

Aires infestées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2022

7 novembre 2022

Version 1.0

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DES FORÊTS



Réalisation

Ministère des Ressources naturelles et des Forêts
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, Marie-Anne Gagnon, Léanne Lacroix-Turgeon, Maxime Tanguay, Guillaume Latulippe (stagiaire), Charles Simard (stagiaire), Randy Paquet (stagiaire), Audrey Savage (stagiaire), Direction de la protection des forêts
Pierre-Luc Noël, Unité de gestion de la Gaspésie

Pilotes

Jean Gosselin, Simon Cormier, Dominik Gendreau, Steve Giguère, David Giroux, Daniel Lamothe, Montmagny Air Service.

Traitement géomatique et cartographie

Jonathan Faucher, Direction de la protection des forêts

Collaborateurs

Simon Fortier, ing.f., Cédric Fournier, ing.f., M. Sc., Michaël Prince, M. Sc., et Pierre Therrien, biol., Ph. D., Direction de la protection des forêts

Référence

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DES FORÊTS (2022). *Aires infestées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2022*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de la protection des forêts, 25 p.

Diffusion

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

Photographie

Maxime Prévost-Pilon, Direction de la protection des forêts.

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles et des Forêts
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2022
ISBN 978-2-550-93260-4 (PDF)

Table des matières

Introduction	1
Faits saillants 2022	1
Évaluation de la défoliation annuelle de la TBE	3
Contexte.....	3
Méthodes d'évaluation de la défoliation annuelle de la TBE	3
Résultats 2022	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 12 dernières années	6
Tableau 2. Superficies (ha) touchées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2022 par région administrative.....	7
Section cartographique	8
Carte 1. Méthodes d'évaluation de l'étendue des dommages en 2022	9
Carte 2. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2022	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 10. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative du Nord-du-Québec	18
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 socio-économiques 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 TBE ainsi que la description des méthodes d'évaluation de la défoliation annuelle par le relevé aérien et l'imagerie satellitaire réalisées en 2022.

Faits saillants 2022

- Une diminution des superficies défoliées par la TBE a été observée au Québec.
- Les superficies touchées au Québec atteignent 9 159 154 ha.

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

- dans le Bas-Saint-Laurent, les superficies touchées ont fortement diminué tant en superficie qu'en intensité, passant de 1 621 860 ha en 2021 à 831 814 ha en 2022. Le niveau de la défoliation est surtout « léger »;
- dans la région de la Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine, les superficies touchées ont diminué de 19 % (1 789 697 ha en 2021 vs 1 453 580 ha en 2022). Les proportions des niveaux de défoliation « modéré » et « grave » dans la région sont toutefois plus élevées que l'année dernière;
- au Saguenay—Lac-Saint-Jean, les aires défoliées ont augmenté (14 % d'augmentation) par rapport à 2021, mais restent inférieures à celle de 2020. La défoliation est surtout « léger » et « modéré »;
- dans la région de la Capitale-Nationale, les superficies touchées ont augmenté de 56 % (151 837 ha en 2021 à 236 952 ha en 2022);
- dans la région de l'Outaouais, les superficies défoliées ont augmenté de 33 % (785 990 ha en 2021 et 1 045 992 ha en 2022). La défoliation est plus intense cette année dans la portion nord-est de cette région. Les niveaux « modéré » et « grave » représentent 77 % des superficies défoliées;

- en Abitibi-Témiscamingue, les superficies touchées passent de 2 201 259 ha à 2 478 416 ha. L'intensité des dommages a aussi augmenté. La progression des dommages se poursuit vers l'est;
- sur la Côte-Nord, les superficies défoliées chutent de 3 369 578 ha en 2021 à 340 802 ha en 2022. Les secteurs défoliés sont situés à proximité de Forestville et de Havre-Saint-Pierre ainsi que sur l'île d'Anticosti;
- dans le Nord-du-Québec, les dommages ont aussi connu une augmentation de 33 %, passant de 333 547 ha à 442 827 ha. La défoliation est surtout de niveau « léger »;
- dans la région de la Chaudière-Appalaches, les superficies touchées atteignent 34 320 ha;
- dans la région des Laurentides, les superficies touchées ont augmenté, passant de 24 234 ha à 88 182 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 Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) 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 (incendies de forêt, chablis, verglas, etc.) et l'évaluation de l'efficacité des traitements aériens d'insecticides biologiques. Depuis 2021, un virage important dans la méthode d'évaluation s'est opéré. 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 2022, 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. La sélection des zones a été faite en fonction de facteurs stratégiques et opérationnels 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. Ces données ont été acquises du 7 juillet au 20 septembre 2022 et leur résolution spatiale est de 30 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 à proximité.

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).

3. Détection par imagerie satellitaire

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

Le produit satellitaire utilisé est le « *Harmonized Landsat Sentinel* » (HLS; <https://lpdaac.usgs.gov/data/get-started-data/collection-overview/missions/harmonized-landsat-sentinel-2-hls-overview/>), dont le produit Sentinel est prétraité et adapté afin de correspondre au produit Landsat.

Les données d'imagerie satellitaire HLS sont utilisées pour calculer le NBR qui est sensible à l'état de vigueur des peuplements. Les diminutions du NBR, selon certains critères, peuvent être attribuées à la TBE. Une patrouille aérienne systématique est planifiée dans la saison estivale et une seconde campagne est réalisée afin de vérifier des points d'intérêt notés dans l'analyse satellitaire. Les observations du survol aérien ont ainsi permis de calibrer et de valider les observations satellitaires.

Résultats 2022

Les résultats qui suivent sont présentés dans le but de faire ressortir l'étendue territoriale de l'épidémie de 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 2022. Le tableau 2 présente les résultats de l'évaluation de la défoliation de 2022 par région administrative. Les méthodes d'évaluation de la défoliation utilisées sont présentées sur la carte 1.

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

Année	Classe de défoliation ^(a)			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 ^(b)	4 716 603	3 621 350	1 270 535	9 608 488
2020 ^(c)	7 290 650	4 293 426	1 953 076	13 537 152
2021 ^(d)	8 309 130	2 011 332	452 087	12 229 847 ^(e)
2022	5 947 399	2 441 753	770 002	9 159 154

- Durant l'épidémie précédente, le maximum de défoliation a été observé en 1975 (32 300 722 ha).
- Les secteurs de Havre-Saint-Pierre (Basse-Côte-Nord) et d'Anticosti n'ont pas été survolés en 2019.
- 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.
- Les secteurs du nord du lac Saint-Jean, de la Côte-Nord, les secteurs de la Basse-Côte-Nord et d'Anticosti n'ont pas été survolés complètement en 2021.
- Pour les secteurs non survolés, l'imagerie satellitaire a permis de cartographier 1 457 298 ha où la TBE a causé des dégâts sans que l'on puisse y attribuer une classe de défoliation. Ces superficies ont été ajoutées aux superficies par classes de défoliation pour obtenir le total des superficies touchées pour 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 12 dernières années

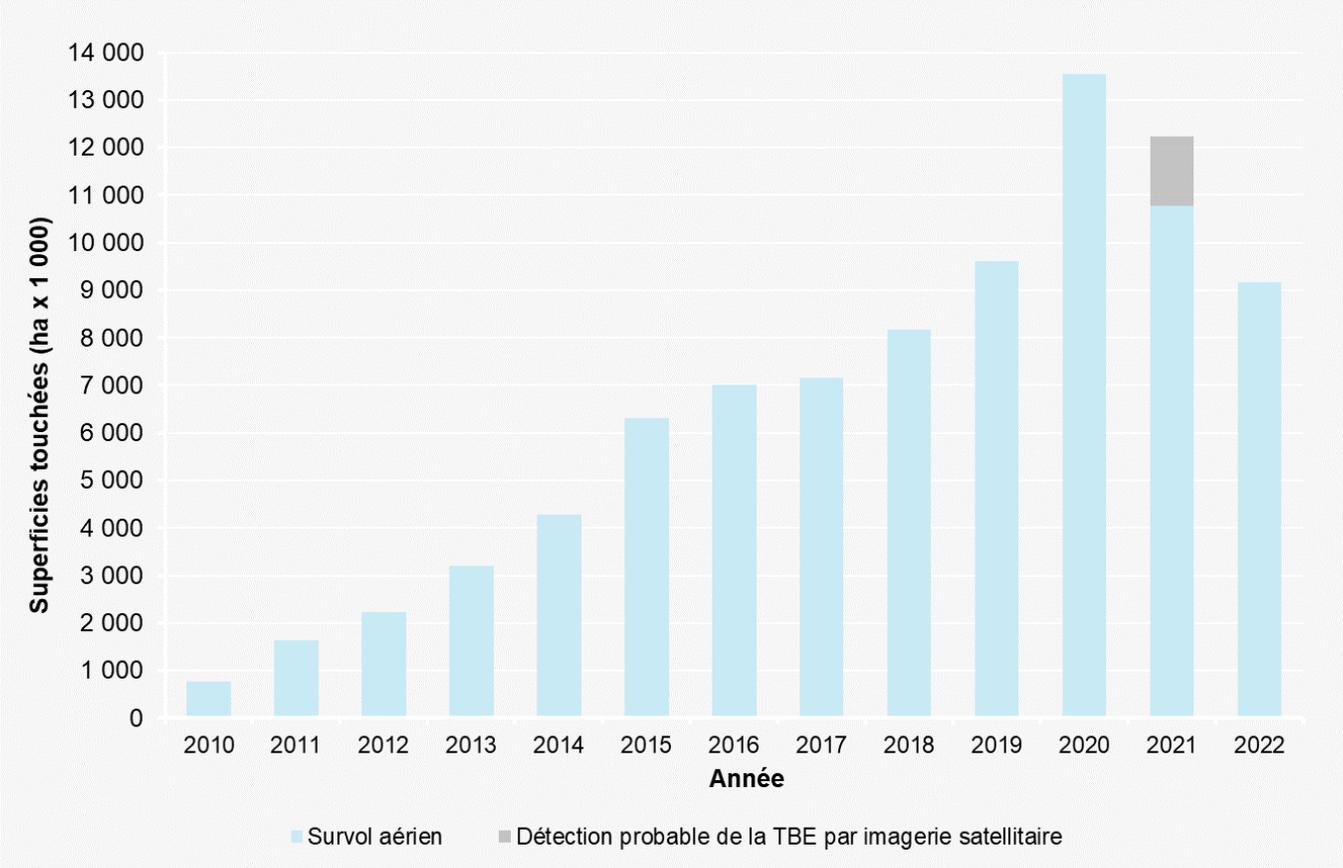


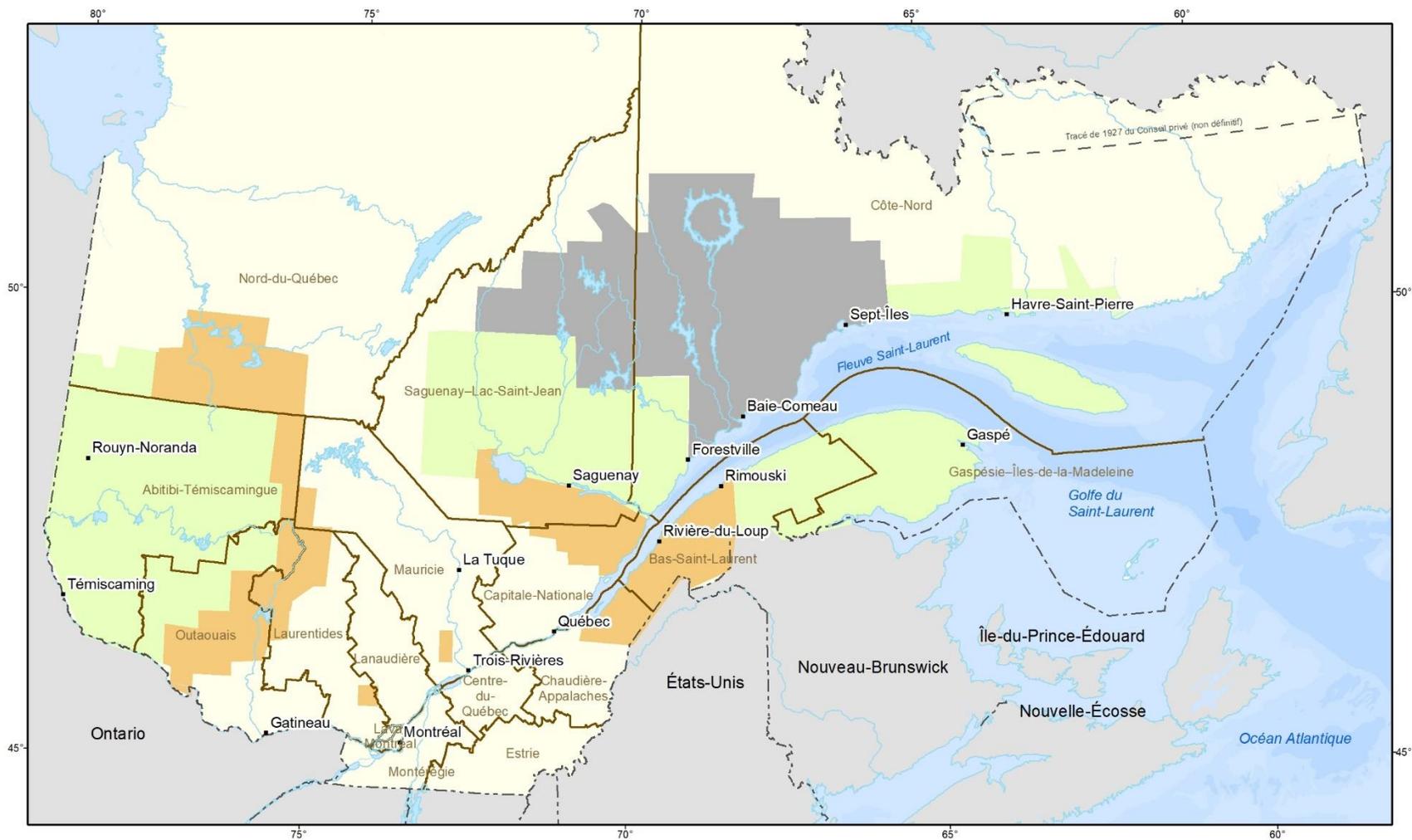
Tableau 2. Superficies (ha) touchées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2022 par région administrative

Région administrative	Classe de défoliation ^(a)			Total
	Légère	Modérée	Grave	
Bas-Saint-Laurent	805 741	22 818	3 255	831 814
	1 124 983	374 659	122 218	1 621 860
Saguenay–Lac-Saint-Jean	1 557 652	575 489	72 523	2 205 664
	1 183 392	305 440	120 714	1 930 909
Capitale-Nationale	113 560	95 712	27 680	236 952
	107 112	34 905	9 820	151 837
Mauricie	603	0	0	603
	92	0	0	92
Outaouais	236 328	569 489	240 175	1 045 992
	540 139	227 778	18 073	785 990
Abitibi-Témiscamingue	1 531 241	672 351	274 824	2 478 416
	1 754 314	369 801	77 144	2 201 259
Côte-Nord	272 442	64 940	3 420	340 802
	1 843 925	378 037	11 681	3 369 578
Nord-du-Québec	388 590	45 276	8 961	442 827
	292 707	39 733	1 107	333 547
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	965 871	362 281	125 428	1 453 580
	1 417 388	280 979	91 330	1 789 697
Chaudière-Appalaches	29 008	5 187	125	34 320
	20 844	0	0	20 844
Laurentides	46 362	28 210	13 610	88 182
	24 234	0	0	24 234
Total provincial	5 947 399	2 441 753	770 002	9 159 154
	8 309 130	2 011 332	452 087	12 229 847 ^(b)

a. Les chiffres en gris correspondent aux superficies touchées en 2021.

b. Pour les secteurs non survolés, l'imagerie satellitaire a permis de cartographier 1 457 298 ha où la TBE a causé des dégâts sans que l'on puisse y attribuer une classe de défoliation. Ces superficies ont été ajoutées aux superficies par classes de défoliation pour obtenir le total des superficies touchées pour 2021.

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

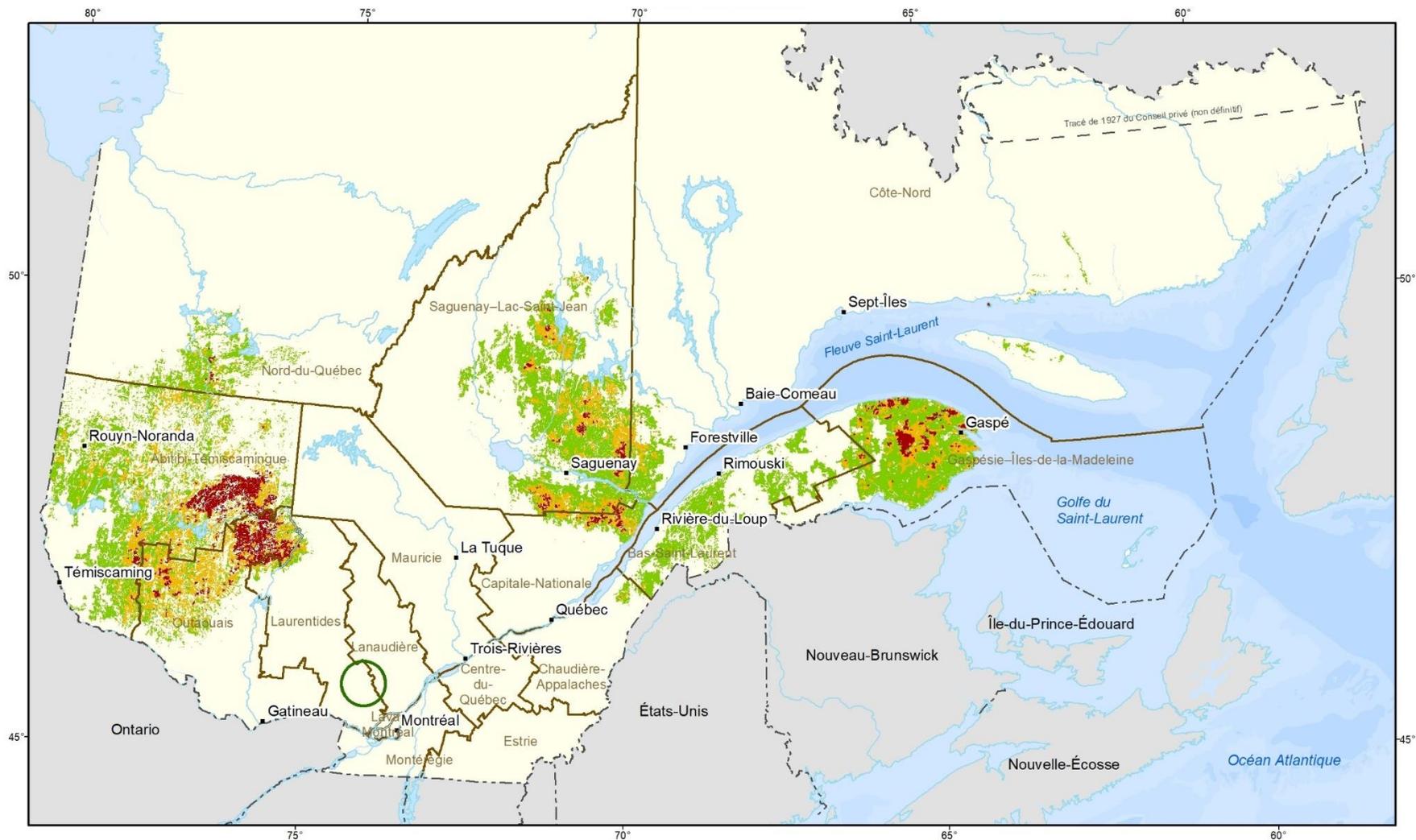
Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2022

0 100 km

**Ressources naturelles
 et Forêts**



Carte 1. Méthodes d'évaluation de l'étendue des dommages en 2022



Défoliation annuelle 2022

- Légère
- Modérée
- Grave

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

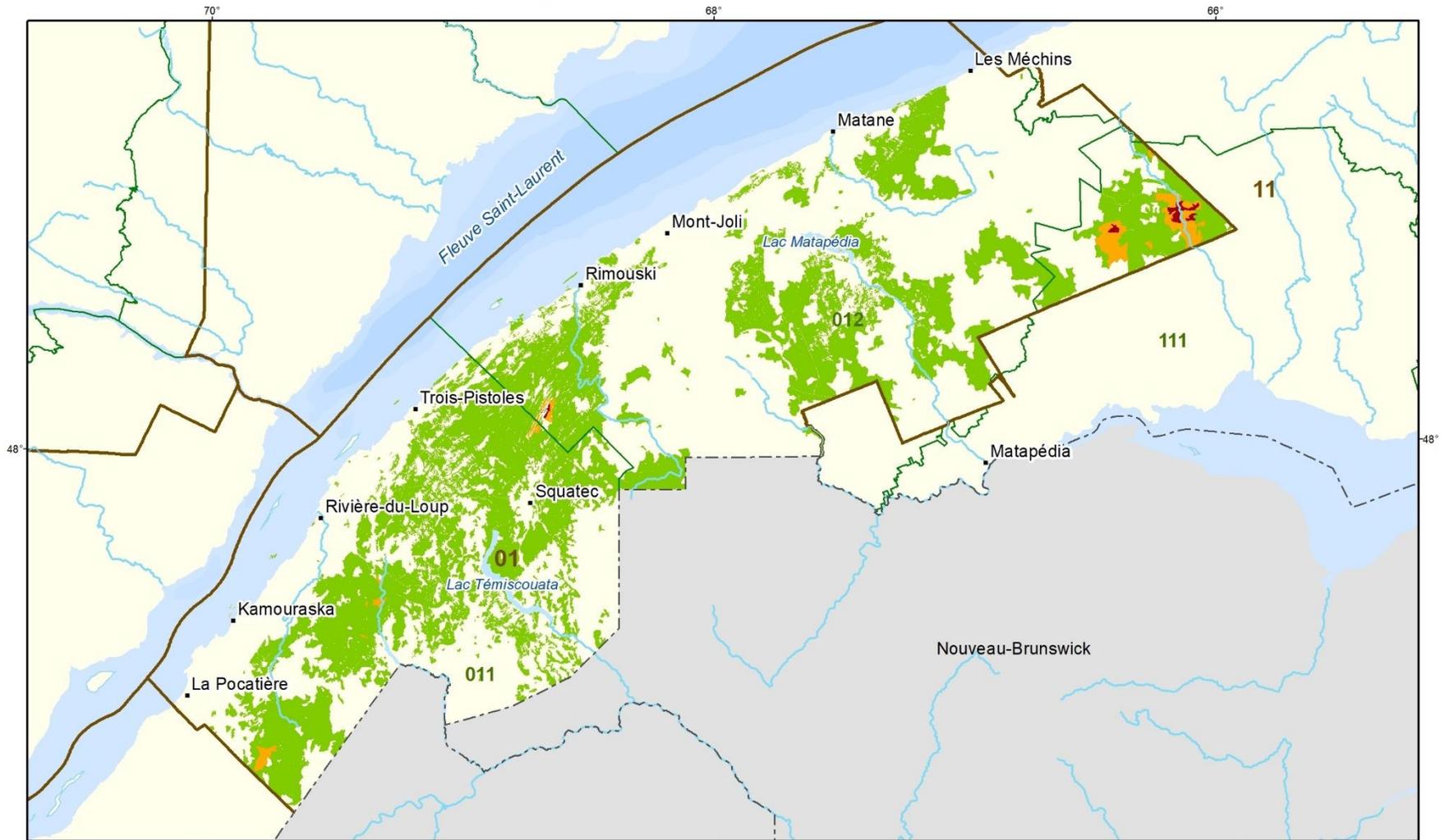
Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2022

0 100 km

**Ressources naturelles
 et Forêts**



Carte 2. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2022



Défoliation annuelle 2022

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

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

Frontières

- Frontière internationale
- Frontière interprovinciale

Métadonnées

Projection cartographique

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

Réalisation

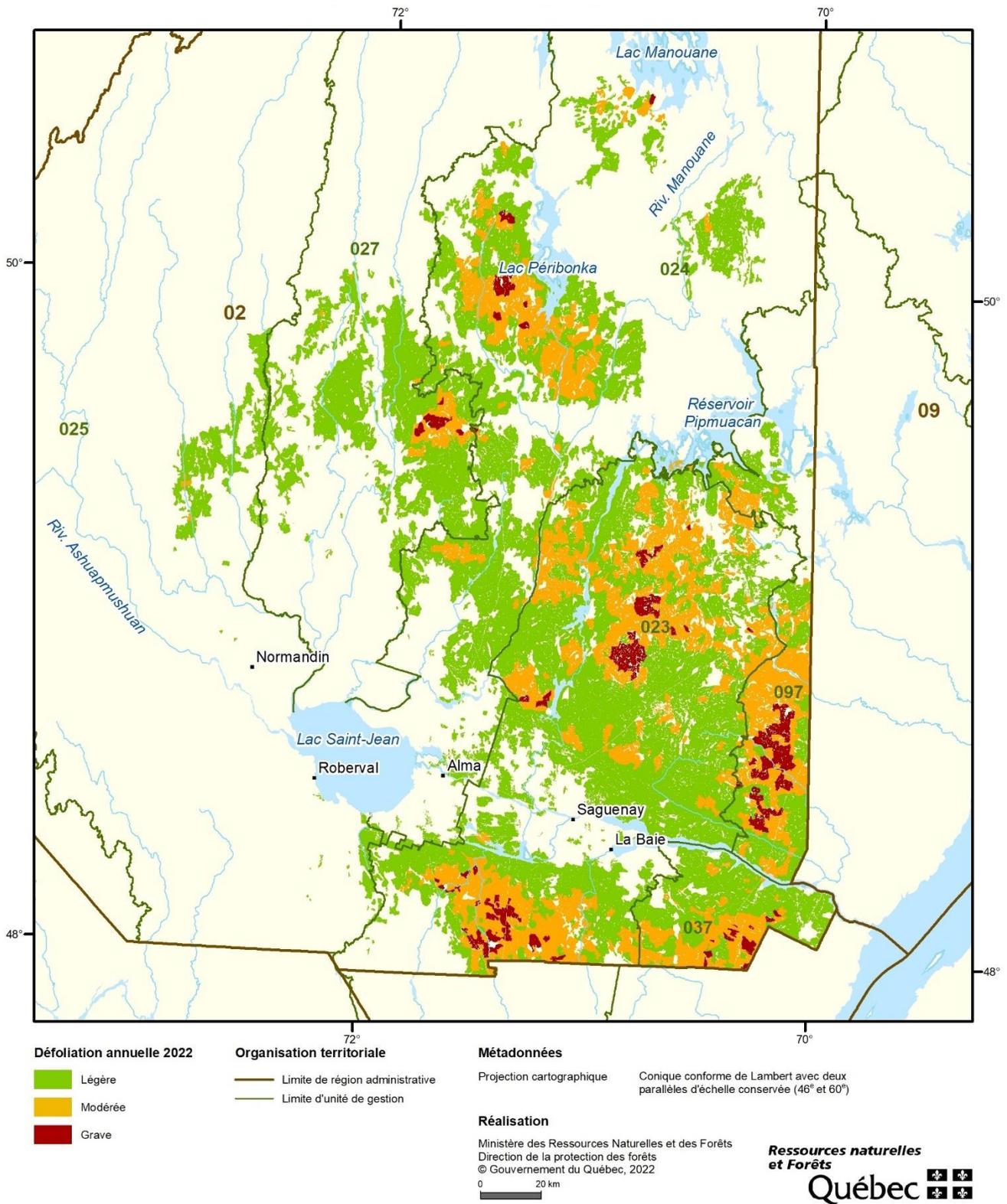
Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2022

0 20 km

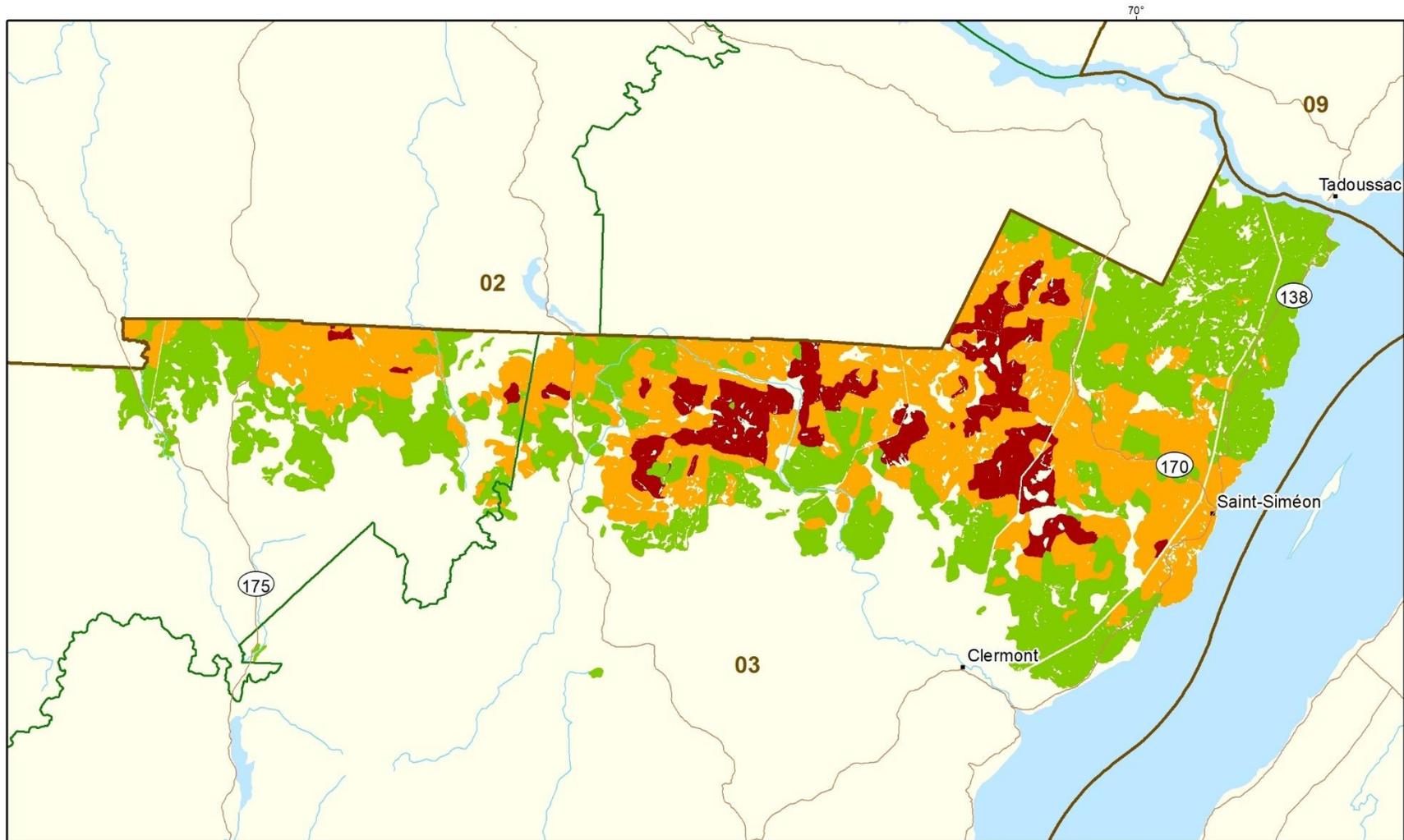
**Ressources naturelles
 et Forêts**



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



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



Défoliation annuelle 2022

- 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 Ressources Naturelles et des Forêts
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2022

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 2022

- Légère
- Modérée
- Grave

Organisation territoriale

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

Métadonnées

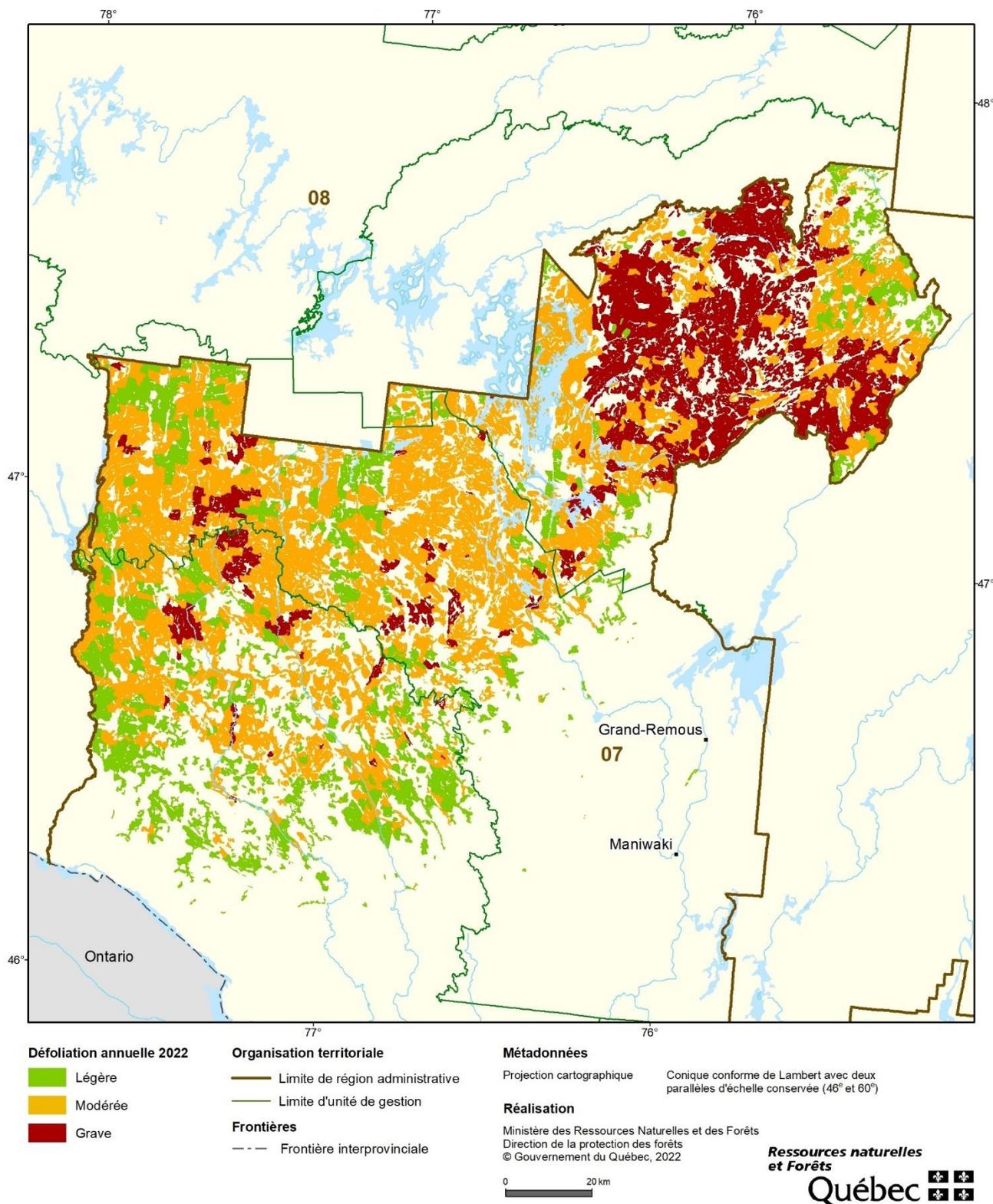
Projection cartographique : Conique conforme de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

Réalisation

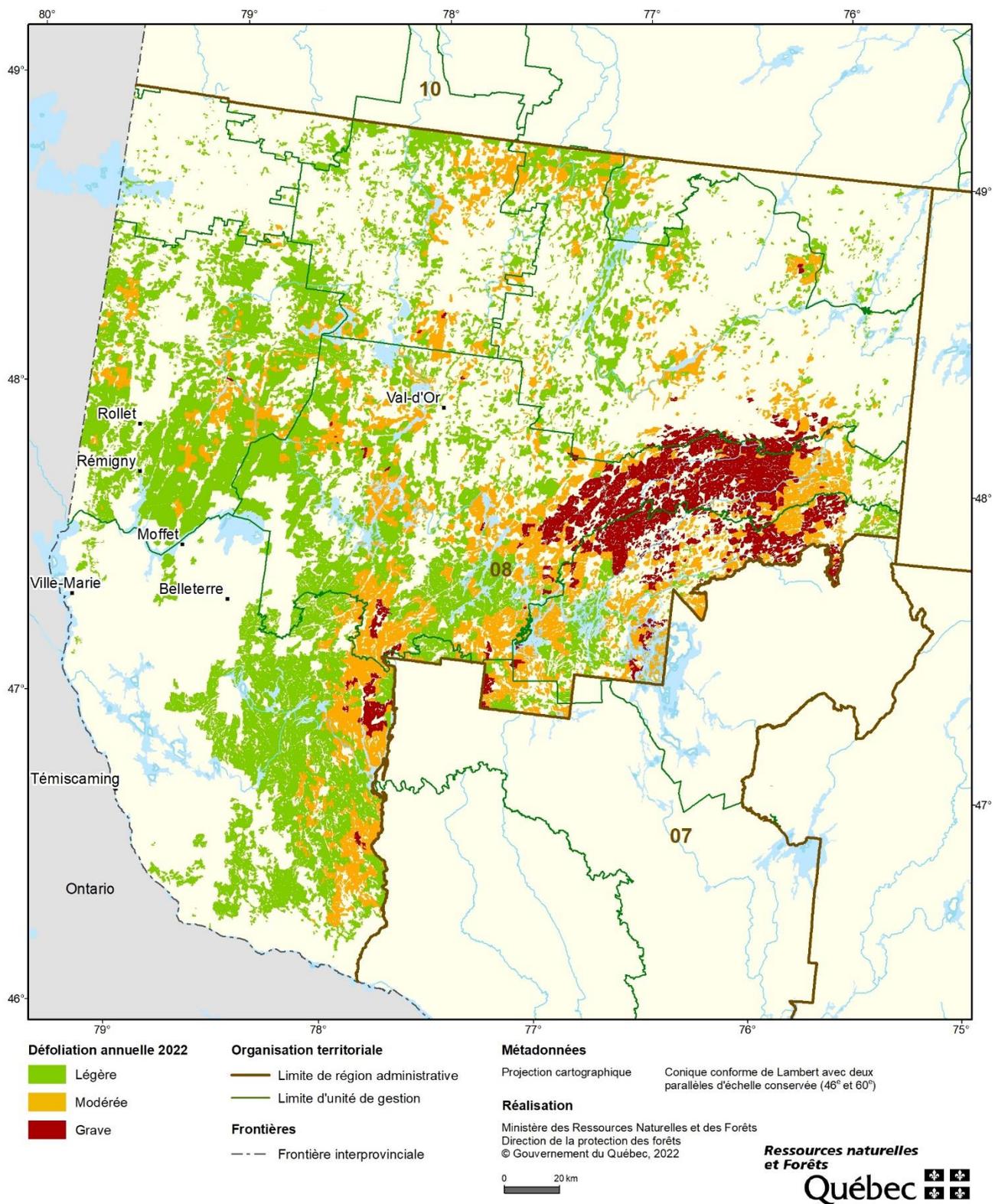
Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2022



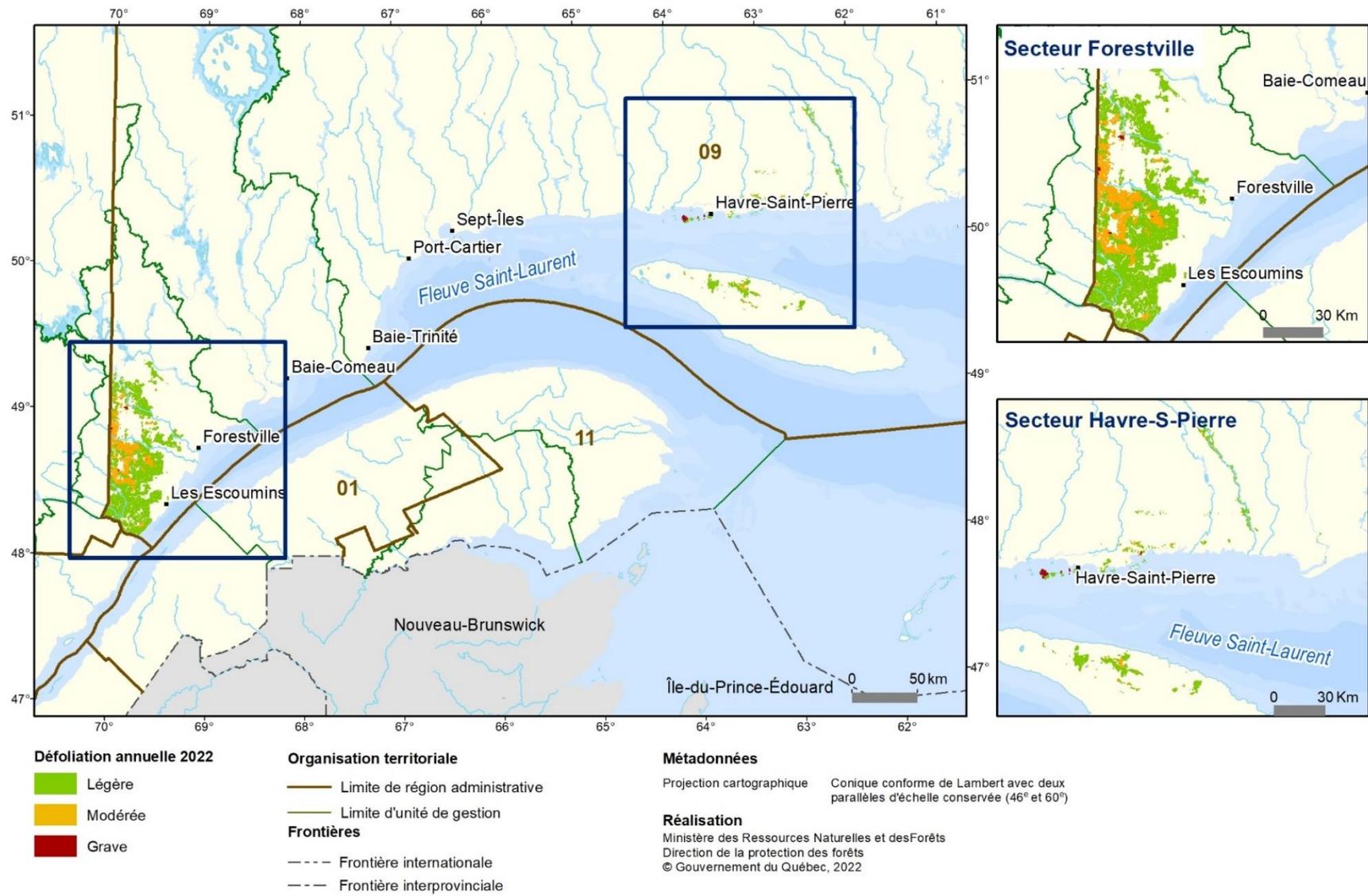
Carte 6. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de la Mauricie



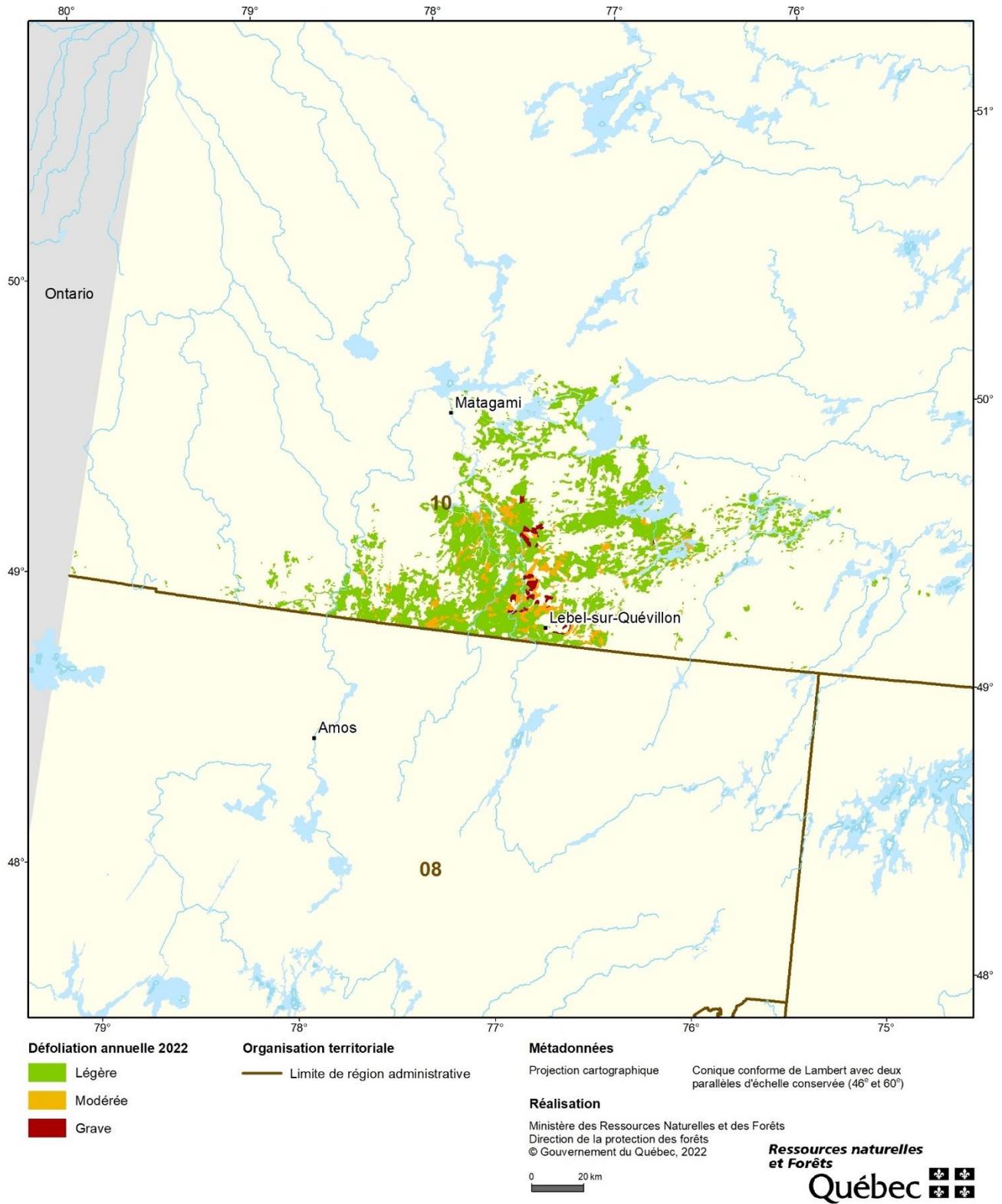
Carte 7. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de l'Outaouais



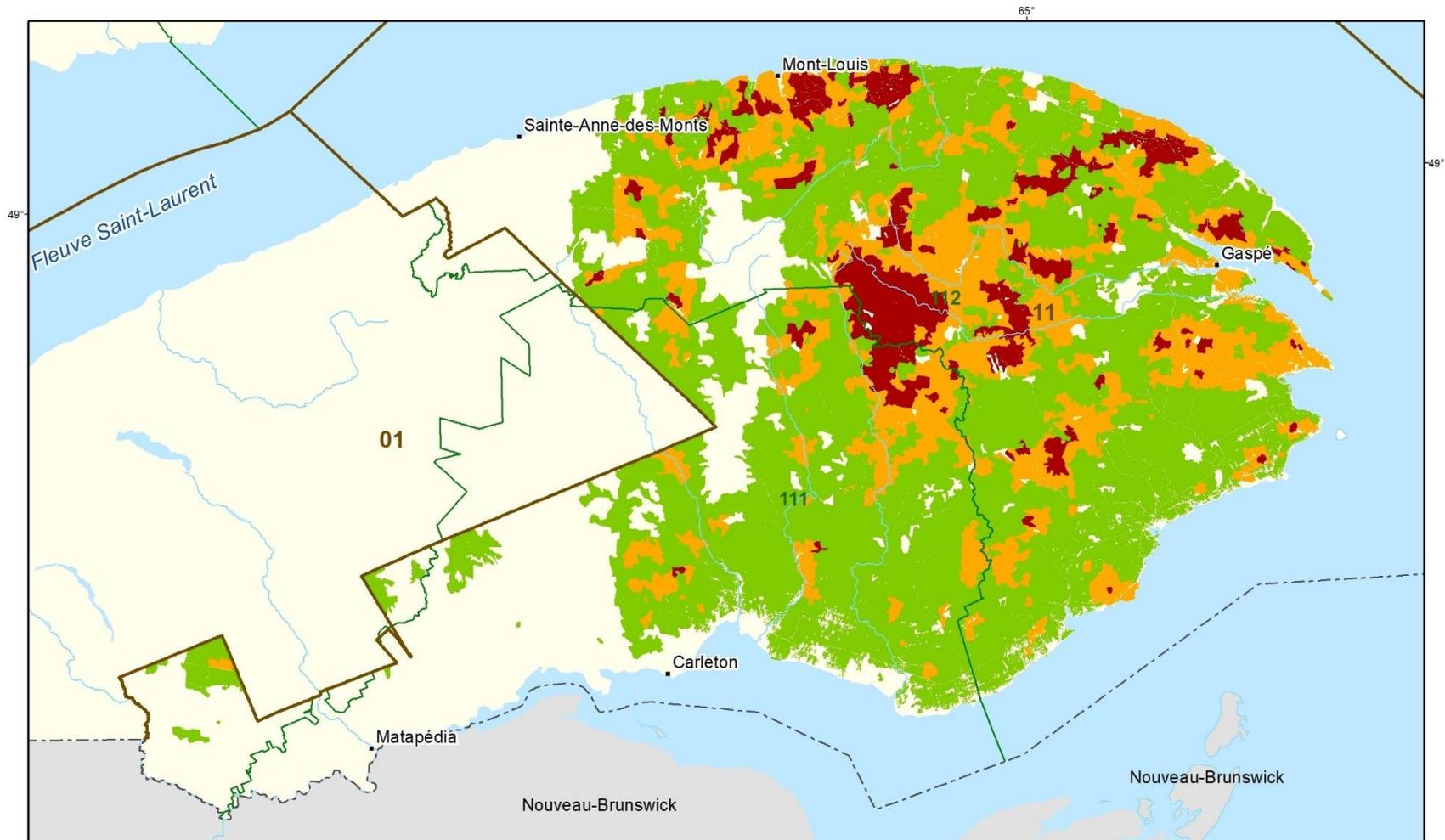
Carte 8. Défoliation causée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue



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



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



Défoliation annuelle 2022

- 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°)

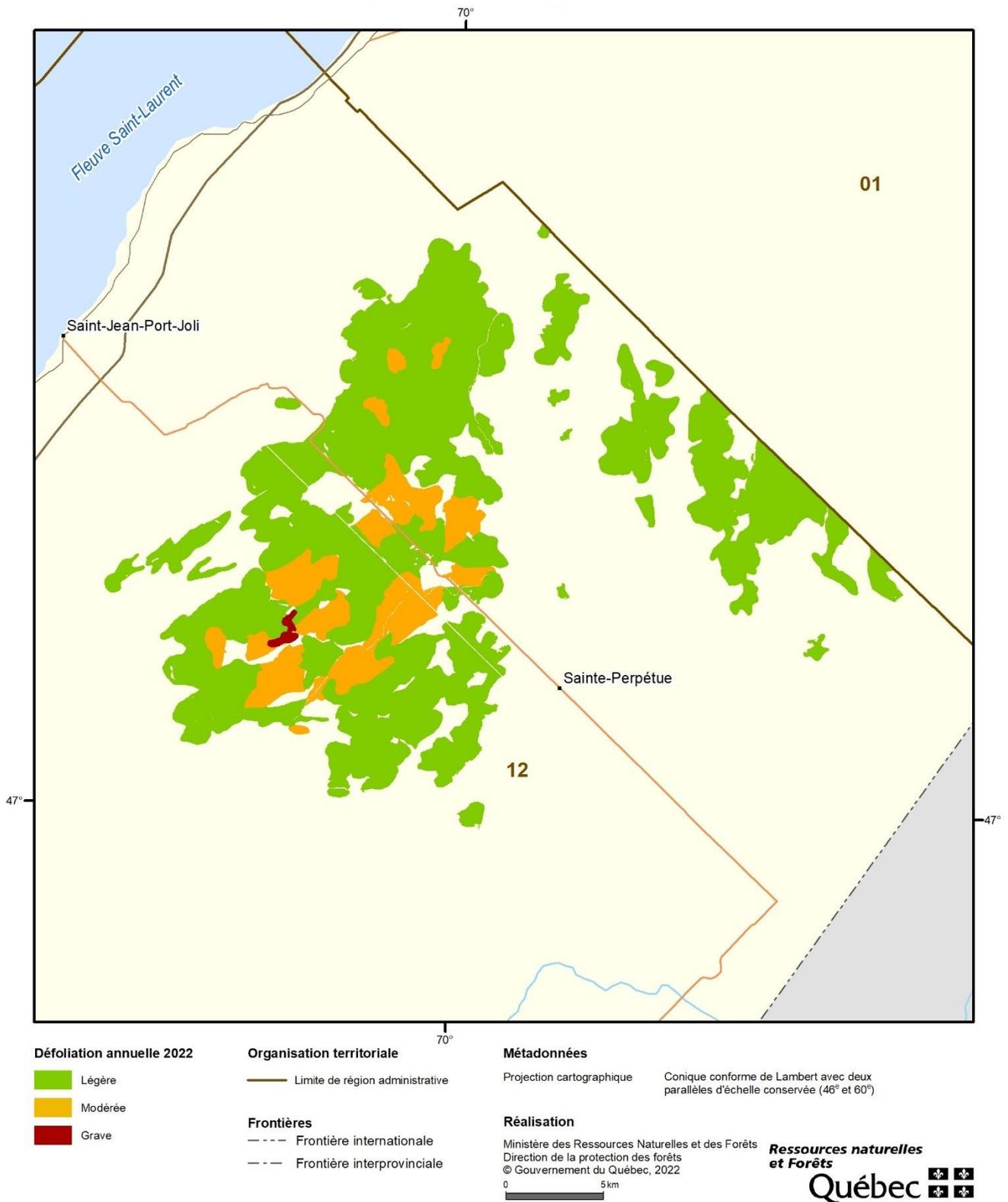
Réalisation

Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2022

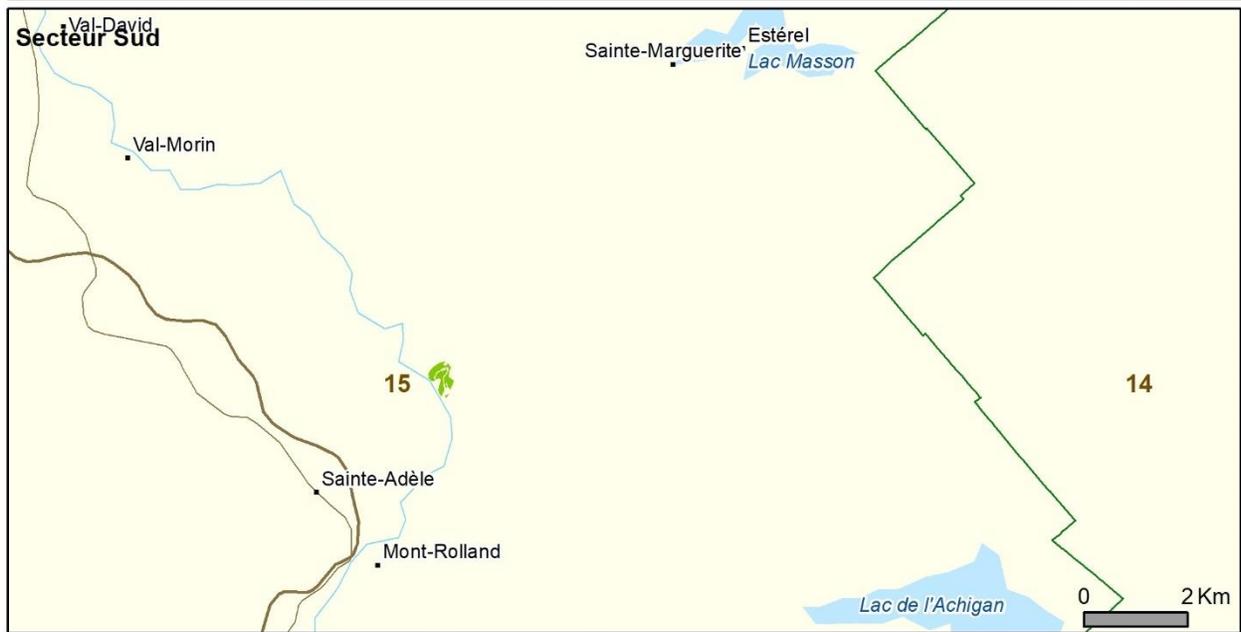
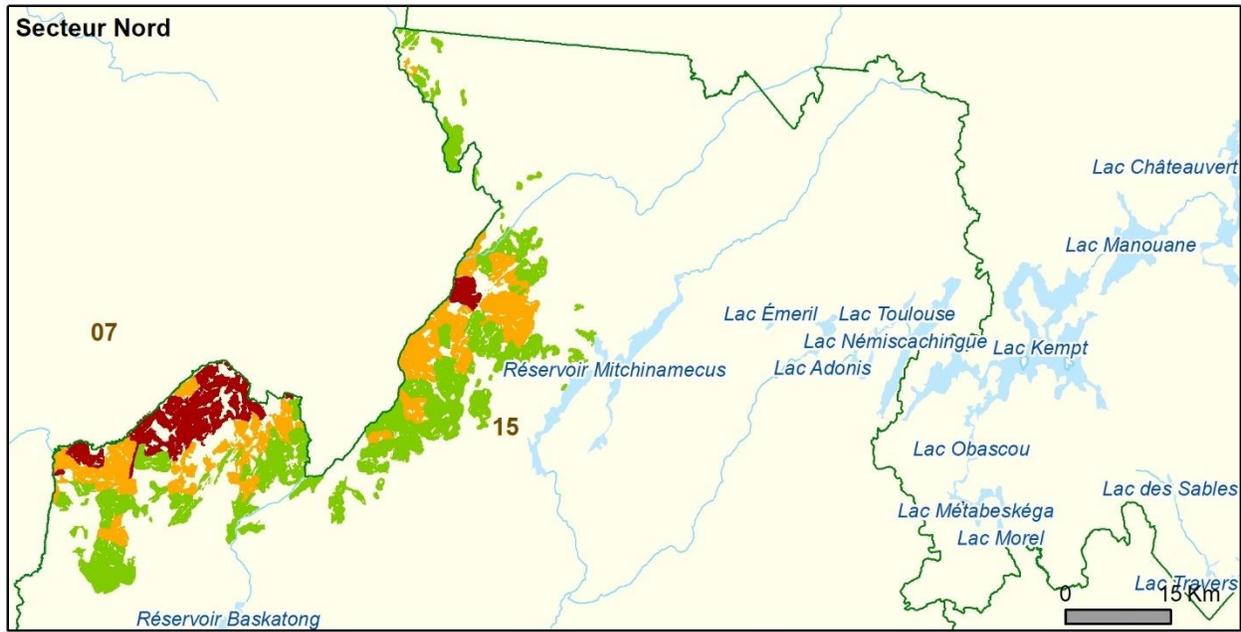
0 20 km



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 2022

- 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 Ressources Naturelles et des Forêts
 Direction de la protection des forêts
 © Gouvernement du Québec, 2022



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

*Ressources naturelles
et Forêts*

Québec 