@47.7121801,-61.3714389,8.94z>] (page consultée le 22 février 2020).
- Gouvernement du Canada (s.d.). *Recherche de données du Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre : Informations sur les installations, Hydro-Québec, Centrale de Cap-aux-Meules, 2017*. [En ligne] [<https://climate-change.canada.ca/facility-emissions/PDGES-G10061-2017.html>] (Consulté le 6 janvier 2020).

- Gouvernement du Canada (2016). *Tables de conversion d'unités d'énergie. Régie de l'énergie du Canada*. [En ligne] [<https://apps.cer-rec.gc.ca/Conversion/conversion-tables.aspx?GoCTemplateCulture=fr-CA#2>] (consulté le 7 octobre 2019)
- Gouvernement du Canada (2019a). *Rapport de données quotidiennes pour janvier 2011. Station Îles-de-la-Madeleine, Québec. Données historiques*. [En ligne] [https://climat.meteo.gc.ca/climate_data/daily_data_f.html?hlyRange=1993-09-30%7C2019-10-30&dlyRange=1995-03-01%7C2019-10-30&mlyRange=%7C&StationID=10763&Prov=QC&urlExtension=_f.html&searchType=stnName&optLimit=yearRange&StartYear=2011&EndYear=2011&selRowPerPage=25&Line=0&searchMethod=contains&txtStationName=Iles-de-la-Madeleine&timeframe=2&Day=30&Year=2011&Month=1] (Consulté le 31 octobre 2019)
- Gouvernement du Canada (2019 b). *Rapport de données quotidiennes pour janvier 2017. Station Îles-de-la-Madeleine, Québec. Données historiques*. [En ligne] [https://climat.meteo.gc.ca/climate_data/daily_data_f.html?hlyRange=1993-09-30%7C2019-10-30&dlyRange=1995-03-01%7C2019-10-30&mlyRange=%7C&StationID=10763&Prov=QC&urlExtension=_f.html&searchType=stnName&optLimit=yearRange&StartYear=2011&EndYear=2011&selRowPerPage=25&Line=0&searchMethod=contains&txtStationName=Iles-de-la-Madeleine&timeframe=2&Day=30&Year=2017&Month=1] (Consulté le 31 octobre 2019)
- Gouvernement du Québec (2017a). *Prix moyen affiché par région administrative du Québec – Diésel*. [En ligne] [http://www.regie-energie.qc.ca/energie/archives/diesel/diesel_moyen2017.pdf] (consulté le 10 novembre 2019).
- Gouvernement du Québec (2017 b). *Prix moyen affiché par région administrative du Québec – Essence ordinaire*. [En ligne] [http://www.regie-energie.qc.ca/energie/archives/ordinaire/ordinaire_moyen2017.pdf] (consulté le 10 novembre 2019).
- Gouvernement du Québec (2018). *Portrait économique des régions du Québec, Édition 2018*. Direction des politiques et de l'analyse économiques. [En ligne] [https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents_soutien/regions/portraits_regionaux/portrait_socio_econo.pdf] (Consulté le 22 février 2020).
- Gouvernement du Québec (2019). *Nombre de véhicules en circulation selon le type d'utilisation et le type de véhicules, Québec, régions administratives et municipalités de résidence du propriétaire du véhicule*. Banque de données statistiques officielles sur le Québec. [En ligne] [[https://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=REPER6A8VAL19-185912361055u6p3&p_lang=1&p_m_o=SAAQ&p_id_ss_domn=718&p_id_raprt=3628#tri_tertr=11&tri_mun=Les%20%C3%8Eles-de-la-Madeleine%20\(M\)%20](https://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=REPER6A8VAL19-185912361055u6p3&p_lang=1&p_m_o=SAAQ&p_id_ss_domn=718&p_id_raprt=3628#tri_tertr=11&tri_mun=Les%20%C3%8Eles-de-la-Madeleine%20(M)%20)]

- Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2006). *Chapitre 4 – Traitement biologique des déchets solides*. [En ligne] [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf] (Consulté le 19 septembre 2013).
- Harrois, R. (2016). *Bilan énergétique territorial du Pays Médoc, année 2012 – Version 05/2016*. [En ligne] [www.pays-medoc.com/media/2902.pdf] (consulté le 20 janvier 2020).
- Harvie, P. (2020). Courriel de Pascal Harvie, Fruits de mer Madeleine, courriel du 8 janvier 2020.
- Hydro-Québec (2019). *Complément d'information du Plan d'approvisionnement 2020-2029. Réseaux autonomes 2020-2029, Réseaux autonomes*. [En ligne] [http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/529/DocPrj/R-4110-2019-B-0010-Demande-Piece-2019_11_01.pdf] (consulté le 5 décembre 2019).
- Hydro-Québec (2020). *Consommation selon les caractéristiques de l'habitation. Outil de calcul de la consommation*. [En ligne] [<http://www.hydroquebec.com/residentiel/espace-clients/consommation/outils/utilisation-electricite.html>] (consulté le 5 février 2020).
- ISQ (2012). *Estimation de la population des MRC et des territoires équivalents*. Institut de la statistique du Québec. [En ligne] [http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/mrc_total.htm] (Consulté le 19 septembre 2013).
- ISQ (2019). *Estimation de la population du Québec, 1^{er} juillet 1971 à 2019*. [En ligne] [https://stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/structure/qc_1971-20xx.htm] (consulté le 8 avril 2020).
- ISQ (2017). *Bulletin statistique régional - Édition 2017. Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine*. Institut de la statistique du Québec. [En ligne] [<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/bulletins/2017/11-Gaspesie-Iles-de-la-Madeleine.pdf>] (Consulté le 6 janvier 2020).
- ISQ (2020a). *Population selon le groupe d'âge, sexes réunis, MRC de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, 2001, 2006, 2011, 2015-2019*. [En ligne] [https://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/profil11/societe/demographie/demo_gen/pop_age11_mrc.htm] (page consulté le 23 avril 2020).
- ISQ (2020 b). 11 – *La Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine ainsi que ses municipalités régionales de comté (MRC), Fiche synthèse par MRC*. [En ligne] [https://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_11/region_11_00.htm] (consulté le 7 avril 2020).
- F. Payeur, F., Azeredo, A. et Girard, C. (2019). *Données sociodémographiques en bref. Perspectives démographiques des MRC du Québec, 2016-2041*. Institut de la

- statistique du Québec. [En ligne]
[<https://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/conditions-vie-societe/bulletins/sociodemo-vol24-no1.pdf>] (Consulté le 7 avril 2020)
- Leblanc, C. (2020). Courriel de Carl Leblanc, chef des services techniques, PMU et sécurité civile, Centre intégré de santé et de services sociaux des Îles, courriel du 25 février 2020.
- Leblanc, R. (2020). Courriel de Richard Leblanc, conseiller aux entreprises, Emploi Québec, courriel du 26 mai 2020.
- Magnan, T. (2020). Courriel du 5 février 2020 de Thierry Magnan. CTMA.
- Ministère Affaires municipales et Habitation Québec (s.d.). *Indices, connaissances et outils. Indice de vitalité économique*. [En ligne]
[<https://www.mamh.gouv.qc.ca/developpement-territorial/indices-connaissances-et-outils/indices/indice-de-vitalite-economique/>] (page consulté le 20 avril 2020)
- MEI (2020). *Région Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, Démographie*. Ministère de l'Économie et de l'Innovation. [En ligne] [<https://www.economie.gouv.qc.ca/pages-regionales/gaspesie-iles-de-la-madeleine/portrait-regional/demographie/>] (consulté le 22 février 2020).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (2012). *Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. [En ligne] [<http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/guide-inventaire-GES.pdf>] (Consulté le 19 septembre 2013).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (2018). *Inventaire québécois des émissions atmosphériques (IQEA). Émissions totales de gaz à effet de serre (GES) des établissements ayant déclaré au-dessus du seuil de 10 000 tonnes en équivalent CO₂ (éq. CO₂) pour l'année 2017*. Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission, 3 décembre 2018. [En ligne]
[<http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/registre/2017.pdf>] (consulté le 9 octobre 2019)
- MELCC (2019). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2017 et leur évolution depuis 1990*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission, 44 p. [En ligne]
[<http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/2017/inventaire1990-2017.pdf>] (consulté le 16 janvier 2019).
- Municipalité des Îles-de-la-Madeleine (2012). *Diagnostic du territoire*. Horizon 2022. [En ligne] [https://www.muniles.ca/wp-content/uploads/2012-12-03_diagnostic_FINAL.pdf] (consulté le 3 février 2020).

- Municipalité des Îles-de-la Madeleine (2013). *Bâtir ensemble l'avenir, Horizon 2025*. [En ligne] [https://www.muniles.ca/wp-content/uploads/Document_FINAL_PROJET_DE_TERRITOIRE.pdf] (consulté le 14 décembre 2019).
- Municipalité des Îles-de-la-Madeleine (2016). *Une stratégie énergétique pour les Îles-de-la-Madeleine – Document de consultation*. [En ligne] [https://www.muniles.ca/wp-content/uploads/2016-01-26_Document-de-consultation.pdf] (consulté le 15 décembre 2019).
- Noël, Y. (2020). Discussion du 14 avril avec Yannick Noël, Responsable du dragage et adjoint aux opérations maritimes, Dragage I.M.
- ONU (s.d.). *Les changements climatiques*. [En ligne] [<https://www.un.org/fr/sections/issues-depth/climate-change/index.html>] (Consulté le 17 février 2019).
- OTEC (2010). *Cahiers techniques 1 : Bilan énergétique régional*. Rapport, 10 p.
- Papillon, M. (2020). Courriel de Marianne Papillon, Présidente, AMSÉE, courriel du 26 janvier 2020.
- Poirier, M., et Malkova, M. (2013). *Stratégie énergétique territoriale des Îles-de-la-Madeleine. Étape 1 : Bilan énergétique et projections*. Dunsky. 48 pages.
- Prairie Climate Center (2020a). *Atlas Climatique du Canada*. [En ligne] [https://atlasclimatique.ca/map/canada/plus30_2030_85#] (Consulté le 2 novembre 2019).
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (2013). *Le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (1987)*. [En ligne] [http://ozone.unep.org/french/Ratification_status/montreal_protocol.shtml] (Consulté le 19 septembre 2013).
- RÉGÎM (2020). *Horaires*. Régie intermunicipale de transport Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine. [En ligne] [<https://regim.info/>] (consulté le 21 janvier 2020).
- Renaud, G. (2020). Courriel de Gaétan Renaud, Surintendant ESSF, K+S Windsor Salt Ltd., courriel du 10 janvier 2020.
- Renaud L. (2020). Discussion téléphonique avec Léona Renaud, coordonnatrice, Rassemblement des pêcheurs et pêcheuses des côtes des Îles, 13 février 2020.
- Ressources naturelles Canada (s.d.). *Base de données complète sur la consommation d'énergie*. [En ligne] [http://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/evolution/Tableaux_complets/liste.cfm] (consulté le 21 janvier 2020).

- Ressources naturelles Canada (2017). *Cahier d'information sur l'énergie 2016-2017*. [En ligne] [https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/pdf/EnergyFactBook_2016_17_Fr.pdf]
- Richard, J. (2019). Courriel de Josée Richard, gestionnaire de la ressource, secteur des Îles-de-la-Madeleine, au MPO, courriel du 29 août 2019.
- SAAQ (2013). *Dossier statistique – Bilan 2012*. Société de l'assurance automobile du Québec. [En ligne] [http://www.saaq.gouv.qc.ca/rdsr/sites/files/12013002_1.pdf] (Consulté le 19 septembre 2013).
- Statistique Canada (2016). *Profil du recensement, Recensement de 2016, Les Îles-de-la-Madeleine*. [En ligne] [<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=2401023&Geo2=PR&Code2=24&Data=Count&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All>]
- Statistique Canada (2018). *Chiffre de population et des logements – Faits saillants en Tableaux, Recensement de 2016*. [En ligne] [<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/pd-pl/Compleet.cfm>] (consulté le 8 avril 2020).
- TEQ (s.d.a). *Fiche diagnostic/enjeux – Bâtiment résidentiel*. [En ligne] [[https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/Fiche-Statistique Canada \(2019\). Profil du recensement, Recensement de 2016 Les Îles-de-la-Madeleine, Municipalité, Québec et Canada](https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/Fiche-Statistique%20Canada%20(2019).%20Profil%20du%20recensement,%20Recensement%20de%202016%20Les%20Îles-de-la-Madeleine,%20Municipalité,%20Québec%20et%20Canada)] [En ligne] [<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&SearchText=&SearchType=Begins&SearchPR=01&TABID=1&G=1&Geo1=CSD&Code1=2401023&Geo2=PR&Code2=01&type=0&B1=Population>] (consulté le 22 février 2020).
- TEQ (s.d.b). *Fiche diagnostic/enjeux – Bâtiment commercial et institutionnel* [En ligne] [<https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/Fiche-diagnostic-Consultation-TEQ-BCI.pdf>] (Consultée le 16 janvier 2020)
- TEQ (s.d.c). *Fiche diagnostic / enjeux – Bâtiment industriel*. [En ligne] [<https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/Fiche-diagnostic-Consultation-TEQ-Industrie.pdf>] (Consultée le 16 janvier 2020)
- TEQ (s.d.d). *Fiche diagnostic / enjeux – Transport et aménagement durable du territoire*. [En ligne] [<https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/Fiche-diagnostic-Consultation-TEQ-transport-amenagement.pdf>] (Consultée le 16 janvier 2020)
- Thériault, S. (2019). Courriel de Stéphane Thériault, ingénieur responsable des réseaux autonomes, Hydro-Québec, courriel du 10 décembre.

- Thériault, S. (2020). Échange de courriel avec Stéphane Thériault, ingénieur des installations des réseaux autonomes. Hydro-Québec. Courriel du 16 janvier 2020.
- Tirado-Seco, P. et Martineau, G. (2014). *Rapport technique. Comparaison des filières de production d'électricité et des bouquets d'énergie électrique*. CIRAIG. Préparé pour Hydro-Québec. [En ligne] [<https://www.hydroquebec.com/data/developpement-durable/pdf/comparaison-filieres-et-bouquets.pdf>] (consulté le 10 mars 2020).
- Tourisme Îles-de-la-Madeleine (2013). Portrait des visiteurs – Îles-de-la-Madeleine. [En ligne] [<https://www.tourismeilesdelamadeleine.com/fichiersUpload/documents/2013111411552320131114115347-portrait-des-visiteurs-iles-de-la-madeleine-general.pdf>] (consulté le 10 novembre 2019).
- USEPA (2008). *Climate leaders. Greenhouse Gas inventory protocol core module guidance - Optional Emissions from Commuting, Business Travel and Product Transport*. United States Environmental Protection Agency. [En ligne] [http://www.epa.gov/climateleadership/documents/resources/commute_travel_product.pdf] (Consulté le 19 septembre 2013).
- USEPA (2013). *Models and databases*. United States Environmental Protection Agency. [En ligne] [http://www.epa.gov/nrmrl/appcd/combustion/cec_models_dbases.html] (Consulté le 19 septembre 2013).
- Vigneau, S. (2020). Discussion avec Serge Vigneau, inspecteur au MAPAQ, 28 janvier 2020.
- Whitmore, J. et P.-O. Pineau (2018). *État de l'énergie au Québec 2019, Chaire de gestion du secteur de l'énergie*, HEC Montréal, préparé pour Transition énergétique Québec, Montréal. [En ligne] [http://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2018/12/EEQ2019_WEB.pdf] (consulté le 16 janvier 2020)

ANNEXES

Annexe 1

Annexe 1 : Potentiel de réchauffement planétaire des gaz à effet de serre

Les potentiels de réchauffement planétaire (PRP) des GES considérés proviennent du site internet de l'ONU, et sont ceux sur un horizon de 100 ans.

Species	Chemical formula	Lifetime (years)	Global Warming Potential (Time Horizon)		
			20 years	100 years	500 years
CO ₂	CO ₂	variable §	1	1	1
Methane *	CH ₄	12±3	56	21	6.5
Nitrous oxide	N ₂ O	120	280	310	170
HFC-23	CHF ₃	264	9100	11700	9800
HFC-32	CH ₂ F ₂	5.6	2100	650	200
HFC-41	CH ₃ F	3.7	490	150	45
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	17.1	3000	1300	400
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	32.6	4600	2800	920
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	10.6	2900	1000	310
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	14.6	3400	1300	420
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	1.5	460	140	42
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	3.8	1000	300	94
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	48.3	5000	3800	1400
HFC-227ea	C ₃ H ₂ F ₇	36.5	4300	2900	950
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	209	5100	6300	4700
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	6.6	1800	560	170
Sulphur hexafluoride	SF ₆	3200	16300	23900	34900
Perfluoromethane	CF ₄	50000	4400	6500	10000
Perfluoroethane	C ₂ F ₆	10000	6200	9200	14000
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	2600	4800	7000	10100
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	2600	4800	7000	10100
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	3200	6000	8700	12700
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	4100	5100	7500	11000
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	3200	5000	7400	10700

La rédaction de ce rapport a aussi nécessité de connaître les PRP d'autres GES :

Protocole	Réfrigérants	PRP	Source
Kyoto	R410a	1 725	http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg3/index.php?idp=144
Kyoto	R414b	1 365	http://www.refrigerants.com/pdf/2011_Ref%20Guide_print.pdf
Montréal	R12	10 900	https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf
Montréal	R22	1 810	https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf

Annexe 2

Annexe 2 : Plan d'action de réduction de GES

Plan d'action pour la réduction des GES 2014-2019	Échéancier	Réductions anticipées (t éq.CO ₂ /an)	Réductions observées en 2017 (t éq.CO ₂ /an)	Commentaire
C. Secteurs des bâtiments				
A1. Remplacer tous les éclairages de type T12 par des T8	Réalisée	47,5	-	Réalisée en 2013 Il n'est pas possible de conclure si cette action a généré une réduction puisque la consommation des bâtiments de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a globalement augmenté
A2. Remplacer tous les éclairages des sorties de secours par des systèmes à DEL	Réalisée	3,9	-	Réalisée avant 2017 Il n'est pas possible de conclure si cette action a généré une réduction puisque la consommation des bâtiments de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a globalement augmenté
A3. Remplacer tous les thermostats ordinaires par des thermostats électroniques	Réalisée	23,4	-	Réalisée dans la majorité des bâtiments, remplacement en cas de bris Il n'est pas possible de conclure si cette action a généré une réduction puisque la consommation des bâtiments de la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine a globalement augmenté
A4. Installer des boutons presseurs dans toutes les douches des installations sportives	Réalisée	32,3	-	Réalisée avant 2017
A5. Convertir l'éclairage de rue aux DEL — Volet 1	Réalisée	7,9	Voir A14	Réalisée avant 2017, sauf l'éclairage d'ambiance comme sur le chemin du Quai.
A6. Remplacement de 2 aérothermes au mazout situés dans les garages par des équipements plus efficaces	Réalisée	N/C	-	Réalisée partiellement en 2018
A7. Réaliser des mesures d'efficacité énergétique au CGMR	Partiellement réalisée En cours	133,8	Hausse de 296,5	Réalisée en 2017 : remplacement de chauffage au mazout par du chauffage électrique radiant, mais beaucoup de problèmes liés au confort ont été observés, donc les radiants ont été retirés en 2018 Augmentation de la consommation d'électricité de 469 283 kWh Baisse de la consommation de mazout de 5 293 L
A8. Réaliser des mesures d'efficacité énergétique dans l'ancien aréna de Cap-aux-Meules	Réalisée	4,3	30,0	Changement d'usage : aréna converti en entrepôt froid Réduction de 45 341 kWh observée
Actions de réduction envisagées à court terme (<2 ans)				
A9. Réaliser le projet des arénas	2017	213,9		Réalisée en 2019, exclue de la présente analyse
A10. Regrouper les services administratifs municipaux dans un unique bâtiment	Réalisée	34,4	20,8	Réalisée avant 2017 Augmentation de la consommation d'électricité du bâtiment de 68 773 kWh et réduction de mazout de 24 027 L. Causes : rénovation, modification du système de chauffage et récupération de chaleur

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

A11. Regrouper les services de mécanique et de voirie dans un unique garage	2018	80,6	-	En cours, réalisation d’une étude énergétique en 2019
A12. Installer progressivement des thermostats électroniques programmables dans les bâtiments municipaux	2017-2018	17,0	-	Réalisée partiellement en 2017, mais suivie
A13. Réaliser des audits énergétiques dans les bâtiments municipaux	2019	N/C	-	En cours (2018 et 2019)
A14. Convertir l’éclairage des rues aux DEL – Volet 2	Réalisée	176,1	137	Réalisée en 2017, sauf l’éclairage d’ambiance sur chemin du Quai Baisse de la consommation d’électricité pour l’éclairage des rues de 206 540 kWh
A15. Réaliser des mesures d’efficacité énergétique pour l’éclairage extérieur des bâtiments	2017-2018	20,4	-	En cours (2018-2019-2020)
A16. Réaliser des mesures d’efficacité énergétique pour l’éclairage extérieur des sites patrimoniaux	2017-2018	13,5	-	Non réalisée
A17. Rationaliser les compteurs électriques, notamment ceux de l’éclairage extérieur et des sites sportifs	2018	0,0	-	Non réalisée
Actions de réduction à mettre en œuvre à moyen terme (2 à 5 ans)				
A18. Implanter un réseau de chaleur à la biomasse résiduelle	2019	234,3		Réévaluation reportée à 2020
A19. Revoir la vocation du bâtiment de la Pointe à Grande-Entrée	2019	22,8	19,9	Non réalisée, mais réduction de 30 024 kWh observée
A20. Convertir le système d’éclairage de spectacle aux DEL	2019	3,7	-	En cours, non réalisée en 2017
A21. S’assurer de l’extinction des équipements informatiques municipaux	2019	N/C	-	Non réalisée en 2017, sensibilisation ponctuelle faite
A22. Améliorer l’efficacité énergétique de la piscine régionale	2019	N/C		En cours d’évaluation
A23. Améliorer l’efficacité énergétique des systèmes de pompage de l’eau potable et des eaux usées	2019	N/C	Hausse de 223,9	Depuis quelques années, installation systématique de moteurs de type « solfstart » lors de remplacement pour réduire la consommation énergétique Augmentation de la consommation d’électricité de 816 675 kWh des stations de pompage. Causes : Augmentation de la consommation des systèmes existants (77 %) et ajout de 6 systèmes de pompage (23 %)
D. Secteur des véhicules				
B1. Réduire la fréquence de collecte des matières résiduelles	Réalisée	17,9	Hausse de 90,1	Réalisée en 2013 Augmentation de la consommation de 33 000 L. Cause : augmentation de la taille des moteurs
B2. Remplacer 2 coupe-bordures par des équipements électriques	Réalisée	0,4	-	Réalisée avant 2017 Les réductions attendues sont minimales pour être observées sur l’inventaire global
B3. Choisir un véhicule plus économique pour le système de son régional	Réalisée	0,5	84,9 (inclut les GES des réfrigérants)	Réalisée avant 2017

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

				Il n'est pas possible d'isoler un seul véhicule dans l'ensemble de l'inventaire, mais des réductions importantes ont été observées pour le parc automobile municipal : réduction de 29 844 L= 84,9 t éq. CO ₂
B4. Continuer le remplacement progressif des gyrophares des véhicules par des gyrophares à DEL	En cours	0,7	-	Réalisée Il n'est pas possible d'isoler ce type d'équipement dans l'ensemble de l'inventaire, mais des réductions importantes ont été observées pour le parc automobile municipal : réduction de 29 844 L = 84,9 t éq. CO ₂
B5. Installation pilote d'un panneau solaire alimentant les gyrophares des véhicules affectés aux chantiers	2017	N/C	-	Non réalisée, étudié en 2018, avec contact au Centre de gestion de l'équipement roulant. Couplage avec coupe-moteur évalué comme plus optimal
B6. Revoir les procédures de travail pour limiter les déplacements	2018	N/C	-	Non réalisée de façon systématique, mais le regroupement à la mairie et le regroupement des garages ont été effectués
B7. Instaurer une politique de bonne utilisation des véhicules municipaux et sensibiliser les conducteurs	En cours	N/C	-	Non réalisée, sauf projet SAUVêR
B8. Installation pilote d'un coupe-moteur sur un véhicule municipal	2018	0,9	-	Non réalisée, réévaluation en 2018-2019
B9. Ajuster la politique d'achat des véhicules pour réduire la consommation de carburant	2018	N/C	-	Réalisée en 2019, rédaction d'un guide interne d'aide à la décision
E. Secteur de la production de l'eau potable et du traitement des eaux usées				
C1. Réviser la réglementation concernant l'utilisation de l'eau potable et sensibiliser le secteur de la construction	2017	N/C	-	Non réalisée, prévue en 2020
C2. Sensibiliser les citoyens à une gestion durable de l'eau potable et promouvoir les bonnes actions	En continu	N/C		Sensibilisation ponctuelle
F. Secteur du transport				
D1. Entreprendre le pavage des accotements de certains tronçons pour favoriser le transport actif	En continu	N/C	-	Non réalisée
D2. Promouvoir les modes de transports écoresponsables, dont le transport en commun	En continu	N/C	-	Réalisée partiellement, promotion du RÉGÎM
D3. Sensibiliser la population contre la marche au ralenti des véhicules	En continu	N/C	-	Non réalisée
D4. Favoriser l'implantation à l'intérieur des périmètres d'urbanisme existants	En continu	N/C	-	Partiellement effectuée, début de discussion interne en 2019

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

G. Secteur des matières résiduelles				
E1. Ajouter une politique écoresponsable aux contrats de location des salles municipales	2019	N/C	-	Réalisée partiellement : Politique ajoutée pour le tri, réévaluée pour le restaurant du centre multisportif
E2. Poursuivre les installations d'équipements de tri dans les lieux publics extérieurs	En continu	N/C	-	Réalisée en 2012-2017, mais retrait de certains équipements comme pilotes en 2019 (plage publique, etc.)
E3. Poursuivre la sensibilisation au compostage et au recyclage auprès des citoyens et des ICI	En continu	N/C	-	Réalisée
E4. Continuer à rechercher et tester des solutions de valorisation locales des matières résiduelles dans un objectif d'implantation	En continu	N/C	-	Appui aux projets du CERMIM : Béton vert, coquilles et chaux, récupération des bardeaux asphalte <ul style="list-style-type: none">• Bardeaux d'asphalte : 0,8 t éq. CO2 (en 2019)• Coquilles : 19 t éq. CO2 en 2019
H. Autres mesures				
F1. Rédiger et adopter une stratégie énergétique des Îles-de-la-Madeleine	Réalisée	N/C	-	En cours de réalisation
F2. Élaborer et mettre en œuvre une première politique environnementale	2017	N/C	-	Réalisée en 2016, mise en œuvre partielle
F3. Revoir le cadre règlementaire entourant l'installation des petits systèmes de production d'énergies renouvelables	2018	N/C	-	À réévaluer en 2019
F4. Agir sur l'éclairage extérieur, son efficacité énergétique et la pollution lumineuse qu'il engendre	2018	N/C	-	2019- Obtention de financement pour sensibilisation et projet pilote prévu en 2020 dans Climat municipalités
F5. Concevoir un guide de la rénovation et de la construction écoresponsable à l'usage des citoyens	2018	N/C	-	Réalisée en 2018 (Guide sur MR fait par le CERMIM et Ré-utiles) et en 2019 (11 fiches produites par Écobatiments pour l'efficacité énergétique)
F6. Poursuivre les campagnes de plantation d'arbres sur le territoire	En continu	N/C	-	Réalisée
F7. S'associer étroitement au projet de jumelage éolien-diésel d'Hydro-Québec	En continu	N/C	-	En cours, en fonction à l'automne 2019
F8. Documenter, suivre et anticiper les changements climatiques	En continu	N/C	-	Suivi de plusieurs démarches significatives (UQAR, Ouranos) 2019 -Plan d'adaptation aux changements climatiques ciblé comme priorité au Forum des partenaires et pour la municipalité
F9. Refaire l'inventaire des émissions de GES de l'Agglomération et adopter un nouveau plan d'action	2019	N/C	-	En cours : 2019-2020
TOTAL			Hausse de 227,8	

Annexe 3

Annexe 3 : Revue de littérature sur les bilans énergétiques territoriaux

Dans un contexte d'urgence climatique, de nombreuses régions réalisent le bilan énergétique de leur territoire afin de déterminer les pistes de réduction en lien avec leur consommation énergétique (Gilboire et autres, 2019; Agence martiniquaise de l'énergie, 2018 et Chabillon et Strobel, 2017). L'objectif de cette section est de passer en revue plusieurs analyses effectuées dans différents milieux afin d'orienter la rédaction d'un bilan énergétique aux ÎdM. À cette fin, la présente revue de littérature regroupe deux types de régions : les milieux insulaires ainsi que les régions québécoises.

1.1 MILIEUX INSULAIRES ÉLOIGNÉS

	Régions insulaires	Régions québécoises
Information présentée	<ul style="list-style-type: none"> - Production d'énergie à partir de ressources fossiles et d'énergie renouvelable - Présentation des flux énergétiques sous la forme d'un diagramme de Sankey - Taux de dépendance aux ressources fossiles et taux de pénétration des énergies renouvelables - Ventilation par secteur d'activité (résidentiel, tertiaire, industriel, agriculture, transport routier et aérien) - Énergie primaire (éoliennes, photovoltaïque, solaire thermique, bagasse, déchets ménagers et le biogaz) - Évolution des nombres de véhicules électriques 	<ul style="list-style-type: none"> - Méthodologies utilisées et limites - Profil démographique et socioéconomique de la région - Ventiler par secteur (résidentiels, commerciale, institutionnel, agricole, industriel et transport) et par type d'énergie (essence, mazout, propane et gaz naturel) - Transport routier estimé au prorata des nombres de véhicules sur le territoire sur les véhicules au Québec et sur les données du RIN - Consommation industrielle estimée à partir des données génériques et rapportée aux nombres d'employés par code SCIAN dans la région - Consommation commerciale estimée à partir de données génériques - Quantification des réductions potentielles par la production d'énergie primaire
Similarité	<ul style="list-style-type: none"> - Électricité produite à partir de carburants fossiles - Éloignement géographique - Région non interconnectée 	<ul style="list-style-type: none"> - Même contexte légal - Accès aux outils et à la documentation utilisés (RIN, données de la SAAQ, de l'OEE, etc.)
Différence	<ul style="list-style-type: none"> - Population beaucoup plus importante - Contexte légal différent 	<ul style="list-style-type: none"> - Raccordement au réseau national d'hydroélectricité - Régions ressources - Beaucoup de biomasses - Présence importante des industries
Indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> - Énergie par habitant (PJ/habitant) - kg éq. CO₂/habitant - kg éq. CO₂/kWh - Énergie potentielle produite par de nouvelles filières locales 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de la consommation énergétique potentielle - Production potentielle d'énergie primaire - Comparaison de la répartition de l'énergie consommée (PJ) par secteur d'activité avec les moyennes québécoises - Comparaison de la répartition de l'énergie consommée (PJ) par type d'énergie avec les moyennes québécoises - Consommation d'énergie renouvelable vs énergie fossile consommée (PJ)

Les régions éloignées sont confrontées à un contexte particulier : l'éloignement géographique qui nécessite la production d'électricité souvent à partir de carburants fossiles qui doivent être importés. Les ressources naturelles sont également limitées, ce qui restreint le potentiel de production par biomasse. Afin de cerner les problématiques spécifiques qui sont liées à l'insularité, trois études portant sur des régions insulaires françaises ont été consultées, soit la Réunion, la Nouvelle-Aquitaine et la Martinique. Ces études présentent l'évolution du portrait énergétique sur plus d'une dizaine d'années. Ces analyses présentent plusieurs similarités, chacune d'elle décrit la production d'énergie à partir des ressources fossiles et d'énergie renouvelable à partir des ressources locales. L'énergie est répartie en trois catégories : la production primaire, la production secondaire et la consommation finale d'énergie. Elle est également répartie par source d'énergie (pétrole, propane, gaz naturel, éolien, solaire, etc.) et présentée sous la forme d'un diagramme de Sankey afin d'illustrer les flux énergétiques dont les pertes qui sont observées à chacune des étapes. L'utilisation de l'énergie finale est également répartie dans les secteurs d'activité suivants : résidentiel, tertiaire, industriel, agriculture, transport routier et aérien. Des centrales au combustible fossile produisent la majorité de l'électricité de ces régions; les bilans servent ainsi à évaluer le taux de dépendance aux ressources fossiles ainsi qu'à évaluer le taux de pénétration des énergies renouvelables. Les ressources locales utilisées pour produire de l'énergie sont les suivantes : éoliennes, photovoltaïque, solaire thermique, bagasse, déchets ménagers et le biogaz (Agence martiniquaise de l'énergie, 2018; Gilboire et autres, 2019, et AREC, 2017).

Ces bilans comparent également les émissions liées à la production d'électricité avec d'autres milieux insulaires; une seule étude mentionne les émissions produites par kilowatt-heure (kWh) sur le continent. Le potentiel de développement de nouvelles filières énergétiques est également présenté et permet d'évaluer l'énergie qui pourrait être produite à partir des ressources locales. Ces études décrivent les émissions de GES liées à la production d'électricité et à la consommation d'énergie par habitant et la comparent avec d'autres régions françaises non interconnectées (Agence martiniquaise de l'énergie, 2018; Gilboire et autres, 2019, et AREC, 2017).

Le bilan de la Réunion présente également l'évolution du parc automobile dans le temps ainsi que l'évolution du nombre de véhicules électriques et hybrides (Gilboire et autres, 2019).

Ces régions comportent des similitudes avec les ÎdM. En raison de leur éloignement géographique, elles doivent s'approvisionner en énergies de manière autonome, ainsi les centrales aux carburants fossiles demeurent l'option la plus accessible. Les populations de ces îles françaises sont toutefois largement supérieures à celles des ÎdM. Bien que ces études présentent des résultats très intéressants pour les milieux insulaires, comme la méthodologie n'est pas décrite dans ces études, il n'est donc pas possible de s'en inspirer pour la réalisation du bilan énergétique des ÎdM.

1.2 QUÉBEC

Dans un deuxième temps, plusieurs bilans réalisés au Québec ont été consultés. Ces études permettent de connaître les méthodologies utilisées dans la province ainsi que leur limite,

puisqu'elles pourront inspirer celles utilisées pour la réalisation du bilan énergétique aux ÎdM. Pour ce faire, les portraits énergétiques de quatre régions du Québec ont été consultés, soit Lanaudière, Les Laurentides, Abitibi-Ouest et la Ville de Laval.

Ces études comportent plusieurs similarités. D'une part, la présentation du profil démographique et socioéconomique de la région à l'étude occupait une part importante dans chacun des rapports. De plus, ces études présentaient la consommation d'énergie par secteur (résidentiel, commercial, institutionnel, agricole, industriel et transport) et par type d'énergie (essence, mazout, propane et gaz naturel). Le secteur des transports exclut le transport maritime contrairement aux études portant sur des milieux insulaires.

Les études portant sur les régions de Lanaudière et des Laurentides ont utilisé des méthodologies similaires se basant sur des données québécoises génériques. En effet, la consommation du secteur industriel est basée sur les données de Statistiques Canada, du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) et de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE). Les bases de données de Statistiques Canada permettent de déterminer le nombre d'emplois dans chacun des secteurs selon les codes SCIAN pour le Québec ainsi que pour la région à l'étude. Les données de l'OEE sont utilisées pour évaluer la consommation de chacun des secteurs pour le Québec ainsi que pour la région à l'étude. Les données résidentielles sont basées sur les données de l'OEE par type d'habitation. Finalement, la consommation du secteur des transports est basée sur le ratio de véhicules de la région à l'étude sur les véhicules totaux au Québec puis multipliée par la consommation totale du secteur des transports au Québec du RIN (Godbout et autres, 2013 et Boubacar et Gratton, 2013). L'ensemble des données est comparé avec les données de consommation québécoise. (Godbout et autres, 2013)

Les portraits de l'Abitibi-Ouest et de Laval sont basés sur des études réalisées sur le territoire. En effet, l'étude de Abitibi-Ouest se base sur une étude réalisée par la SADC locale. La méthodologie n'est pas expliquée, mais cet exercice permet de déterminer les actions ainsi que les niveaux de priorité pour des enjeux énergétiques (SADC d'Abitibi, 2013). Le portrait de la Ville de Laval se base majoritairement sur un inventaire de GES réalisé sur le territoire. La consommation du secteur du transport provient d'une vaste étude nommée Origine-Destination visant à dresser un portrait des déplacements sur le territoire (Conseil régional de l'environnement (CRE) de Laval, 2012).

Les bilans énergétiques de Laval et de Lanaudière présentent les émissions de GES liées à la production et à la consommation d'énergie tandis que celui des Laurentides présente les réductions potentielles liées au plan d'action. (CRE Laval, 2012 et Boubacar et Gratton, 2013)

La production d'énergie renouvelable dans ces quatre régions est principalement basée sur l'hydroélectricité et la biomasse. Deux régions produisent également du biogaz à partir des LET et les énergies solaires, géothermiques et éoliennes sont mentionnées en faible importance.

Trois des études ont permis de connaître les filières énergétiques potentielles et de quantifier l'énergie qui pourrait être produite par des ressources locales. Le bilan de

Lanaudière a permis de cibler six ressources locales, dont l'hydroélectricité, la biomasse et l'éolienne; celui d'Abitibi-Ouest a ciblé la biomasse et la production de biogaz par la captation dans les lieux d'enfouissement technique (LET) comme ressources locales avec le plus fort potentiel. Le bilan de Laval a permis de cibler des réductions par la production d'énergie à partir de la biomasse, la réduction des émissions par l'optimisation des transports urbains et la mise en place des mesures d'efficacité énergétique.

Les portraits énergétiques des régions administratives du Québec sont basés sur deux types de données, soit des données génériques rapportées au prorata du nombre de la population locale ou du nombre d'entreprises, ou encore des études précises réalisées sur ces territoires. Ces régions sont différentes des ÎdM à plusieurs égards, notamment la prédominance de l'hydroélectricité, la présence importante de biomasse sur le territoire ainsi que la présence de nombreuses industries. Ces différences impactent de manière considérable le portrait énergétique du territoire. Certaines méthodologies pourront être utilisées dans l'analyse afin de comparer la consommation énergétique des secteurs avec celle qui a été estimée.

En comparant les portraits québécois et français, on observe plusieurs distinctions. Les portraits québécois mettent moins l'accent sur les GES ainsi que sur les flux énergétiques; ils décrivent plutôt la consommation et la production d'énergie.

Annexe 4

Annexe 4 : Équivalence énergétique**Facteurs de conversion par type de carburants (Gouvernement du Canada, 2016)**

Carburant	Unité (m³)	Unité (L)	Équivalent énergétique (GJ/m³)
Essence d'aviation	1 m³	1000 L	33,52
Essence	1 m³	1000 L	34,66
Diésel	1 m³	1000 L	38,68
Mazout léger	1 m³	1000 L	36,72
Mazout lourd	1 m³	1000 L	41,73
Propane	1 m³	1000 L	25,53
Électricité			
Électricité	1 kWh		

Prix moyen à la pompe pour la région GIM

Essence ordinaire	\$/L	1,181	Gouvernement du Québec, 2017a
Diesel	\$/L	1,155	Gouvernement du Québec, 2017b

Facteurs d'émissions pour la combustion fixe (Environnement et Changement climatique Canada, 2019)

Type de carburant	Secteur	Unité	Facteurs d'émissions (g/unité)			FE (kg/unité)
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Éq. CO ₂
Diesel		g/L	2,681	0.133	0.4	2.8
Gaz naturel		g/m³	1 887	0,037	0,035	1,9
Kérosène		g/L	2,560	0.026	0.031	2.6
Mazout léger	Construction, industriel et commercial	g/L	2 753	0,026	0,031	2,8
Mazout léger	Résidentiel	g/L	2 753	0,026	0,006	2,8
Mazout léger	Centrales électriques	g/L	2 753	0,18	0,031	2,8
Mazout lourd	Centrales électriques	g/L	3 156	0,034	0,064	3,2
Propane		g/L	1,515	0.024	0.108	1.5
Bois		g/TJ	112 000	30	4	1,9

Affluence touristique aux Îles-de-la-Madeleine

Année	Nombre de touristes	Source
2011	46 668	Tourisme Îles-de-la-Madeleine, 2013
2012	51 345	Tourisme Îles-de-la-Madeleine, 2013
2017	73 100	Anne Bourgeois, Tourisme Îles-de-la-Madeleine, 2017

Annexe 5

Annexe 5 : Valeurs et facteurs d'émissions considérés pour le calcul du transport terrestre

Distance annuelle par type de véhicules

Type de véhicules	Distance moyenne (km/an)	Source
Voiture	12 640	Distance utilisée par Poirier et Malkova (2013) à laquelle ont été déduits 21 % (diminution observée entre 2011 et 2017 (Tableau 21, RnCan, s.d.))
Camions légers	13 280	Distance utilisée par Poirier et Malkova (2013) à laquelle ont été déduits 21 % (diminution observée entre 2011 et 2017 (Tableau 21, RnCan, s.d.))
Camions lourds	33 488	Distance utilisée par Poirier et Malkova (2013) à laquelle ont été déduits 8 % (diminution observée entre 2011 et 2017 (Tableau 37, RnCan, s.d.))
Motocyclette	1 500	Poirier et Malkova (2013)
VTT	1 500	Poirier et Malkova (2013)
Motoneige	1 500	Poirier et Malkova (2013)
Cyclomoteur	1 500	Poirier et Malkova (2013)
Autobus scolaire	381 600	Cyr (2019) Estimé à partir du kilométrage quotidien et du nombre de jours d'école

Distance annuelle par type de véhicules adapté en fonction des ventes de carburants

Type de véhicules	Distance moyenne (km/an)
Voitures - essence	13 241
Camions légers - essence	13 912
Voitures - diesel	10 741
Camions légers - diesel	11 285
Camions lourds - essence	35 081
Camions lourds - diesel	28 457
Motocyclette	1571
VTT	1571
Motoneige	1571
Cyclomoteur	1571

Consommation moyenne par type de véhicules

Type de véhicules	Consommation moyenne (L/100 km)	Source
Autos	8,3	TEQ (s.d.)
Camions légers (pick-up)	11,1	TEQ (s.d.)
Motos	5,4	Poirier et Malkova (2013)
Cyclos	5,4	Poirier et Malkova (2013)
Autobus et autobus scolaires (camions moyens)	65	Poirier et Malkova (2013)
Camion ou tracteur routier	30,8	TEQ (s.d.)
VTT	5,4	Même consommation que les motocyclettes
Motoneige	12,3	Poirier et Malkova (2013)

Autres hypothèses de consommation de carburants

Consommation par année	L/an	Hypothèse
Machinerie	300 000	Comprend l'ensemble des machineries sur le territoire
Machinerie agricole	5 000	Suppose 30 machineries agricoles
Circulation restreinte	5 000	Nombre de véhicules basé sur les données de la SAAQ

Facteurs d'émissions des véhicules terrestres (Environnement et Changement climatique Canada, 2019)

Type de véhicules		Unité	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ éq.
Léger	Essence	g/L	2307	0,14	0,022	2317
Lourd	Essence	g/L	2307	0,068	0,2	2370
Hors route	Essence	g/L	2307	7,845	0,038 5	2484
Léger	Diésel	g/L	2681	0,051	0,22	2750
Lourd	Diésel	g/L	2681	0,11	0,151	2730
Hors route	Diésel	g/L	2681	0,073	0,022	2689
Véhicules au gaz naturel		g/L	1.9	0.0088	0.00006	2
Véhicules au propane		g/L	1515	0.64	0.087	1555
Motocyclette	Essence	g/L	2307	0,77	0,041	2336

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

Avion	Essence d'aviation	g/L	2 365	2,2	0,23	2483
Bateau	Essence	g/L	2 307	0,22	0,063	2331
Bateau	Diésel	g/L	2 681	0,25	0,072	2709
Propane		g/L	1,515	0.64	0.028	1537

Annexe 6

Annexe 6 : Consommation énergétique détaillée par secteur pour le scénario 1

[illegible]

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

[illegible]

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

Énergie finale par secteur	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026
Institutionnel	102 741	90 143	80 914	79 840	78 798	77 789	76 811	75 864	74 947	93 640
Commercial	186 468	209 379	206 905	211 359	212 801	214 197	215 429	217 263	217 733	218 237
Industriel	89 961	89 961	89 961	89 961	89 961	89 961	89 961	89 961	89 961	89 961
Résidentiel	641 123	686 935	675 963	678 744	679 395	681 083	682 513	684 979	684 236	681 678
Pertes des centrales	75 672	75 276	78 408	72 676	69 014	69 891	70 723	71 727	72 252	4 968
Transport routier	594 974	594 857	594 739	594 622	594 505	594 387	594 270	594 153	594 036	593 919
Transport maritime	553 502	558 861	564 420	570 185	576 166	582 370	588 805	595 481	602 406	609 590
Transport aérien	67 040	67 040	67 040	67 040	67 040	67 040	67 040	67 040	67 040	67 040
TOTAL	2 311 481	2 372 453	2 358 350	2 364 428	2 367 680	2 376 718	2 385 553	2 396 468	2 402 611	2 359 032

Annexe 7

Annexe 7 : Détail des émissions de GES du scénario 1

[illegible]

Bilan énergétique des Îles-de-la-Madeleine

[illegible]

Tableau 43. Prévission des émissions de GES par secteur d’activité

Secteur d’activité	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026
Institutionnel	15 145	13 922	13 403	12 393	11 586	11 420	11 258	11 101	10 948	3 985
Commercial	31 943	34 284	34 062	32 926	31 574	31 923	32 242	32 669	32 845	6 173
Industriel	17 259	17 185	17 273	16 092	15 167	15 166	15 166	15 167	15 166	1 775
Résidentiel	93 906	99 353	98 160	93 947	90 321	91 197	92 028	93 049	93 483	25 216
Transport routier	40 083	40 076	40 068	40 060	40 052	40 044	40 036	40 029	40 021	40 013
Transport maritime	38 744	39 119	39 508	39 912	40 331	40 765	41 216	42 683	42 168	42 671
Transport aérien	4 965	4 965	4 965	4 965	4 965	4 965	4 965	4 965	4 965	4 965
TOTAL	242 045	248 904	247 439	240 295	233 996	235 481	236 912	238 663	239 597	124 798