

Aires infestées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2021

12 novembre 2021

Version 1.0

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Direction de la protection des forêts
Service de la gestion des ravageurs forestiers
2700, rue Einstein, local D.2.370a
Québec (Québec) G1P 3W8
Téléphone : 418 643-9679
Télécopieur : 418 643-0381
Courriel : dpf@mffp.gouv.qc.ca

Relevés aériens

Maxime Prévost-Pilon, Bertrand Daigle, Pierre De Rainville, Jessica Durand, Christian Guimont, Simon Potvin, Maxime Tanguay, Maude Boissonneault (stagiaire) et Charles Simard (stagiaire). Direction de la protection des forêts
Pierre-Luc Noël, Unité de gestion de la Gaspésie
Michèle Simard, Unité de gestion de Saguenay-Sud-et-Shipshaw

Pilotes

Jean Gosselin, Simon Cormier, Olivier Giroux-Ayotte et Julien Provost

Traitement géomatique et cartographie

Jonathan Faucher, Milène Beaudoin, M. Sc. Djoan Bonfils, M.Sc., Marie-Pierre Drouin et Gabrielle Thibault, ing.f., Direction de la protection des forêts

Collaborateurs

Simon Fortier, ing.f., Cédric Fournier, ing.f., M. Sc. Antoine Dérick-Côté, ing.f. et Pierre Therrien, biol., Ph. D., Direction de la protection des forêts
Jérôme Garet, ing.f., M. Sc., Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers
Marie-Pierre Samson, Direction des inventaires forestiers

Photos

Direction de la protection des forêts

Cette publication, conçue pour une impression recto verso, est uniquement accessible en ligne à l'adresse <https://mffp.gouv.qc.ca/le-ministere/publications/>.

Référence

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2021). *Aires infestées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2021*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de la protection des forêts, 22 p.

Suivi des modifications

Version 1.0 : Document original

© Gouvernement du Québec
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021
ISBN (PDF) : 978-2-550-90613-1

Table des matières

Introduction	1
Faits saillants 2021	1
Évaluation de la défoliation annuelle de la TBE	3
Contexte	3
Méthodes d'évaluation de la défoliation annuelle de la TBE	3
Résultats 2021	5
Tableau 1. Superficies infestées (ha) par la TBE au Québec depuis 1992	5
Figure 1. Superficies annuelles totales touchées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette depuis les 10 dernières années.....	6
Tableau 2. Superficies (ha) touchées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2021 par région administrative	7
Section cartographique	8
Carte 1. Méthodes d'évaluation de l'étendue des dommages en 2021	9
Carte 2. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2021	10
Carte 3. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative du Bas-Saint-Laurent.....	11
Carte 4. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean.....	12
Carte 5. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Capitale-Nationale	13
Carte 6. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Mauricie	14
Carte 7. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de l'Outaouais	15
Carte 8. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue	16
Carte 9. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Côte-Nord	17
Carte 11. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine.....	19
Carte 12. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Chaudière-Appalaches.....	20
Carte 13. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative des Laurentides	21

Introduction

Les forêts sont essentielles au bien-être des Québécois. Le gouvernement est donc soucieux de mettre celles-ci en valeur et de les protéger, notamment pour limiter certains effets négatifs causés par les insectes et les maladies. Avec la Stratégie d'aménagement durable des forêts, le gouvernement du Québec prend en compte les effets de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) dans sa gestion forestière. Des mesures de prévention sont alors intégrées à la planification de l'aménagement forestier. Dans les forêts vulnérables, la lutte directe avec un insecticide biologique, le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (*Btk*), est parfois utilisée en complémentarité avec la récolte des peuplements touchés par la TBE afin d'atténuer les conséquences socioéconomiques des épidémies. Finalement, en fonction de l'évolution de l'épidémie et des effets appréhendés, la récolte des arbres moribonds ou morts depuis peu réduit les pertes de matière ligneuse.

Pour être en mesure d'appliquer les approches de la Stratégie, il est primordial de connaître la localisation et l'étendue des superficies touchées par l'insecte en faisant des relevés terrestres, aériens et par imagerie satellitaire.

Ce rapport contient un profil exhaustif de l'étendue de l'épidémie de la TBE ainsi que la description des méthodes d'évaluation de la défoliation annuelle par le relevé aérien et l'imagerie satellitaire réalisées en 2021.

Faits saillants 2021

- Une diminution de l'intensité des dégâts causés par la TBE a été observée au Québec.
- Les superficies touchées au Québec atteignent 12 229 847 ha.

Les faits marquants dans les régions les plus touchées sont les suivants :

- dans le Bas-Saint-Laurent, les superficies touchées ont augmenté de 23 %, passant de 1 316 999 ha en 2020 à 1 621 860 ha en 2021. La défoliation est surtout de niveaux « léger » et « modéré »;
- dans la région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, les superficies touchées ont augmenté de 22 % (1 472 366 ha en 2020 vs 1 789 697 ha en 2021). La défoliation est en grande majorité de niveau « léger »;
- au Saguenay–Lac-Saint-Jean, les aires défoliées ont fortement diminué (35 % de diminution). La diminution des dommages est nettement marquée pour les niveaux « modéré » et « grave » dans la région;
- dans la région de la Capitale-Nationale, les superficies touchées ont augmenté de 37 %, soit de 110 935 ha en 2020 à 151 837 ha en 2021;
- dans la région de l'Outaouais, les dommages ont augmenté de 26 %, les superficies étant passées de 623 830 ha en 2020 à 785 990 ha en 2021;
- en Abitibi-Témiscamingue, la superficie touchée a diminué, passant de 2 551 559 ha à 2 201 259 ha. Les dommages ont diminué essentiellement dans l'ouest, au Témiscamingue, mais il y a toujours une progression des dommages vers l'est;
- sur la Côte-Nord, les superficies touchées ont beaucoup diminué en superficie et en intensité;

- dans le Nord-du-Québec, les dommages ont aussi connu une forte augmentation, passant de 40 397 ha à 333 547 ha;
- dans la région de la Chaudière-Appalaches, les superficies touchées atteignent 20 844 ha;
- dans la région des Laurentides, les dommages ont connu une augmentation, passant de 2 591 ha à 24 234 ha.

Évaluation de la défoliation annuelle de la TBE

Contexte

Un relevé aérien est réalisé annuellement par la Direction de la protection des forêts (DPF) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) depuis 1967. Il permet d'évaluer l'étendue et la gravité des dommages causés par les principaux ravageurs forestiers, dont la TBE. Il est également utilisé à d'autres fins comme la délimitation des superficies touchées par différentes perturbations naturelles (feux de forêt, chablis, verglas, etc.), l'évaluation de l'efficacité des traitements aériens d'insecticides biologiques et le suivi du dépérissement des érablières.

L'année 2021 marque un virage important dans la méthode d'évaluation. La DPF, en collaboration avec la Direction des inventaires forestiers (DIF), a développé des méthodes qui combinent le survol aérien des dommages annuels et l'imagerie satellitaire.

Méthodes d'évaluation de la défoliation annuelle¹ de la TBE

Les secteurs à survoler de l'année courante sont déterminés par les résultats du survol aérien effectué l'année précédente et les résultats des inventaires de prévision des populations de larves en hibernation obtenus à l'automne de l'année précédente. En 2021, trois méthodes d'évaluation de l'étendue des dommages ont été utilisées (carte 1) :

- relevé aérien;
- relevé aérien combiné avec l'imagerie satellitaire;
- détection par imagerie satellitaire.

1. Méthode par relevé aérien

Cette évaluation correspond à la méthode historique d'évaluation des dommages en trois classes d'intensité (légère, modérée et grave). Le relevé est effectué en avion à une altitude d'environ 240 m et à une vitesse de 200 km/h, en gardant une distance de 4,5 km entre les lignes de vol. Depuis 2003, les contours de défoliation sont saisis au moyen d'un ordinateur à écran tactile équipé du logiciel PC-Mapper. Cette méthode permet de numériser en temps réel les dommages observés du haut des airs. Pour faciliter le travail de l'observateur, une couche de polygones de peuplements susceptibles fusionnés aux contours d'observations historiques et une carte topographique qui reproduit l'itinéraire de l'avion sont utilisées et affichées en fond d'écran. Les données géospatiales recueillies sont ensuite traitées et analysées à l'aide d'un logiciel de système d'information géographique (SIG). La précision des résultats est influencée par différents facteurs, dont les paramètres de vol et les conditions météorologiques.

2. Méthode combinée

L'évaluation des dommages dans ces zones combine le survol aérien et l'imagerie satellitaire Sentinel. La sélection des zones a été faite en fonction de facteurs stratégiques et opérationnels

¹ La défoliation annuelle causée par la TBE se divise en trois classes : légère = perte de feuillage dans le tiers supérieur du houppier de quelques arbres; modérée = perte de feuillage dans la moitié supérieure du houppier de la majorité des arbres; grave = perte de feuillage sur toute la longueur du houppier de la majorité des arbres. Les classes de défoliation correspondent à la perte de feuillage annuel dans le houppier des essences vulnérables à la TBE (sapin baumier, épinette blanche, épinette noire et épinette de Norvège).

tels l'historique de l'épidémie locale, la période de survol, les ressources à déployer et la situation géographique.

Le survol aérien dans ces zones a été réalisé selon la méthode historique à l'exception que seule une ligne de vol planifiée sur deux a été évaluée. La défoliation des bandes intercalaires (lignes planifiées non survolées) a été évaluée à l'aide de l'indice de végétation NBR (*Normalized Burn Ratio*) qui provient de données d'imagerie satellitaire Sentinel produites par la Direction des inventaires forestiers. Ces données ont été acquises du 7 juillet au 20 septembre 2021 et leur résolution spatiale est de 10 m par pixel. L'indice de végétation NBR a été traduit en classes de dommage par les experts du survol aérien en se basant sur l'interprétation visuelle dans les bandes survolées. Cela a donc permis d'interpréter les bandes non survolées.

3. Détection par imagerie satellitaire

La télédétection est réalisée au moyen d'imagerie satellitaire Sentinel dans les zones qui n'ont pas été couvertes par un survol aérien des dommages.

Les données d'imagerie satellitaire Sentinel produites par la Direction des inventaires forestiers sont utilisées pour détecter la TBE. Les paramètres du produit NBR déterminés à la méthode précédente sont aussi appliqués à cette méthode de détection. Ainsi, la relation entre les données du survol aérien et l'imagerie dans les zones combinées permettent de cibler un niveau moyen NRB de présence de la TBE dans ces zones.

Peu de validations aériennes et terrains ont été réalisées dans ces zones. Ainsi, les résultats obtenus sont présentés comme une probabilité de présence de l'insecte plutôt qu'en trois classes de défoliation.

Résultats 2021

Les résultats qui suivent ont été réalisés dans le but de faire ressortir l'étendue territoriale de l'épidémie de la TBE. Le tableau 1 présente une compilation des superficies du territoire forestier du Québec² touchées par la TBE de 1992 à aujourd'hui. La figure 1 présente un histogramme des superficies de 2010 à 2021. Le tableau 2 présente les résultats de l'évaluation de la défoliation de 2021 par région administrative. Il faut noter que les secteurs de la Basse-Côte-Nord, le nord de la région 02 et de la région 09 et Anticosti n'ont pas été survolés complètement en 2021. Le contour des secteurs non survolés apparaît sur la carte 1.

Tableau 1. Superficies infestées (ha) par la TBE au Québec depuis 1992

Année	Classe de défoliation ^(a)			Imagerie Satellitaire ^(b)	Total
	Légère	Modérée	Grave		
1992	25 545	16 632	4 101		46 278
1993	103	172	202		477
1994	936	1 148	828		2 912
1995	320	682	3 701		4 703
1996	663	793	3 778		5 234
1997	800	815	3 547		5 162
1998	1 205	2 249	7 248		10 702
1999	2 632	3 838	16 496		22 966
2000	2 681	1 828	6 211		10 720
2001	677	2 491	15 734		18 902
2002	1 678	1 081	2 063		4 822
2003	380	873	1 388		2 641
2004	2 848	4 445	26 450		33 743
2005	3 662	11 902	27 701		43 265
2006	10 811	14 429	25 258		50 498
2007	33 168	35 341	42 234		110 743
2008	27 573	49 819	56 211		133 603
2009	67 650	105 776	147 720		321 146
2010	205 098	249 256	311 386		765 740
2011	585 280	563 469	494 208		1 642 957
2012	688 558	758 057	779 480		2 226 095
2013	584 504	967 034	1 654 486		3 206 024
2014	893 236	1 424 226	1 957 603		4 275 065
2015	1 490 315	2 691 679	2 133 268		6 315 262
2016	2 353 629	2 779 227	1 885 431		7 018 287
2017	2 055 255	2 757 870	2 348 015		7 161 141
2018	2 747 468	3 500 046	1 933 256		8 180 770
2019 ^(c)	4 716 603	3 621 350	1 270 535		9 608 488
2020 ^(d)	7 290 650	4 293 426	1 953 076		13 537 152
2021 ^(e)	8 309 130	2 011 332	452 087	1 457 298	12 229 847

a. Durant l'épidémie précédente, le maximum de défoliation a été observé en 1975 (32 300 722 ha).

b. Détection de la présence probable de la TBE à partir de l'imagerie satellitaire pour les secteurs non survolés.

c. Les secteurs de Havre-Saint-Pierre (Basse-Côte-Nord) et d'Anticosti n'ont pas été survolés en 2019.

d. Les secteurs de Havre-Saint-Pierre (Basse-Côte-Nord) et le nord de la région 09 (latitude de l'île René-Levasseur) n'ont pas été survolés complètement en 2020.

e. Les secteurs du nord du lac Saint-Jean, Côte-Nord, les secteurs de la Basse-Côte-Nord et Anticosti n'ont pas été survolés complètement en 2021.

2. Le territoire forestier du Québec comprend le territoire forestier du domaine de l'État, privé et fédéral [<https://mffp.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/chiffres-cles.pdf>].

Figure 1. Superficies annuelles totales touchées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette depuis les 10 dernières années

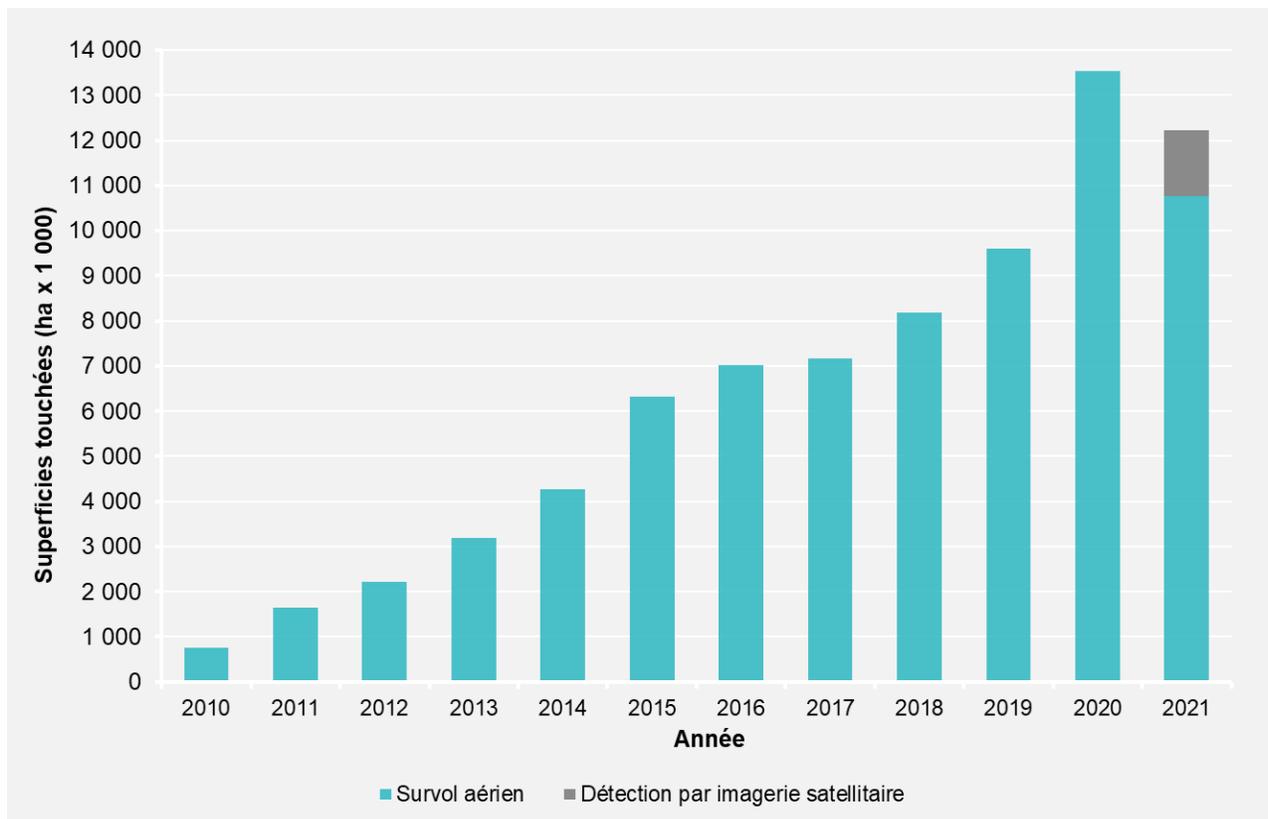


Tableau 2. Superficies (ha) touchées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2021 par région administrative

Région administrative	Classe de défoliation ^(a) issue du relevé aérien			Imagerie Satellitaire ^(b)	Total
	Légère	Modérée	Grave		
Bas-Saint-Laurent	1 124 983	374 659	122 218		1 621 860
	755 543	378 139	183 317		1 316 999
Saguenay–Lac-Saint-Jean ^(c)	1 183 392	305 440	120 714	321 363	1 930 909
	1 202 458	1 264 326	524 288		2 991 072
Capitale-Nationale	107 112	34 905	9 820		151 837
	46 983	52 090	11 862		110 935
Mauricie	92	0	0		92
	362	20	0		382
Outaouais	540 139	227 778	18 073		785 990
	405 781	214 882	3 167		623 830
Abitibi-Témiscamingue	1 754 314	369 801	77 144		2 201 259
	1 113 814	993 730	444 015		2 551 559
Côte-Nord ^(d)	1 843 925	378 037	11 681	1 135 935	3 369 578
	2 682 010	1 150 684	590 586		4 423 280
Nord-du-Québec	292 707	39 733	1 107		333 547
	40 397	0	0		40 397
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	1 417 388	280 979	91 330		1 789 697
	1 037 586	238 957	195 823		1 472 366
Chaudière-Appalaches	20 844	0	0		20 844
	3 741	0	0		3 741
Laurentides	24 234	0	0		24 234
	1 975	598	18		2 591
Total provincial	8 309 130	2 011 332	452 087	1 457 298	12 229 847
	7 290 650	4 293 426	1 953 076		13 537 152

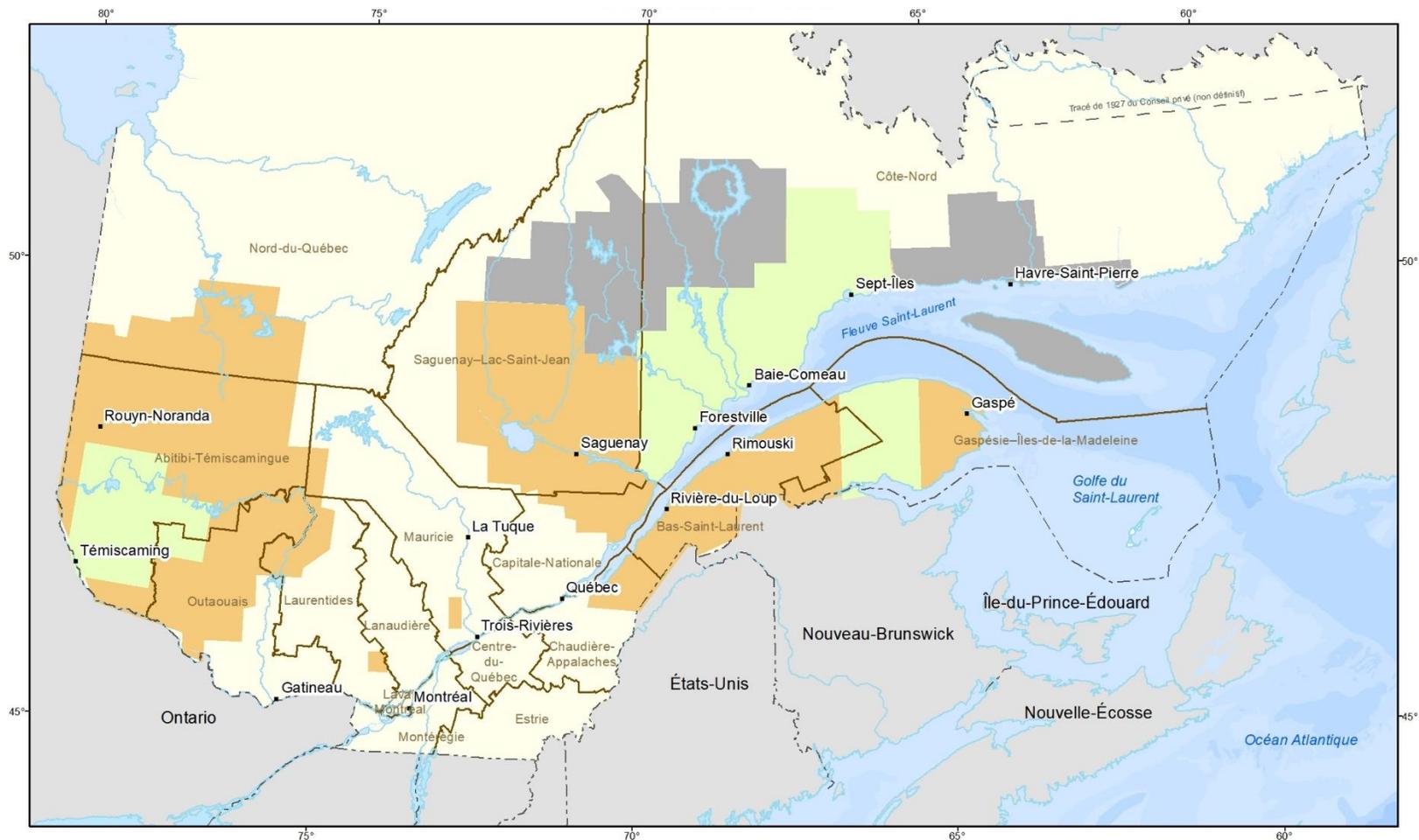
a. Les chiffres en gris correspondent aux superficies touchées en 2020.

b. Détection de la présence probable de la TBE à partir de l'imagerie satellitaire pour les secteurs non survolés.

c. Le secteur nordique de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean n'a pas été survolé.

d. Les secteurs de Havre-Saint-Pierre (Basse-Côte-Nord), Anticosti et le nord de la région de la Côte-Nord n'ont pas été survolés complètement.

Section cartographique



Méthode d'évaluation des dommages TBE

- Survol aérien
- Détection par imagerie satellitaire
- Méthode combinée

Organisation territoriale

- Limite de région administrative

Frontières

- Frontière Québec – Terre-Neuve-et-Labrador (non-définitive)
- Frontière internationale
- Frontière interprovinciale

Métadonnées

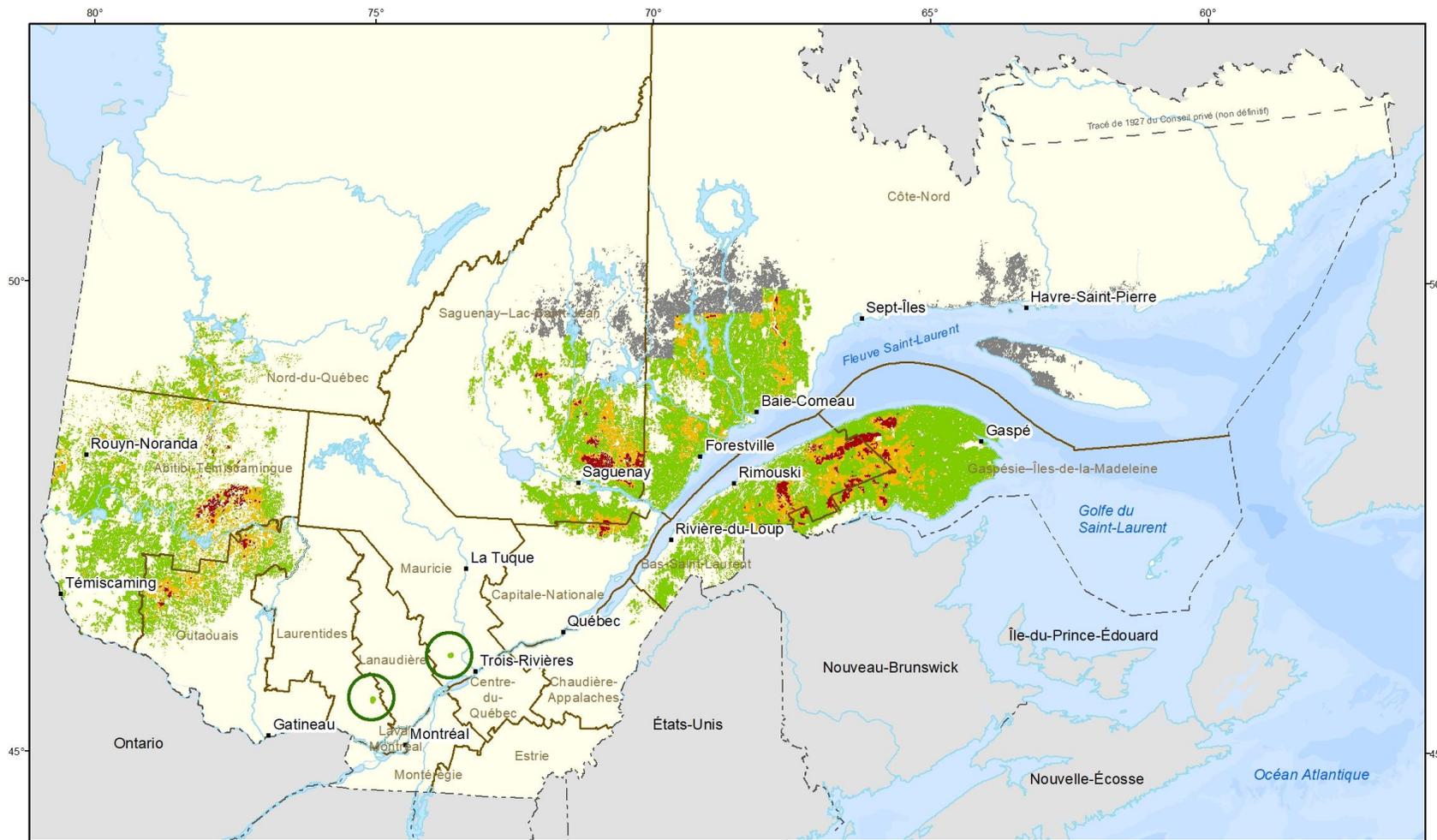
- Projection cartographique : Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

Réalisation

- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
- Direction de la protection des forêts
- © Gouvernement du Québec, 2021



Carte 1. Méthodes d'évaluation de l'étendue des dommages en 2021



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Observation par Imagerie satellitaire

- Présence détectée

Organisation territoriale

- Limite de région administrative

Frontières

- Frontière Québec – Terre-Neuve-et-Labrador (non-définitive)
- Frontière internationale
- Frontière interprovinciale

Métadonnées

Projection cartographique

Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

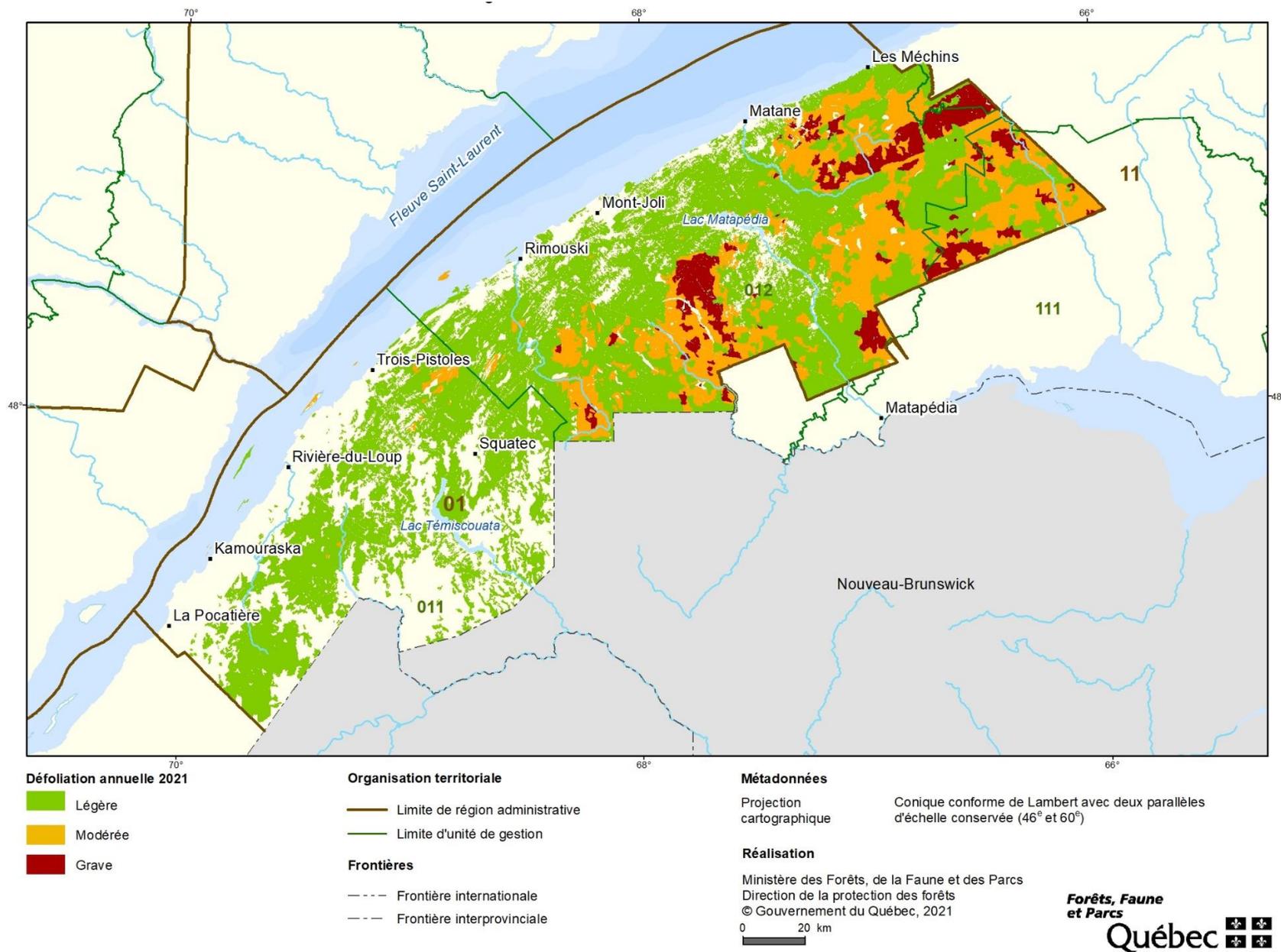
Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021

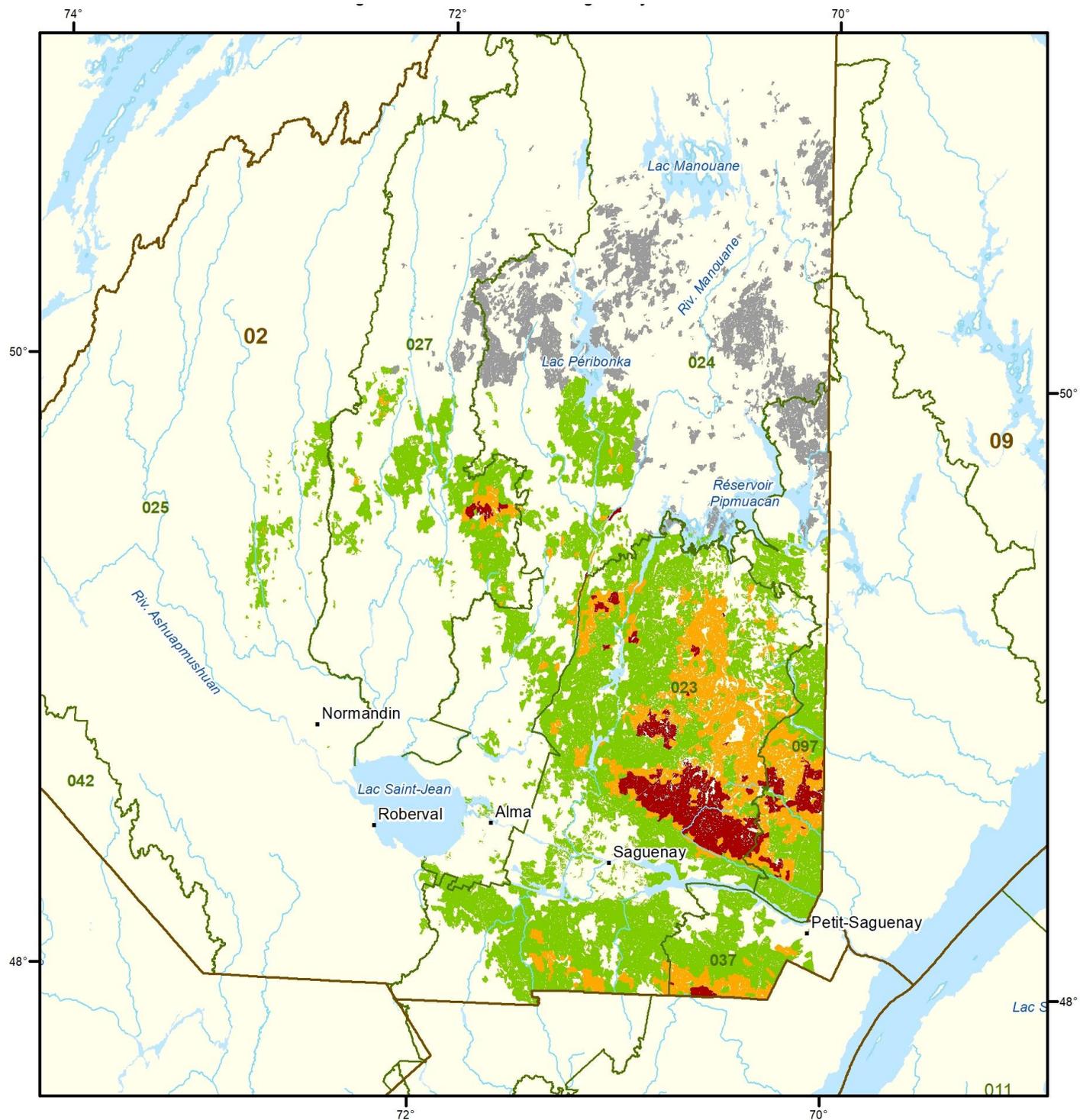
0 100 km



Carte 2. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2021



Carte 3. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative du Bas-Saint-Laurent



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Observation par Imagerie satellitaire

- Présence détectée

Organisation territoriale

- Limite de région administrative
- Limite d'unité de gestion

Métadonnées

Projection cartographique Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

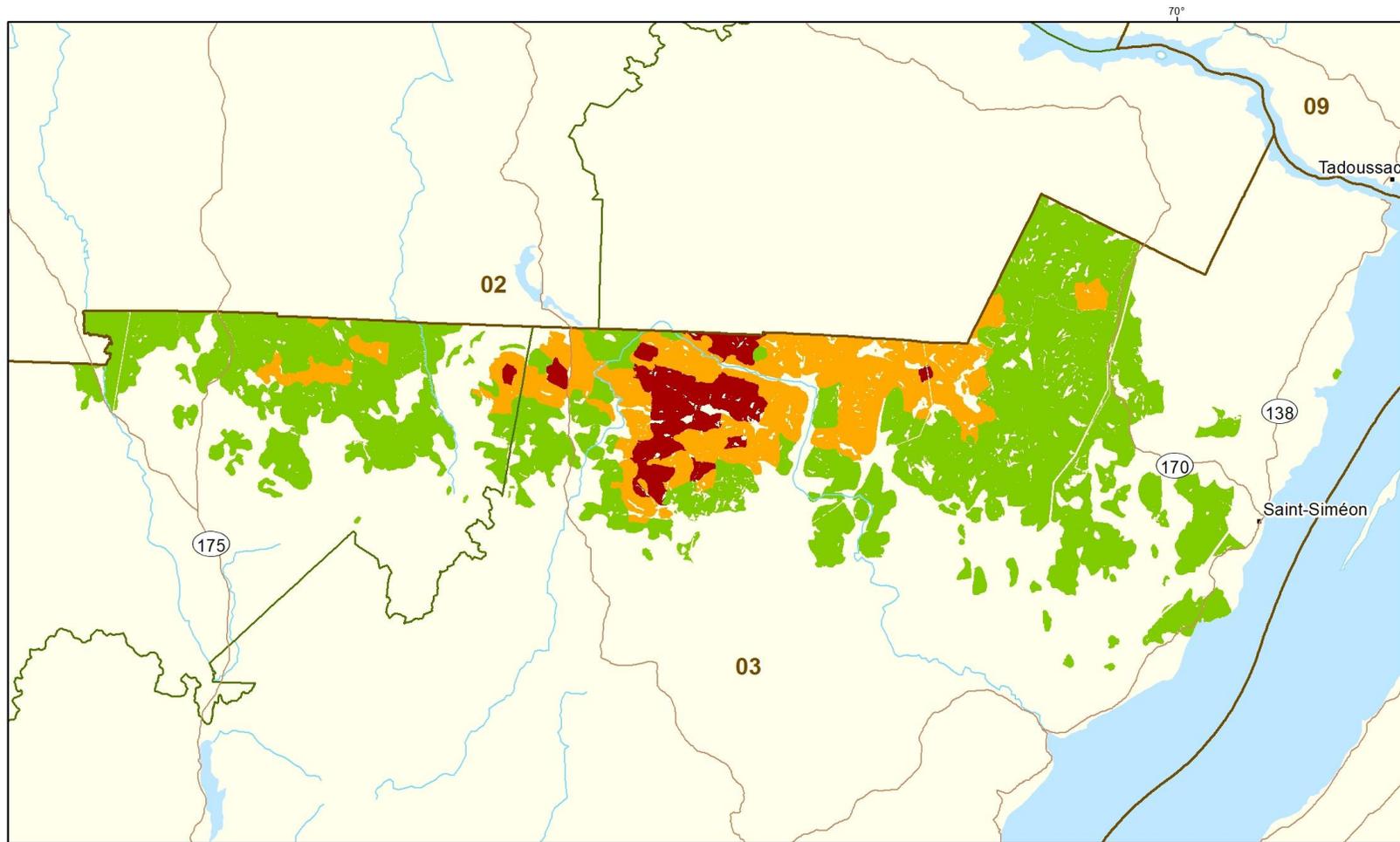
Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021

0 20 km



Carte 4. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative du Saguenay-Lac-Saint-Jean



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

- Limite de région administrative
- Limite d'unité de gestion

Frontières

- Frontière interprovinciale

Métadonnées

Projection cartographique : Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

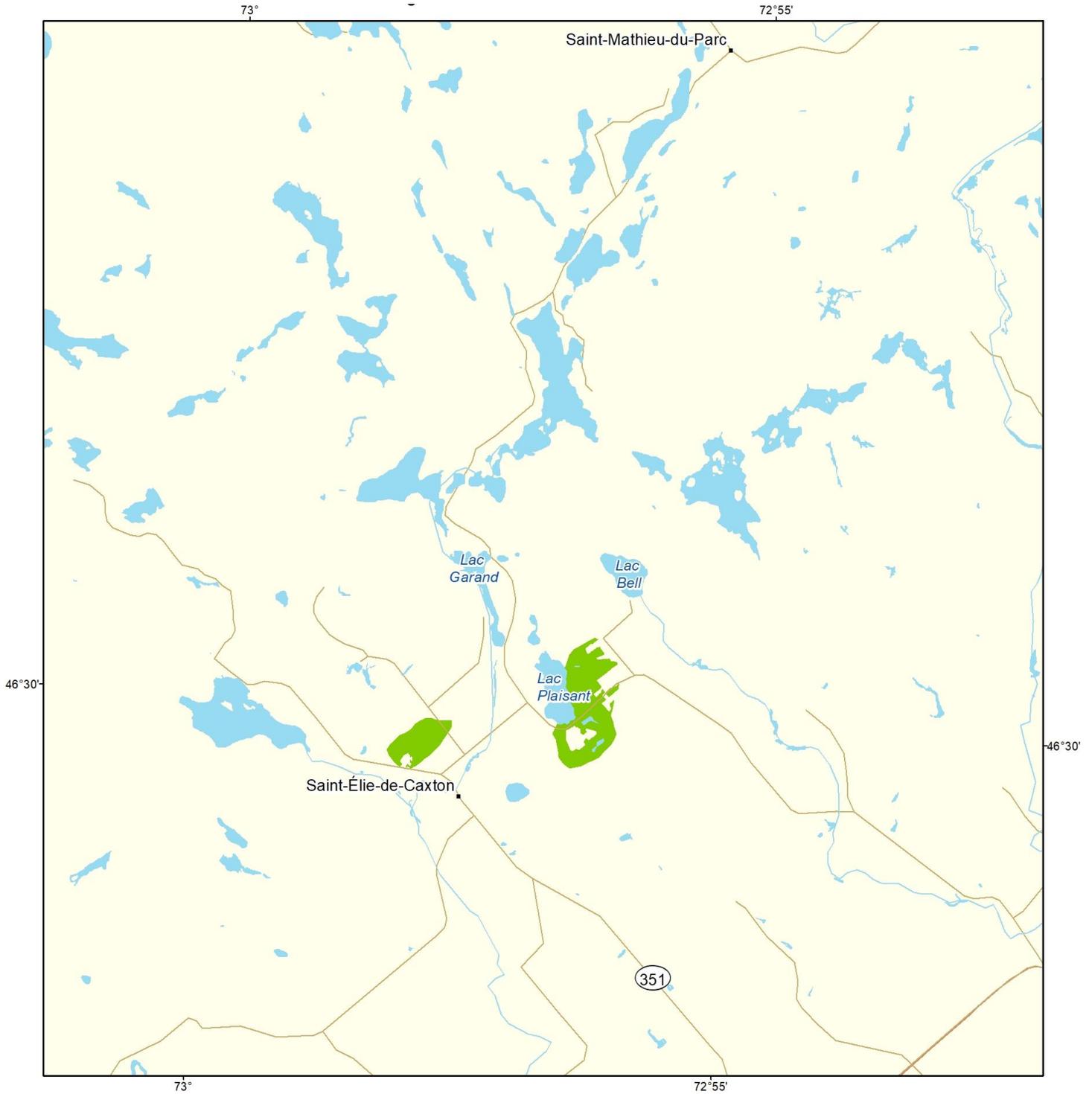
Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021

0 20 km



Carte 5. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Capitale-Nationale



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Métadonnées

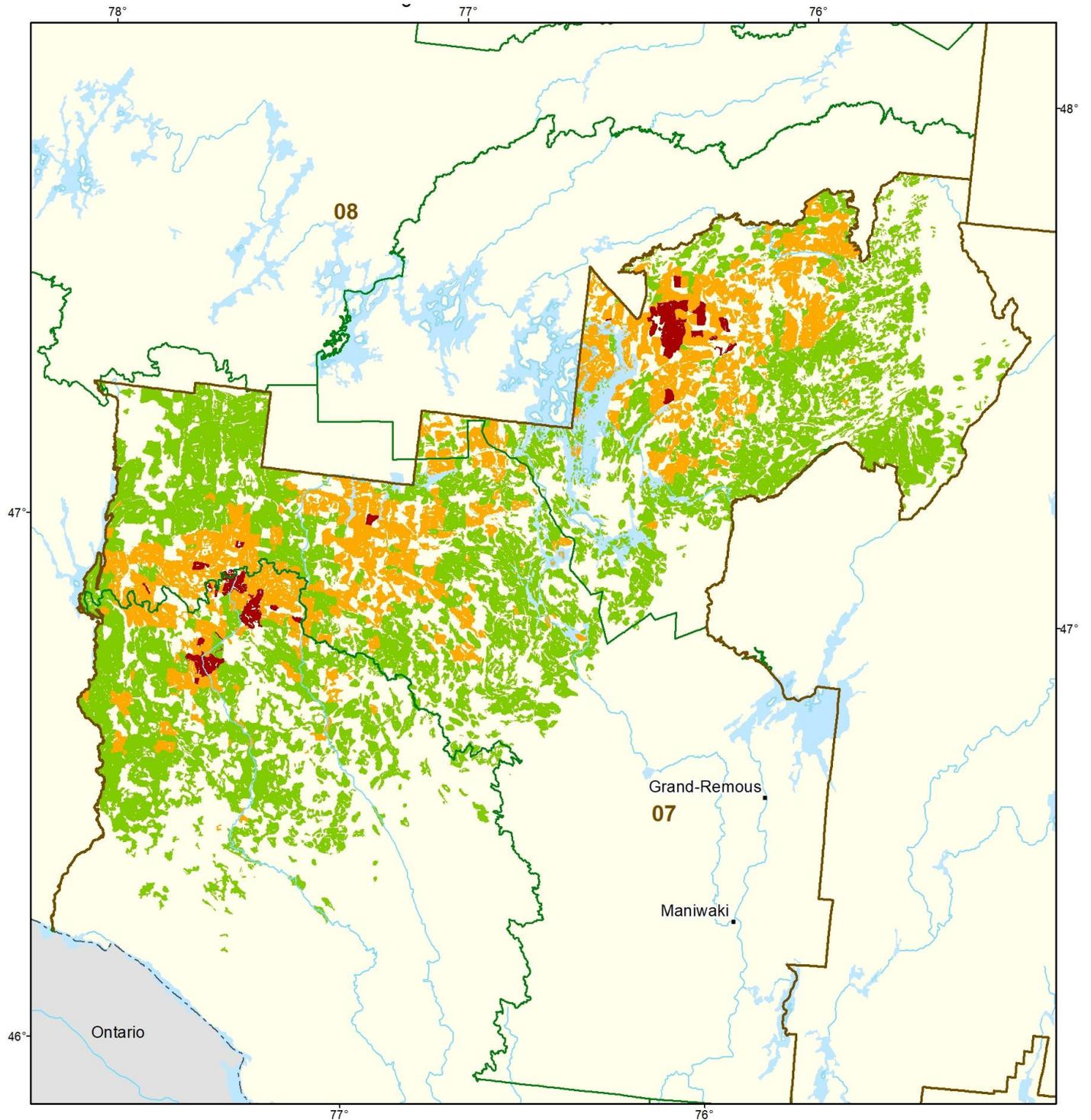
Projection cartographique Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021



Carte 6. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Mauricie



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

- Limite de région administrative
- Limite d'unité de gestion

Frontières

- Frontière interprovinciale

Métadonnées

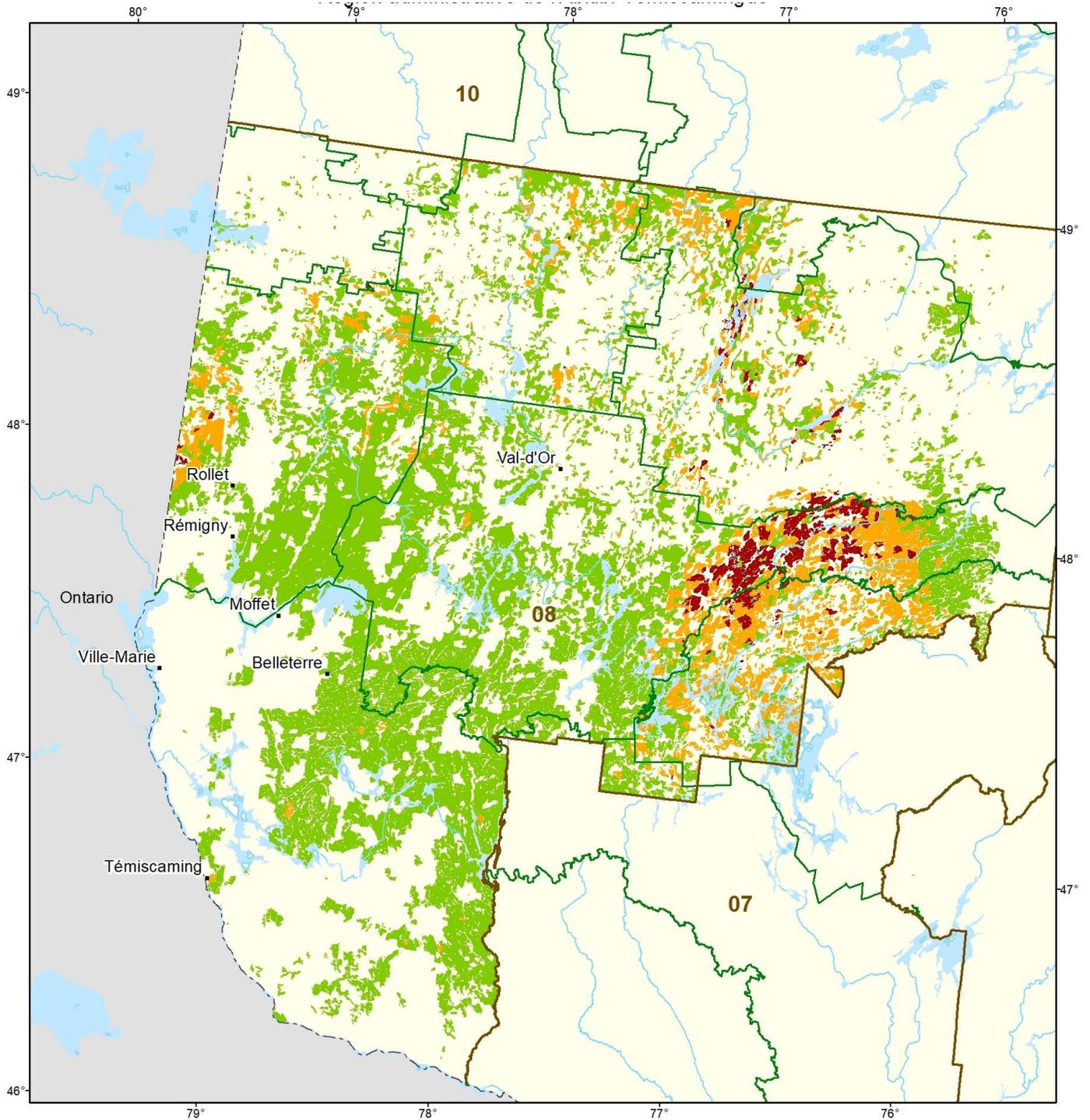
Projection cartographique Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021



Carte 7. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de l'Outaouais



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

- Limite de région administrative
- Limite d'unité de gestion

Frontières

- Frontière interprovinciale

Métadonnées

Projection cartographique Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

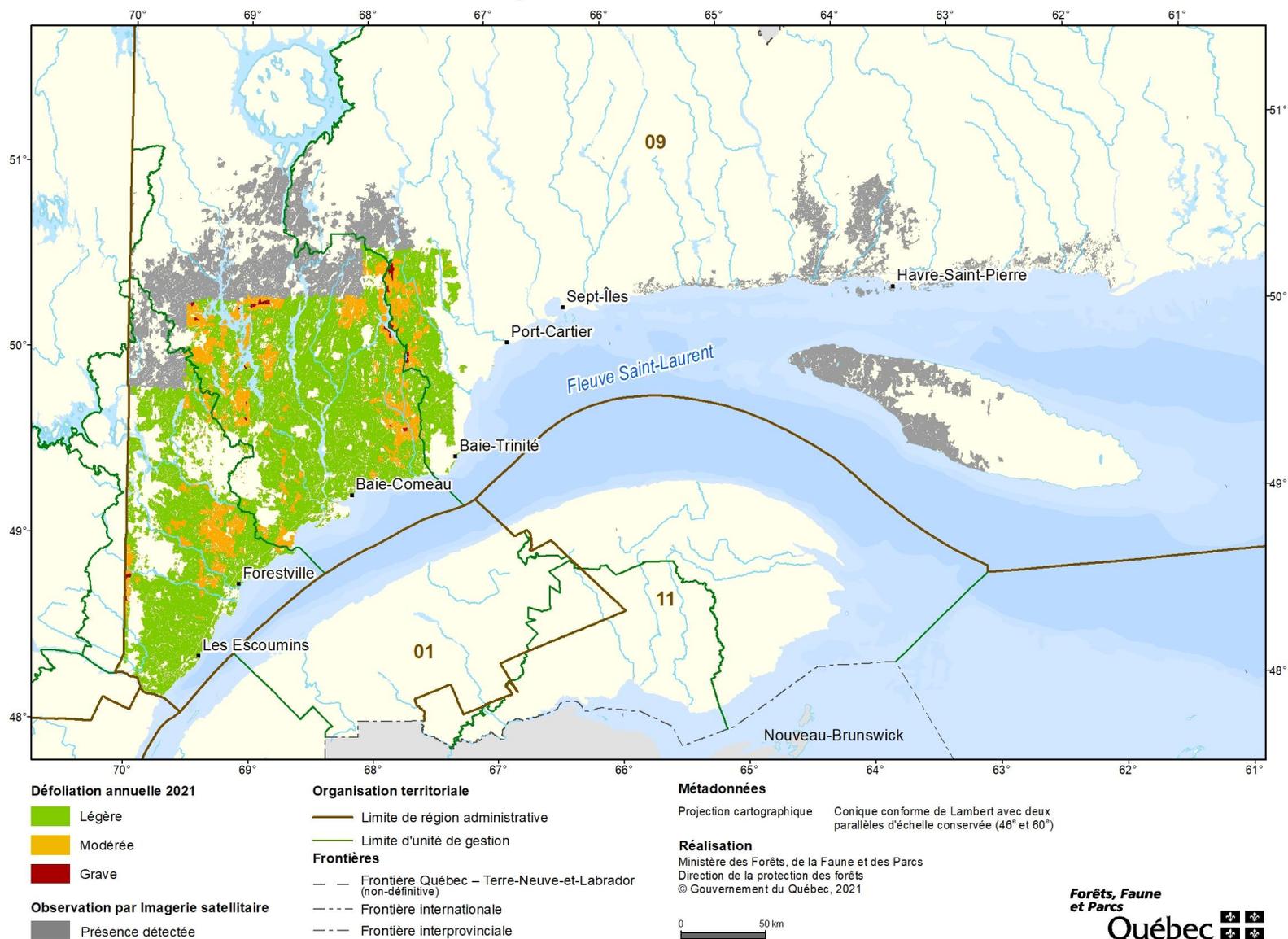
Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021

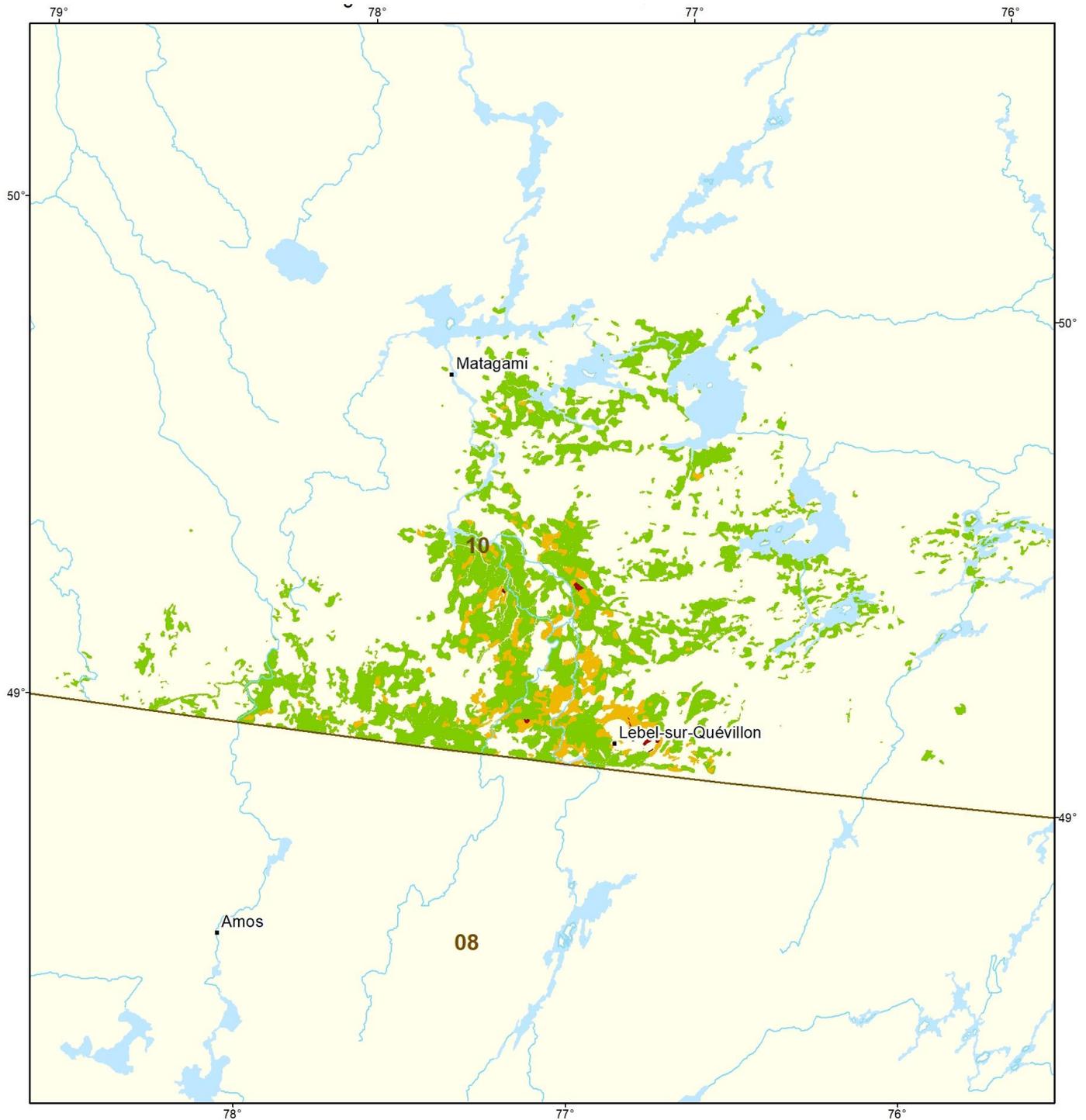
0 20 km



Carte 8. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue



Carte 9. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Côte-Nord



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

- Limite de région administrative

Métadonnées

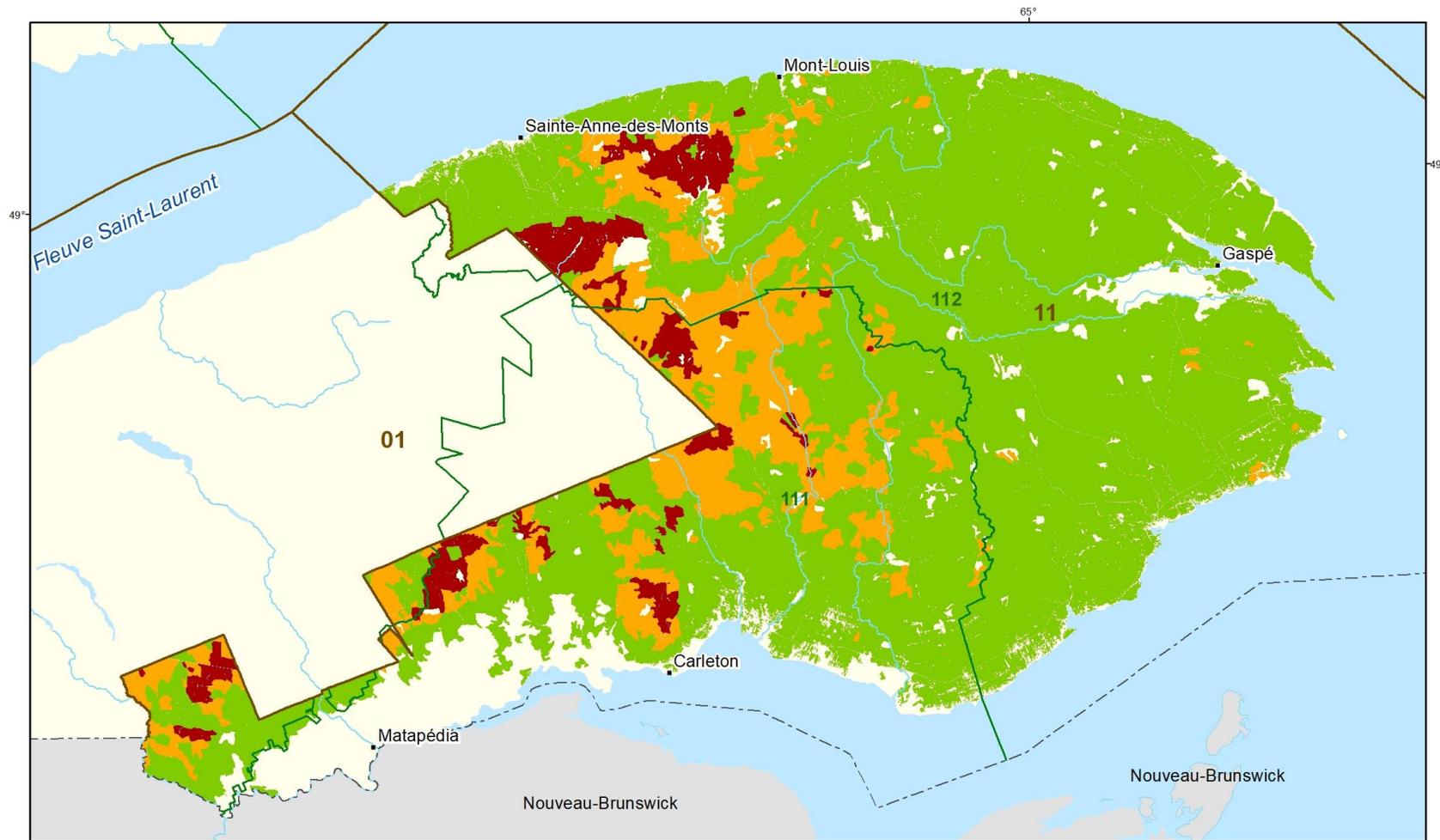
Projection cartographique Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021



Carte 10. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative du Nord-du-Québec



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

- Limite de région administrative
- Limite d'unité de gestion

Frontières

- Frontière interprovinciale

Métadonnées

Projection cartographique : Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

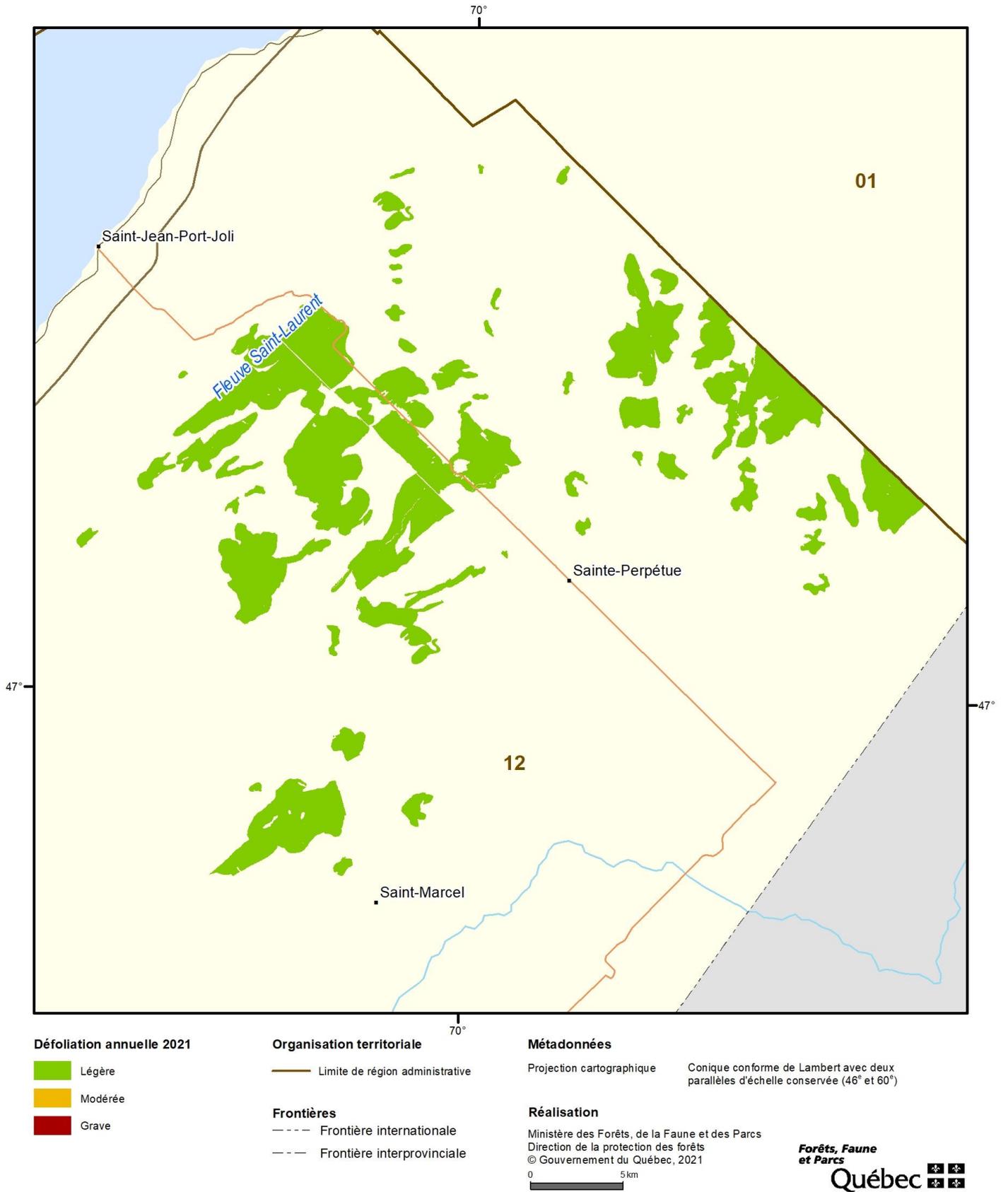
Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021

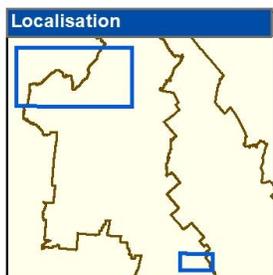
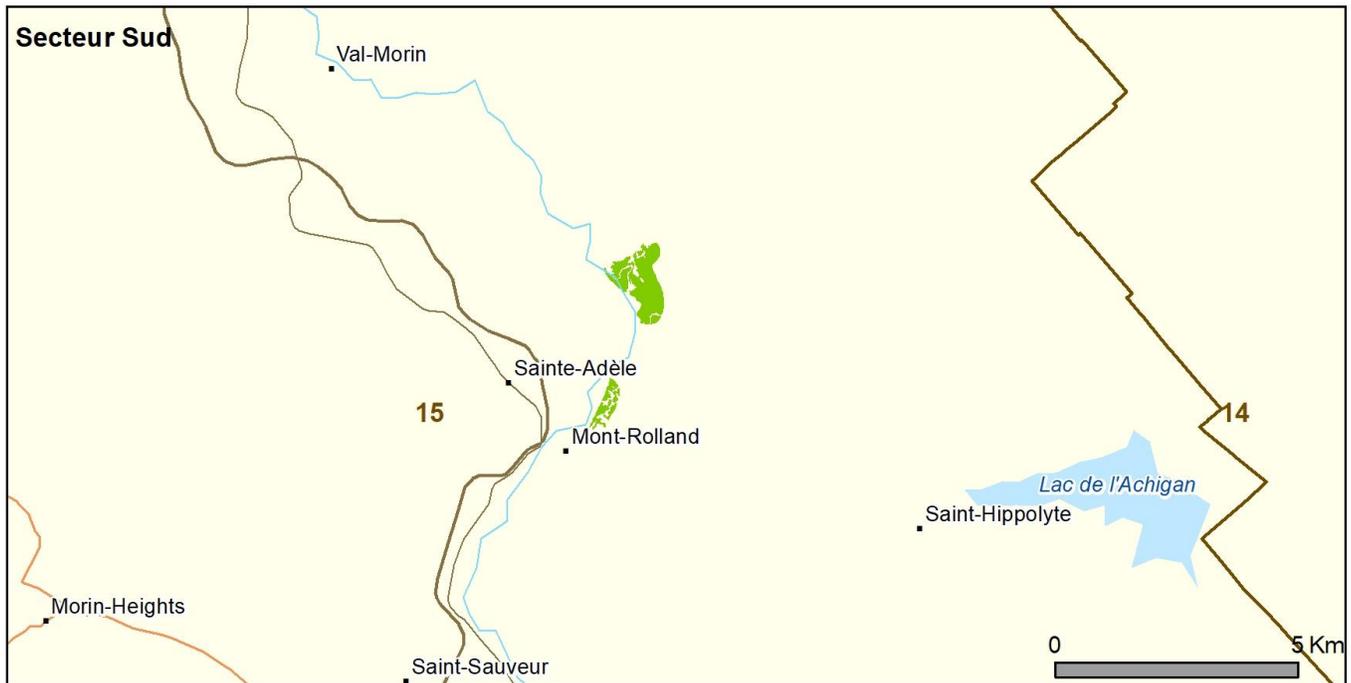
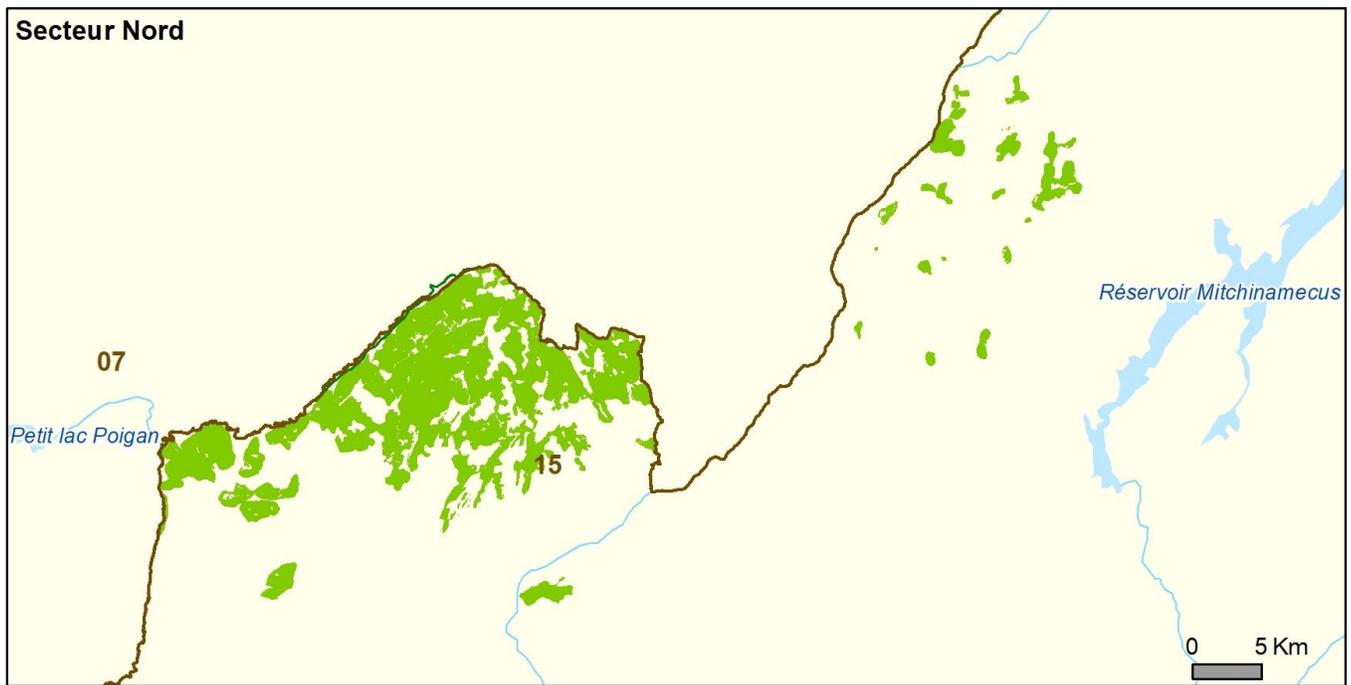
0 20 km



Carte 11. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine



Carte 12. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Chaudière-Appalaches



Défoliation annuelle 2021

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

- Limite de région administrative
- Limite d'unité de gestion

Métadonnées

Projection cartographique : Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

Réalisation

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2021



Carte 13. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative des Laurentides

