



# Surveillance des infections invasives à streptocoques du groupe A au Canada, 2021–2022

Alyssa R Golden<sup>1\*</sup>, Averil Griffith<sup>1</sup>, Gregory J Tyrrell<sup>2</sup>, Julianne V Kus<sup>3,4</sup>, Allison McGeer<sup>5</sup>, Marc-Christian Domingo<sup>6</sup>, Linda Hoang<sup>7</sup>, Jessica Minion<sup>8</sup>, Paul Van Caeseele<sup>9</sup>, Hanan Smadi<sup>10</sup>, David Haldane<sup>11</sup>, Yang Yu<sup>12</sup>, Xiaofeng Ding<sup>13</sup>, Laura Steven<sup>14</sup>, Jan McFadzen<sup>15</sup>, Courtney Primeau<sup>16</sup>, Kristyn Franklin<sup>16</sup>, Irene Martin<sup>1</sup>

## Résumé

**Contexte :** L'infection invasive à streptocoques du groupe A (IISGA) (causée par *Streptococcus pyogenes*) est une maladie à déclaration obligatoire au Canada depuis 2000. Ce rapport résume les données démographiques, les types *emm* et la résistance aux antimicrobiens des IISGA au Canada en 2020.

**Méthodes :** Le Laboratoire national de microbiologie de l'Agence de la santé publique du Canada collabore avec les laboratoires de santé publique provinciaux et territoriaux pour assurer la surveillance nationale du *S. pyogenes* invasif. Le typage des gènes *emm* a été effectué en utilisant le protocole de séquençage du gène *emm* des Centres de contrôle et de prévention des maladies (Centers for Disease Control and Prevention). Les susceptibilités antimicrobiennes ont été déterminées par diffusion sur disque de Kirby-Bauer, conformément aux directives de la Clinical and Laboratory Standards Institute ou prédites à partir des données de séquençage du génome entier en fonction de la présence de déterminants de la résistance.

**Résultats :** Dans l'ensemble, l'incidence de l'IISGA au Canada était de 5,56 cas pour 100 000 habitants en 2021, en baisse par rapport au pic de 8,6 cas pour 100 000 habitants en 2018. Un total de 2 630 isolats de *S. pyogenes* invasif ont été prélevés en 2022, ce qui représente une augmentation par rapport à 2021 ( $n = 2 179$ ). Plus particulièrement, il y a eu une forte augmentation des isolats prélevés entre octobre et décembre 2022. Le type *emm* le plus fréquent dans l'ensemble en 2021 et 2022 était *emm49*, à 21,5 % ( $n = 468$ ) et 16,9 % ( $n = 444$ ) respectivement, ce qui représente une augmentation significative de la prévalence depuis 2018 ( $p < 0,0001$ ). L'ancien type le plus répandu, le gène *emm1*, est passé de 0,5 % ( $n = 10$ ) en 2021 à 4,8 % ( $n = 125$ ) en 2022; de même, le gène *emm12* est passé de 1,0 % ( $n = 22$ ) en 2021 à 5,8 % ( $n = 151$ ) en 2022. Ces deux types représentaient ensemble près de 25 % des isolats prélevés à la fin de 2022 (octobre à décembre). Les taux de résistance aux antimicrobiens en 2021 et 2022 comprenaient 14,9 %/14,1 % de résistance à l'érythromycine, 4,8 %/3,0 % de résistance à la clindamycine et moins de 1 % de résistance au chloramphénicol.

**Conclusion :** L'augmentation du nombre d'isolats d'IISGA prélevés au Canada est un problème de santé publique important. La surveillance continue de l'IISGA est essentielle afin de suivre l'expansion des types *emm* et les profils de résistance aux antimicrobiens.

**Citation proposée :** Golden AR, Griffith A, Tyrrell G, Kus JV, McGreer A, Domingo MC, Hoan L, Minion J, Van Caeseele P, Smadi H, Haldane D, Yu Y, Ding X, Steven L, McFadzen J, Primeau C, Franklin K, Martin I. Surveillance des infections invasives à streptocoques du groupe A au Canada, 2021–2022. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2024;50(5):149–58. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v50i05a03f>

**Mots-clés :** IISGA, *Streptococcus pyogenes*, Canada, *emm*, surveillance, résistance aux antimicrobiens, streptocoque du groupe A

Cette œuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0



## Affiliations

\*Voir la liste complète des affiliations dans le

[Appendice](#)

**\*Correspondance :**

[alyssa.golden@phac-aspc.gc.ca](mailto:alyssa.golden@phac-aspc.gc.ca)



## Introduction

Le streptocoque invasif du groupe A (IISGA, *Streptococcus pyogenes*) est responsable d'un large éventail de maladies humaines, dont les plus graves sont la bactériémie, le syndrome de choc toxique streptococcique, la fasciite nécrosante et l'endocardite (1). Au Canada, l'incidence globale des IISGA n'a cessé d'augmenter depuis que cette infection est devenue une maladie à déclaration obligatoire en 2000, atteignant un pic de 8,61 cas pour 100 000 habitants en 2018 (2). En 2020, le Canada a fait état d'une diminution des soumissions d'isolats d'IISGA, attribuée aux mesures de confinement mises en place pour lutter contre la pandémie de SRAS-CoV-2 (COVID-19) (2). Les types *emm* les plus couramment associés à la maladie au Canada ont également connu une évolution significative, passant de *emm1*, autrefois prévalent, à *emm49* et à *emm76* (2).

Vers la fin de 2022, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a signalé que plusieurs pays d'Europe avaient observé une augmentation des cas d'IISGA et de scarlatine, principalement chez les enfants (3), ce qui a marqué le début d'une saison où l'on s'est intéressé de plus près à l'IISGA dans de nombreux pays. Puisque les restrictions liées à la pandémie de COVID-19 se sont assouplies et que la transmission de la maladie de personne à personne s'est intensifiée, il est de plus en plus important de surveiller la prévalence de l'IISGA et des types *emm* connexes,

ainsi que la résistance aux antimicrobiens. Ce rapport présente un résumé des isolats d'IISGA prélevés au Canada en 2021 et 2022.

## Méthodes

### Programme de surveillance

Tel que décrit précédemment, la surveillance des IISGA au Canada consiste en un système passif, basé sur les laboratoires, dans lequel les isolats invasifs de *S. pyogenes* provenant de tous les laboratoires de santé publique provinciaux et territoriaux (à l'exception de l'Alberta) sont envoyés au Laboratoire national de microbiologie (LNM) à Winnipeg pour des analyses supplémentaires (2). En 2021, un total de 2 179 isolats d'IISGA ont été signalés, dont 1 787 soumis directement au LNM par des laboratoires de santé publique provinciaux et territoriaux, et les données relatives à 392 isolats supplémentaires prélevés et analysés par le Laboratoire provincial de santé publique d'Edmonton, en Alberta (ProvLab Alberta); en 2022, un total de 2 630 isolats d'IISGA ont été signalés, dont 2 108 soumis directement et les données relatives à 522 isolats analysés par le ProvLab Alberta (tableau 1). Les sites d'isolement clinique stériles comprennent le sang, le liquide céphalorachidien, les

**Tableau 1 : Nombre d'isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* prélevés par chaque province ou région du Canada, 2021–2022**

Province	Groupe d'âge (ans)						Non communiqué	Total
	Moins de 2 ans	2 à 4 ans	5 à 14 ans	15 à 49 ans	50 à 64 ans	65 et plus		
<b>2021</b>								
Colombie-Britannique	2	1	2	153	125	76	0	359
Alberta	7	5	8	199	123	47	3	392
Saskatchewan	4	2	2	83	33	13	1	138
Manitoba	5	7	2	91	49	35	0	189
Ontario	9	1	8	352	227	176	7	780
Québec	7	5	3	90	73	57	2	237
Atlantique <sup>a</sup>	0	1	0	32	20	8	1	62
Nord <sup>b</sup>	2	1	1	4	11	3	0	22
<b>Canada</b>	<b>36</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>1 004</b>	<b>661</b>	<b>415</b>	<b>14</b>	<b>2 179</b>
<b>2022</b>								
Colombie-Britannique	6	4	7	151	147	109	1	425
Alberta	13	6	21	276	126	80	0	522
Saskatchewan	6	2	3	63	30	17	0	121
Manitoba	7	0	11	85	52	46	0	201
Ontario	8	13	23	315	258	282	6	905
Québec	15	12	27	134	87	90	0	365
Atlantique <sup>a</sup>	2	2	2	44	11	15	4	80
Nord <sup>b</sup>	0	0	0	7	2	2	0	11
<b>Canada</b>	<b>57</b>	<b>39</b>	<b>94</b>	<b>1 075</b>	<b>713</b>	<b>641</b>	<b>11</b>	<b>2 630</b>

<sup>a</sup> Inclut les isolats du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard, de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve-et-Labrador

<sup>b</sup> Comprend les isolats du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut



tissus profonds, les échantillons de biopsie et de chirurgie, les os et toute source clinique associée à la fasciite nécrosante ou au syndrome du choc toxique.

L'incidence de l'IISGA dans la population jusqu'en 2021 a été obtenue par le Système canadien de surveillance des maladies à déclaration obligatoire (SCSMDO). Les données démographiques pour les taux d'incidence ont été obtenues à partir des estimations démographiques annuelles du 1<sup>er</sup> juillet 2021 de Statistique Canada.

## Analyse des isolats

Les isolats de *S. pyogenes* ont été confirmés par une réaction PYR (pyrrolidonyl-β-naphthylamide) positive et une sensibilité à la bacitracine (4). De janvier 2021 à octobre 2022, le typage du gène *emm* a été effectué sur tous les isolats d'IISGA soumis au LNM et à ProvLab Alberta en utilisant [le protocole de séquençage \*emm\* des Centres de contrôle et de prévention des maladies](#) (Centers for Disease Control and Prevention [CDC]) disponible en ligne (en anglais seulement). Les séquences obtenues ont été comparées à la base de données CDC du gène *emm* et les résultats ont été rapportés au niveau du type. Les sensibilités antimicrobiennes de l'IISGA durant cette période ont été déterminées par diffusion sur disque de Kirby-Bauer pour le chloramphénicol (30 µg), l'érythromycine (15 µg), la clindamycine (2 µg), la pénicilline (10 µg) et la vancomycine (30 µg), conformément aux directives du Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (5). De novembre 2022 à décembre 2022, le séquençage du génome entier a été réalisé sur tous les isolats d'IISGA soumis au LNM à l'aide de la plateforme Illumina, le type *emm* étant identifié directement en utilisant [le pipeline WGS Analysis and Detection of Molecular Markers \(WADE\)](#) (en anglais seulement). L'interprétation de la résistance aux antimicrobiens (sensible, résistante) a également été prédite à l'aide de WADE, en fonction de la présence ou de l'absence de marqueurs de résistance pour le chloramphénicol (*cat*), les macrolides/lincosamides (*ermA*, *ermB*, *ermT*, *mefA/E*) et les β-lactamines (*pbp2x*).

Des analyses supplémentaires ont été effectuées sur tous les isolats du gène *emm1* soumis au LNM en 2021–2022 afin de déterminer la prévalence de la nouvelle lignée M1<sub>UK</sub>. Les génotypes des isolats M1<sub>UK</sub> ont été déterminés en cartographiant les lectures de séquençage du génome entier par rapport à la souche de référence MGAS5005 et en identifiant 27 variants génomiques mononucléotidiques (SNV) caractéristiques, comme décrit précédemment (6,7).

## Analyse des données

Les données démographiques soumises avec les isolats bactériens comprenaient l'âge du patient, le sexe, la source clinique, la province et la date de prélèvement. Les isolats

multiples présentant le même type *emm* et prélevés chez le même patient dans les 14 jours ont été comptés une fois, le site d'isolement le plus invasif étant attribué. Les isolats liés à la méningite ont été considérés comme les plus invasifs, suivis par le sang, puis par les autres sites stériles. Les données de laboratoire ont été regroupées par âge en groupes de moins de 2 ans, de 2 à 4 ans, de 5 à 14 ans, de 15 à 49 ans, de 50 à 64 ans et de 65 ans et plus, et par région en régions de l'Ouest (Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba), du Centre (Ontario, Québec), de l'Est (Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve-et-Labrador) et du Nord (Territoires du Yukon, Territoires du Nord-Ouest et Nunavut) du Canada. La signification statistique des tendances a été évaluée à l'aide du test de tendance de Cochran Armitage, une valeur *p* de < 0,05 étant considérée comme significative.

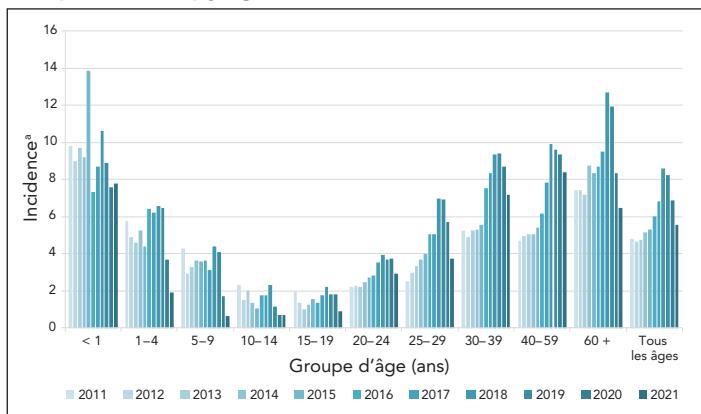
## Résultats

Après avoir atteint un pic de 8,61 cas pour 100 000 habitants en 2018, l'incidence globale de l'IISGA au Canada a diminué en 2020 et 2021. Le taux d'incidence global en 2021 était de 5,56 cas pour 100 000 habitants, soit l'incidence globale la plus faible au Canada depuis 2015 ([figure 1, appendice, tableau S1 du supplément](#)). Le nombre d'isolats d'IISGA soumis en 2022 (*n* = 2 630) a augmenté par rapport à 2021 (*n* = 2 179). En particulier, on a observé une forte augmentation des isolats prélevés au cours du dernier trimestre (T4, octobre à décembre) de 2022 ([figure 2](#)), dont le total était considérablement plus élevé que le T4 de 2018 et 2019 (années avant la pandémie). Il convient de noter que le nombre d'isolats prélevés chez des enfants de moins de 15 ans a augmenté au cours du quatrième trimestre par rapport aux trimestres précédents.

La proportion globale d'isolats d'IISGA prélevés auprès des groupes d'âge pédiatriques est restée stable au cours des deux années, les nourrissons de moins de 2 ans représentant 1 % à 2 % des isolats, les tout-petits de 2 à 4 ans 1 % à 1,5 % et les enfants de 5 à 14 ans 1 % à 3 %. Les proportions pour les autres groupes d'âge étaient plus fluctuantes. Les patients âgés de 15 à 49 ans représentaient 46,1 % des isolats prélevés en 2021 et 40,9 % de ceux prélevés en 2022; les adultes âgés de 50 à 64 ans représentaient 30,3 % et 27,1 %; et les aînés de 65 ans et plus, 19,0 % et 24,4 %. Parmi les isolats pour lesquels l'information sur le sexe était disponible, les isolats provenant de patients de sexe masculin représentaient 61,8 % et 61,7 % des isolats en 2021 et 2022, respectivement. Le sang était le principal site d'isolement clinique, représentant 69,3 % des isolats prélevés en 2021 et 70,5 % en 2022. Des informations supplémentaires sur les sources de spécimen par groupe d'âge et les types *emm* se trouvent en appendice, aux [figures S1 à S5](#).

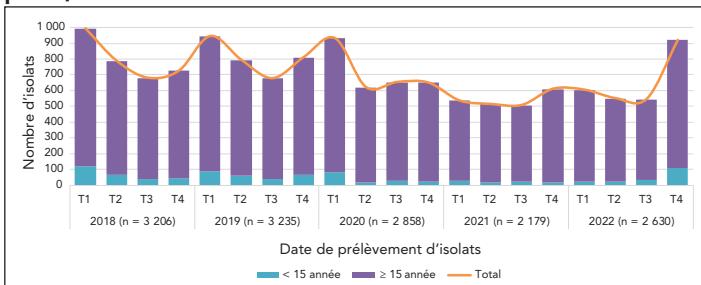


**Figure 1 : Taux d'incidence annuelle des cas invasifs de *Streptococcus pyogenes* au Canada, 2011–2021<sup>a</sup>**



<sup>a</sup>Cas pour 100 000 habitants

**Figure 2 : Nombre d'isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* prélevés chaque trimestre<sup>a</sup> chez les enfants de moins de 15 ans et les patients âgés de 15 ans et plus<sup>b</sup>, 2018–2022**



Abréviation : T, trimestre

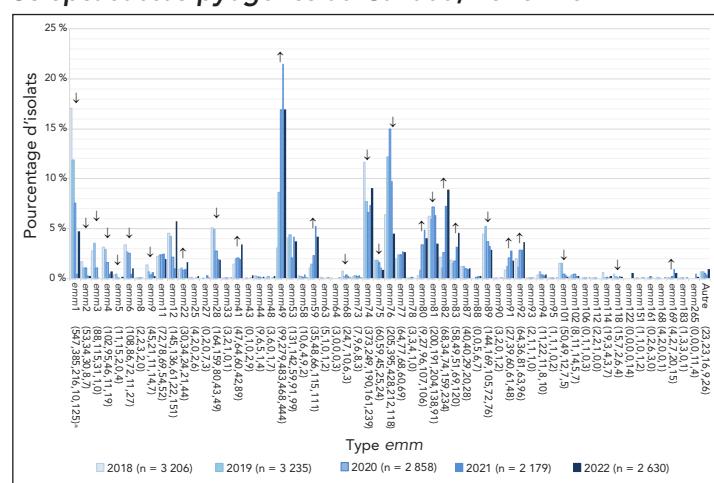
<sup>a</sup>T1, janvier à mars; T2, avril à juin; T3, juillet à septembre; T4, octobre à décembre; tous les mois sont inclus

<sup>b</sup>Le nombre annuel d'isolats inclut ceux pour lesquels aucun âge n'a été indiqué

Le type *emm* le plus prédominant dans l'ensemble en 2021 et 2022 était *emm49*, (21,5 %, n = 468 et 16,9 %, (n = 444, respectivement), ce qui représente une augmentation significative de la prévalence depuis 2018 (de 3,1 %, n = 99;  $p < 0,0001$ ) (figure 3). Les autres types *emm* qui ont affiché des tendances croissantes significatives entre 2018 et 2022 comprennent *emm22* (0,9 %–1,7 %;  $p = 0,025$ ), *emm41* (1,5 %–3,4 %;  $p < 0,0001$ ), *emm59* (1,1 %–4,2 %;  $p < 0,0001$ ) *emm80* (0,3 %–4,0 %;  $p < 0,0001$ ), *emm82* (2,1 %–8,9 %;  $p < 0,0001$ ), *emm83* (1,8 %–4,6 %;  $p < 0,0001$ ), *emm91* (0,8 %–1,8 %;  $p < 0,0001$ ) et *emm92* (2,0 %–3,7 %;  $p < 0,0001$ ). D'autres types *emm* ont affiché des tendances décroissantes significatives (voir figure 3), comme le type *emm1*, qui est passé de 17,1 % (n = 547) de tous les isolats d'IISGA prélevés en 2018 à 4,8 % (n = 125) en 2022 ( $p < 0,0001$ ). La prévalence de 4,8 % en 2022 est en nette augmentation par rapport à 2021, où le type *emm1* ne représentait que 0,5 % (n = 10) des isolats prélevés; cette augmentation récente est statistiquement significative ( $p < 0,0001$ ). Il convient de noter que 49,0 % (n = 47) des isolats *emm1* séquencés en 2022 appartenaient à la nouvelle lignée *M1<sub>UK</sub>*; en comparaison, en 2015 (année où le premier

isolat *M1<sub>UK</sub>* a été identifié au Canada), seuls 2,6 % (n = 3) des isolats *emm1* séquencés appartenaient à la lignée *M1<sub>UK</sub>*. Un autre type d'intérêt est *emm12*, qui n'a pas montré de tendance significative de 2018 à 2022; cependant, le type *emm12* a diminué de manière significative de 4,5 % (n = 145) en 2018 à 1,0 % (n = 22) en 2021 ( $p < 0,0001$ ), avant de remonter de manière significative à 5,8 % (n = 151) en 2022 ( $p < 0,0001$ ). Les types *emm1* et *emm12* ont connu une réapparition particulière à la fin de 2022, représentant ensemble près de 25 % des isolats prélevés au quatrième trimestre (figure 4).

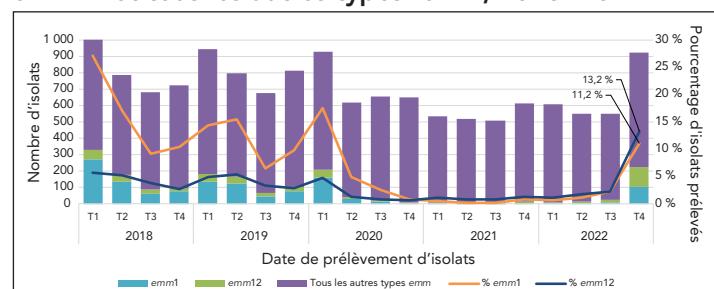
**Figure 3 : Prévalence des types *emm* invasifs de *Streptococcus pyogenes* au Canada, 2018–2022<sup>a,b</sup>**



<sup>a</sup>Nombre d'isolats pour 2018, 2019, 2020, 2021 et 2022, respectivement

<sup>b</sup>Pour les types *emm* avec un n ≥ 30 global (2018 à 2022) : les flèches vers le haut ou vers le bas indiquent les tendances statistiquement significatives vers une augmentation ou une diminution de la prévalence pour la période de 2018 à 2022, en utilisant le test du khi-carré pour la tendance. Les types *emm* sans flèche n'ont pas montré de tendance statistiquement significative ou n'ont pas été attribués une valeur N ≥ 30

**Figure 4 : Nombre d'isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* prélevés chaque trimestre<sup>a</sup> pour *emm1*, *emm12* et tous les autres types<sup>b</sup> *emm*, 2018–2022**



Abréviation : T, trimestre

<sup>a</sup>T1, janvier à mars; T2, avril à juin; T3, juillet à septembre; T4, octobre à décembre; tous les mois sont inclus

<sup>b</sup>Le nombre annuel d'isolats inclut ceux pour lesquels aucun âge n'a été indiqué

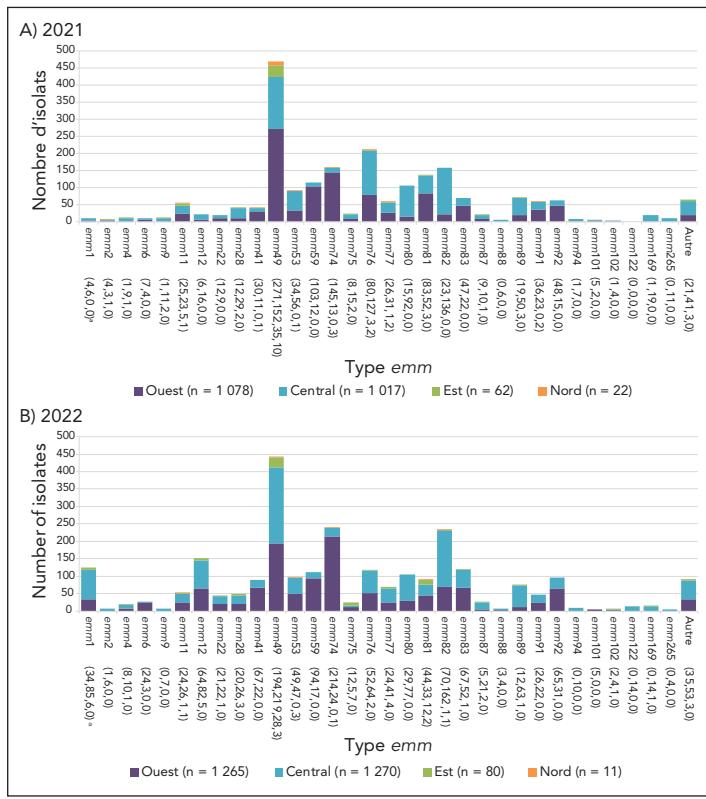
En 2021, le type *emm* le plus fréquent chez les enfants de moins de 15 ans était *emm49* (28,2 %, n = 24). Le type *emm49* était désormais le troisième type le plus fréquent dans ce groupe d'âge en 2022, remplacé par le type *emm12* (25,8 %, n = 49) et *emm1* (24,2 %, n = 46) (appendice, figure S6). Chez les patients âgés de 15 ans et plus, le type *emm49* (21,3 %, n = 442) et le



type *emm76* (10,0 %, n = 207) étaient les plus fréquents en 2021. En 2022, *emm49* (17,0 %, n = 412) était également le type le plus fréquent dans le groupe d'âge, suivi du type *emm74* (9,7 %, n = 236) et de *emm82* (9,5 %, n = 230) (appendice, figure S7).

**Les types *emm* associés à l'Ouest canadien (figure 5)**  
comprenaient *emm49* (25,1 %, n = 271 en 2021; 15,3 %, n = 194 en 2022) et *emm74* (13,5 %, n = 145 en 2021; 16,9 %, n = 214 en 2022). Dans le Centre du Canada, *emm49* (14,9 %, n = 152 en 2021; 17,2 %, n = 219 en 2022) et *emm82* (13,4 %, n = 136 en 2021; 12,8 %, n = 162 en 2022) étaient prédominants à la fois en 2021 et en 2022. Dans l'Est du Canada, *emm49* était le type le plus fréquemment isolé en 2021 (56,5 %, n = 35) et en 2022 (35,0 %, n = 28). Les isolats du Nord du Canada étaient fortement représentés par *emm49* en 2021, à 45,5 % (n = 10), bien que seulement 22 isolats aient été soumis par cette région. En 2022, seuls 11 isolats ont été soumis et il n'y avait pas de type commun (appendice, figures S8 à S11).

**Figure 5 : Distribution régionale des isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* prélevés<sup>a</sup> en A) 2021 et B) 2022, par type *emm***



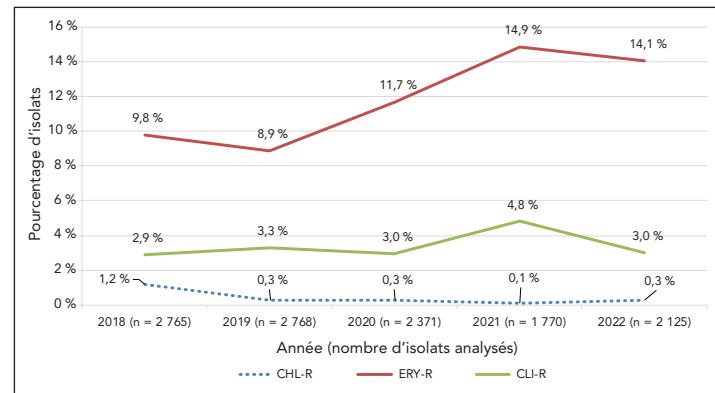
<sup>a</sup> Nombre d'isolats dans les régions du Nord, de l'Est, du Centre et de l'Ouest du Canada, respectivement

Sur demande, le LNM fournit une assistance aux laboratoires de santé publique provinciaux et territoriaux pour les enquêtes sur les éclosions et les agrégats spatio-temporels de cas d'IISGA (y compris les isolats non invasifs issus du dépistage) et les augmentations de *emm* dans les juridictions. En 2021, le LNM

a participé à quatre enquêtes sur des éclosions provenant de diverses juridictions, notamment *emm53* (n = 3 cas), *emm76* (n = 45), *emm77* (n = 2) et une éclosion de type multi-*emm* (*emm49* et *emm53*, n = 8). Un nombre accru de demandes a été reçu en 2022, où le LNM a contribué à une augmentation juridictionnelle (*emm49*) et sept enquêtes sur des éclosions, y compris *emm1.3* (n = 3), *emm41.11* (n = 7 et n = 9), *emm49* (n = 4), *emm89* (n = 23 et n = 4) et deux éclosions de type multi-*emm* (*emm49*, *emm53*, *emm76*, *emm77*, *emm83.1*, *emm91* et *emm169.3*, n = 20; *emm6.4*, *emm41.11*, *emm49*, *emm59*, *emm74*, *emm75* et *emm83.1*, n = 26).

La résistance aux antimicrobiens parmi les isolats d'IISGA est restée faible en 2021–2022 (figure 6, appendice, tableau S2). La résistance à l'érythromycine a augmenté de manière significative, passant de 9,8 % en 2018 à 14,1 % en 2022 (p < 0,0001), tandis que la résistance au chloramphénicol a diminué de manière significative, passant de 1,2 % à 0,3 % (p < 0,0001). La résistance à la clindamycine est restée relativement stable au cours de la période d'étude (2,9 % à 4,8 %). Aucune résistance n'a été observée à la pénicilline ou à la vancomycine. Les types *emm* associés à la résistance à l'érythromycine et à la résistance acquise et inducible à la clindamycine étaient similaires en 2021 et 2022, comprenant *emm11* (88,9 %/93,5 % de résistance à l'érythromycine; 27,8 %/22,6 % de résistance acquise à la clindamycine; 66,7 %/71,0 % de résistance inducible à la clindamycine); *emm77* (92,3 %/82,0 %; 0 %/0 %; 92,3 %/82,0 %); *emm83* (29,5 %/42,7 %; 4,9 %/1,8 %; 29,5 %/42,7 %) et *emm92* (100 %/95,5 %; 0 %/4,5 %; 96,7 %/69,3 %) (appendice, figures S12 à S13, tableaux S3 à S4).

**Figure 6 : Résistance aux antimicrobiens de *Streptococcus pyogenes* invasif au Canada, 2018–2022**



Abréviations : CHL-R, résistant au chloramphénicol; CLI-R, constitutivement résistant à la clindamycine; ERY-R, résistant à l'érythromycine

## Discussion

En 2021, 2 127 cas d'IISGA ont été signalés au SCSMDO, avec un taux d'incidence national de 5,56 cas pour 100 000 habitants, un taux nettement inférieur au sommet observé en 2018 (8,61 cas pour 100 000 habitants). Cette faible incidence en 2021



est cohérente avec le plus faible taux observé en 2020 (6,85 cas pour 100 000 habitants) et peut probablement être attribuée aux effets indirects des mesures de confinement mises en place en 2020 pour empêcher la propagation du virus pandémique SRAS-CoV-2 (COVID-19). De nombreuses études ont observé que l'activité des maladies bactériennes invasives dues à des agents pathogènes transmis par des gouttelettes respiratoires (y compris *S. pyogenes*) a diminué pendant cette période (2,8–10).

À partir de 2022, de nombreux pays ont commencé à voir les taux d'IISGA augmenter à nouveau. En décembre 2022, l'OMS a signalé que cinq pays européens avaient observé une augmentation des cas d'IISGA et de scarlatine, principalement chez les enfants (3). Par la suite, les CDC des États-Unis ont signalé une augmentation des cas d'IISGA chez les enfants dans plusieurs États, dont le Colorado, le Minnesota et le Texas (11–13), et l'Organisation panaméricaine de la Santé (OPS) a publié une note d'information invitant les pays membres à rester attentifs aux cas d'IISGA après que plusieurs d'entre eux ont été identifiés en Uruguay (14). Au Canada, le nombre d'isolats d'IISGA soumis au LNM a augmenté en 2022 par rapport à 2021. Bien que le nombre total annuel n'ait pas dépassé les totaux les plus élevés prélevés avant la pandémie (2018 et 2019), il y a eu une forte augmentation des isolats prélevés en 2022-T4, y compris chez les enfants. L'OMS a indiqué que l'augmentation des IISGA pouvait être due aux contacts accusés de la population après une période de circulation réduite du SGA pendant la pandémie de COVID-19, et à une circulation accrue des virus respiratoires (3); les virus respiratoires et les co-infections virales sont associés aux infections à SGA et peuvent augmenter le risque de maladie invasive (3,15). Bien que notre étude actuelle ne soit pas en mesure de fournir des données canadiennes sur les co-infections virales avec l'IISGA, plusieurs études, notamment en France, au Royaume-Uni et aux États-Unis, ont signalé des taux accusés d'infection virale avant ou en même temps que les IISGA (12,16,17). Les virus associés comprenaient l'influenza, le virus respiratoire syncytial, le virus pandémique SRAS-CoV-2, le métapneumovirus humain et le rhinovirus (12,16,17).

Il convient de noter que les pays qui ont signalé une augmentation de maladies liées à l'IISGA à la fin de 2022 ont tous identifié les types *emm* 1 et 12 comme étant la cause prédominante des cas (12,13,18–21). Au Canada, la prévalence du type *emm* 1 diminuait considérablement avant la pandémie de COVID-19 et était pratiquement inexisteante en 2021 (0,5 % des isolats prélevés). Bien que le nombre du type *emm* 1 soit resté relativement faible au début de 2022, la prévalence a augmenté au Canada au T4, comme cela a été le cas dans d'autres pays. Près de la moitié des isolats *emm* 1 analysés en 2022 appartenaient à la lignée M1<sub>UK</sub> décrite à l'origine par Lynskey et al. comme étant associée à une hyperproduction de l'exotoxine SpeA (7). La Belgique, les Pays-Bas et le Royaume-Uni ont également noté des taux élevés (environ 75 %) de la lignée M1<sub>UK</sub> en 2022 (22–24). Le type *emm* 12 a également été associé à des lignées toxigènes; ce type a déjà été associé à

des éclosions de scarlatine, avec des lignées connexes possédant l'exotoxine SpeC et le superantigène SSA, ainsi qu'une résistance aux antimicrobiens (25). Avant 2022, la prévalence du type *emm* 12 diminuait de manière significative au Canada. Une forte augmentation de la prévalence en 2022-T4 (un peu plus de 13 % de tous les isolats prélevés) a entraîné une augmentation globale d'environ 6 % en 2022. Une faible résistance aux antimicrobiens a été observée dans le type *emm* 12 au cours de cette période. Des études menées aux États-Unis (Colorado, Minnesota, Texas) n'ont pas non plus identifié de résistance lors de leurs augmentations *emm* à la fin de 2022 (12,13). Au Portugal, l'augmentation d'IISGA en 2022 a été caractérisée par des isolats *emm* 12 présentant une grande diversité génomique, sans expansion d'une lignée particulière (20). Une caractérisation génomique plus poussée des isolats *emm* 12 au Canada serait utile pour identifier les profils de toxines et les lignées d'éclosions potentielles.

Le type *emm* le plus fréquemment prélevé au Canada depuis 2020 est *emm* 49. Au moment de rédiger notre précédent rapport annuel en 2020 (2), *emm* 49 n'était pas considéré dans la documentation comme un type fréquent ou émergent. Toutefois, plus récemment, une étude américaine a identifié *emm* 49 comme étant de plus en plus associé à la résistance aux antimicrobiens. Li et al. ont identifié une sous-lignée du type *emm* 49 résistante aux macrolides et aux lincosamides qui s'est rapidement développée dans l'État du Maryland pour devenir la lignée dominante (26). Une étude espagnole a également noté l'émergence du type *emm* 49 à la fin de 2022 après avoir été rarement détectée dans le pays. Ces isolats étaient différents de la lignée américaine en ce sens qu'ils n'étaient résistants qu'à la tétracycline (21). Bien que la résistance aux antimicrobiens du type *emm* 49 ait été rarement détectée au Canada en 2021 et 2022 (moins de 2 % de résistance à l'érythromycine), il sera important de surveiller l'émergence de clones résistants aux médicaments.

*Streptococcus pyogenes* reste sensible à la pénicilline, le traitement antimicrobien de première ligne pour les IISGA, mais la résistance à l'érythromycine (un traitement de deuxième ligne) continue d'augmenter au Canada. En 2021 et 2022, les types *emm* les plus fréquemment prélevés au Canada et présentant des taux élevés (plus de 40 %) de résistance à l'érythromycine étaient similaires à ceux signalés en 2020, notamment *emm* 11, *emm* 77, *emm* 83 et *emm* 92 (2). Parmi ceux-ci, *emm* 83 et *emm* 92 ont enregistré des augmentations significatives au cours de la période de 2018 à 2022. Des études similaires réalisées dans d'autres pays confirment que ces types *emm* présentent une résistance ailleurs, notamment en Espagne (*emm* 11, *emm* 77) et aux États-Unis (*emm* 11, *emm* 83, *emm* 92) (26,27). Il convient de noter que le type *emm* 92 a été identifié en Virginie-Occidentale (États-Unis) comme un type *emm* présentant une résistance uniforme aux macrolides/lincosamides et affectant de manière disproportionnée les patients ayant des antécédents d'utilisation de drogues par voie intraveineuse (28). Au Canada,



les éclosions d'IISGA surviennent souvent dans des groupes à risque, notamment les personnes sans domicile fixe ou celles qui consomment des substances, les populations fermées comme les établissements de soins de longue durée et les communautés autochtones (29,30); il sera très préoccupant que le type *emm92* résistant aux médicaments continue de s'étendre au Canada au sein des populations vulnérables.

## Limites

Il convient d'être prudent dans l'interprétation des données présentées dans ce rapport, car l'interprétation globale des résultats est limitée aux seuls isolats disponibles pour les analyses. Il se peut que seul un sous-ensemble d'isolats de laboratoire de chaque province ait été soumis à des analyses et, par conséquent, ce rapport ne reflète pas l'incidence ou les taux réels de la maladie au Canada. La représentativité des proportions d'isolats soumis aux analyses du LNM par rapport à ceux du SCSMDO est présentée en appendice, dans le **tableau S5**. Toutes les provinces et tous les territoires ne communiquent pas les données linéaires au SCSMDO; par conséquent, seules des données agrégées sont disponibles au niveau national. Les données du SCSMDO et les données du LNM sont donc présentées différemment en termes de groupe d'âge.

## Conclusion

Bien que le nombre d'isolats prélevés ait été faible en 2021, le nombre d'IISGA a augmenté en 2022, surtout dans la dernière partie de l'année. Le type *emm49* est resté le type le plus fréquemment prélevé au Canada en 2021 et 2022; cependant, *emm1* et *emm12* ont commencé à augmenter rapidement leur prévalence au cours du dernier trimestre de 2022. Comme le nombre d'IISGA continue d'augmenter à la suite de la pandémie de COVID-19, il est impératif de poursuivre la surveillance des types *emm* et de la résistance aux antimicrobiens au Canada. Le renforcement de la surveillance pour inclure des données épidémiologiques et de laboratoire en établissant des liens entre ces données améliorerait nos connaissances et notre interprétation de la façon dont les types *emm* d'IISGA et les profils de résistance aux antimicrobiens affectent les groupes à risque au Canada.

## Déclaration des auteurs

A. R. G. — Analyse formelle, conservation des données, visualisation, rédaction de la version originale, révision et édition de la version finale

A. G. — Analyse formelle, validation, investigation, conservation des données, visualisation, rédaction-révision et édition

G. J. T. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

J. V. K. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

A. M. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

M. C. D. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

L. H. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

J. Minion — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

P. V. C. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

H. S. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

D. H. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

Y. Y. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

X. D. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

L. S. — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

J. McFadzen — Ressources, méthodologie, rédaction-révision et édition

C. P. — Rédaction-révision et édition

K. F. — Rédaction-révision et édition

I. M. — Conceptualisation, validation, méthodologie, supervision, administration du projet, rédaction-révision et édition

## Intérêts concurrents

Aucun.

## Remerciements

Nous remercions Angela Yuen et Rachel Hink de l'Unité des streptocoques et des maladies sexuellement transmissibles du LNM pour leur assistance technique en laboratoire, ainsi que le personnel des laboratoires provinciaux et de santé publique du Canada pour leur participation au programme national de surveillance en laboratoire.

## Financement

Ce projet a été soutenu par un financement interne de l'Agence de la santé publique du Canada.

## Références

1. Walker MJ, Barnett TC, McArthur JD, Cole JN, Gillen CM, Henningham A, Sriprakash KS, Sanderson-Smith ML, Nizet V. Disease manifestations and pathogenic mechanisms of Group A Streptococcus. *Clin Microbiol Rev* 2014;27(2):264–301. [DOI](#) [PubMed](#)
2. Golden A, Griffith A, Demczuk W, Tyrrell G, Kus J, McGeer A, Domingo MC, Hoang L, Minion J, Van Caeseele P, Smadi H, Haldane D, Zahariadis G, Mead K, Steven L, Strudwick L, Li A, Mulvey M, Martin I. Surveillance des infections invasives à streptocoques du groupe A au Canada, 2020. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2022;48(9):450–8. [DOI](#)



3. World Health Organization. Disease Outbreak News; Increased incidence of scarlet fever and invasive Group A Streptococcus infection - multi-country. 2022. [Consulté le 26 nov. 2023]. <https://www.who.int/emergencies/diseases-outbreak-news/item/2022-DON429>
4. Spellerberg B, Brandt C. Streptococcus. In: Jorgensen JH, Carroll KC, Funke G, Pfaller MA, Landry M, Richter SS, Warnock DW, editors. Manual of Clinical Microbiology, 11<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: ASM Press; 2015. p. 383–402.
5. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests: M02, 13<sup>th</sup> ed. Wayne, PA: CLSI; 2018.
6. Demczuk W, Martin I, Domingo FR, MacDonald D, Mulvey MR. Identification of Streptococcus pyogenes M1<sub>UK</sub> clone in Canada. *Lancet Infect Dis* 2019;19(12):1284–5. [DOI](#) [PubMed](#)
7. Lynskey NN, Jauneikaite E, Li HK, Zhi X, Turner CE, Mosavie M, Pearson M, Asai M, Lobkowicz L, Chow JY, Parkhill J, Lamagni T, Chalker VJ, Sriskandan S. Emergence of dominant toxigenic M1T1 Streptococcus pyogenes clone during increased scarlet fever activity in England: a population-based molecular epidemiological study. *Lancet Infect Dis* 2019;19(11):1209–18. [DOI](#) [PubMed](#)
8. Amarsy R, Fournier S, Trystram D, Monteil C, Raynaud X, Jarlier V, Robert J; la Collégiale de Bactériologie-Virologie-Hygiène de l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris. Decrease of hospital- and community-acquired bloodstream infections due to Streptococcus pneumoniae and Streptococcus pyogenes during the first year of the COVID-19 pandemic: A time-series analysis in Paris region. *Am J Infect Control* 2023;51(4):475–7. [DOI](#) [PubMed](#)
9. Cheng VC, Wong SC, So SY, Chen JH, Chau PH, Au AK, Chiu KH, Li X, Ip P, Chuang VW, Lung DC, Tse CW, Lee RA, Fung KS, To WK, Lai RW, Que TL, Lo JY, Yuen KY. Decreased antibiotic consumption coincided with reduction in bacteremia caused by bacterial species with respiratory transmission potential during the COVID-19 pandemic. *Antibiotics (Basel)* 2022;11(6):746. [DOI](#) [PubMed](#)
10. Kakimoto M, Miyamori D, Omori K, Kobayashi T, Ikeda K, Kashiyama S, Ohge H, Ito M. Impact of the early phase of COVID-19 on the trends of isolated bacteria in the national database of Japan: an interrupted time-series analysis. *J Infect* 2023;86(2):147–53. [DOI](#) [PubMed](#)
11. Centers for Disease Control and Prevention Health Alert Network. Increase in Pediatric Invasive Group A Streptococcal Infections. 2022. [Consulté le 6 nov. 2023]. <https://emergency.cdc.gov/han/2022/han00484.asp>
12. Barnes M, Youngkin E, Zipprich J, Bilski K, Gregory CJ, Dominguez SR, Mumm E, McMahon M, Como-Sabetti K, Lynfield R, Chochua S, Onukwube J, Arvay M, Herlihy R. Notes from the Field: increase in pediatric invasive group A streptococcus infections - Colorado and Minnesota, October-December 2022. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2023;72(10):265–7. [DOI](#) [PubMed](#)
13. Aboulhosn A, Sanson MA, Vega LA, Segura MG, Summer LM, Joseph M, McNeil JC, Flores AR. Increases in group A streptococcal infections in the pediatric population in Houston, TX, 2022. *Clin Infect Dis* 2023;77(3):351–4. [DOI](#)
14. Pan-American Health Organization/World Health Organization. Informative Note: Cases of diseases caused by group A streptococcus in Uruguay. 2022. [Consulté le 28 nov. 2023]. <https://www.paho.org/es/documentos/nota-informativa-casos-enfermedades-causadas-por-streptococo-grupo-uruguay>
15. Herrera AL, Huber VC, Chaussee MS. The association between invasive group A streptococcal diseases and viral respiratory tract infections. *Front Microbiol* 2016;7:342. [DOI](#) [PubMed](#)
16. Guy R, Henderson KL, Coelho J, Hughes H, Mason EL, Gerver SM, Demirjian A, Watson C, Sharp A, Brown CS, Lamagni T. Increase in invasive group A streptococcal infection notifications, England, 2022. *Euro Surveill* 2023;28(1):2200942. [DOI](#) [PubMed](#)
17. Lassoued Y, Assad Z, Ouldali N, Caseris M, Mariani P, Birgy A, Bonacorsi S, Bidet P, Faye A. Unexpected increase in invasive group A streptococcal infections in children after respiratory viruses outbreak in France: a 15-year time-series analysis. *Open Forum Infect Dis* 2023;10(5):ofad188. [DOI](#) [PubMed](#)
18. UK Health Security Agency. Group A streptococcal infections: report on seasonal activity in England, 2022 to 2023. 2023. [Consulté le 6 nov. 2023]. <https://www.gov.uk/government/publications/group-a-streptococcal-infections-activity-during-the-2022-to-2023-season/group-a-streptococcal-infections-report-on-seasonal-activity-in-england-2022-to-2023>
19. Santé publique France. Infection invasive à streptocoque du Groupe A (IISGA) : point au 8 décembre 2022 et dispositif de surveillance. 2022. [Consulté le 26 nov. 2023]. <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2022/infection-invasive-a-streptocoque-du-groupe-a-iisga-point-au-8-decembre-2022-et-dispositif-de-surveillance>



20. Gouveia C, Bajanca-Lavado MP, Mamede R, Araújo Carvalho A, Rodrigues F, Melo-Cristino J, Ramirez M, Friões A; Portuguese Group for the Study of Streptococcal Infections; Portuguese Study Group of Pediatric Invasive Streptococcal Disease; Portuguese Study Group of Paediatric Invasive Streptococcal Disease. Sustained increase of paediatric invasive *Streptococcus pyogenes* infections dominated by M1<sub>UK</sub> and diverse emm12 isolates, Portugal, September 2022 to May 2023. *Euro Surveill* 2023;28(36):2300427. [DOI](#)
21. Bellés-Bellés A, Prim N, Mormeneo-Bayo S, Villalón-Panzano P, Valiente-Novillo M, Jover-Sáenz A, Aixalà N, Bernet A, López-González É, Prats I, García-González M. Changes in group A streptococcus emm types associated with invasive infections in adults, Spain, 2023. *Emerg Infect Dis* 2023;29(11):2390–2. [DOI](#)
22. Rodriguez-Ruiz JP, Lin Q, Lammens C, Smeesters PR, van Kleef-van Koeveringe S, Matheeussen V, Malhotra-Kumar S. Increase in bloodstream infections caused by emm1 group A *Streptococcus* correlates with emergence of toxicogenic M1<sub>UK</sub>, Belgium, May 2022 to August 2023. *Euro Surveill* 2023;28(36):2300422. [DOI](#) [PubMed](#)
23. van der Putten BC, Vlaminckx BJ, de Gier B, Freudenberg-de Graaf W, van Sorge NM. Group A streptococcal meningitis with the M1<sub>UK</sub> variant in the Netherlands. *JAMA* 2023;329(20):1791–2. [DOI](#) [PubMed](#)
24. Alcolea-Medina A, Snell LB, Alder C, Charalampous T, Williams TG, Tan MK, Al-Yaakoubi N, Humayun G, Newsholme W, Goldenberg S, Nebbia G, Neil SJ, Batra R, Edgeworth JD; Synnovis Microbiology Laboratory Group. The ongoing *Streptococcus pyogenes* (Group A *Streptococcus*) outbreak in London, United Kingdom, in December 2022: a molecular epidemiology study. *Clin Microbiol Infect* 2023;29(7):887–90. [DOI](#) [PubMed](#)
25. Davies MR, Holden MT, Coupland P, Chen JH, Venturini C, Barnett TC, Zakour NL, Tse H, Dougan G, Yuen KY, Walker MJ. Emergence of scarlet fever *Streptococcus pyogenes* emm12 clones in Hong Kong is associated with toxin acquisition and multidrug resistance. *Nat Genet* 2015;47(1):84–7. [DOI](#) [PubMed](#)
26. Li Y, Rivers J, Mathis S, Li Z, McGee L, Chochua S, Metcalf BJ, Fleming-Dutra KE, Nanduri SA, Beall B. Continued increase of erythromycin nonsusceptibility and clindamycin nonsusceptibility among invasive group A streptococci driven by genomic clusters, United States, 2018–2019. *Clin Infect Dis* 2023;76(3):e1266–9. [DOI](#) [PubMed](#)
27. Villalón P, Bárbara M, Medina-Pascual MJ, Garrido N, Pino-Rosa S, Carrasco G, Valdezate S. National surveillance of tetracycline, erythromycin, and clindamycin resistance in invasive *Streptococcus pyogenes*: a retrospective study of the situation in Spain, 2007–2020. *Antibiotics (Basel)* 2023;12(1):99. [DOI](#) [PubMed](#)
28. Powell LM, Choi SJ, Haught BL, Demkowicz R, LaSala PR, Lukomski S. Prevalence of erythromycin-resistant emm92-type invasive group A streptococcal infections among injection drug users in West Virginia, United States, 2021–23. *J Antimicrob Chemother* 2023;78(10):2554–8. [DOI](#) [PubMed](#)
29. Jacob J, Bocking N, Hummelen R, Poirier J, Kelly L, Madden S, Schreiber Y. L'élaboration d'une réponse de santé publique communautaire à une écloison de glomérulonéphrite poststreptococcique dans une collectivité des Premières Nations. *Relevé des maladies transmissibles au Canada*;47(7/8):373–81. [DOI](#)
30. Dickson C, Pham MT, Nguyen V, Brubacher C, Silverman MS, Khaled K, Hovhannisyan G. Écloison communautaire d'une infection invasive à streptocoque du groupe A en Ontario, Canada. *Relevé des maladies transmissibles au Canada*. 2018;44(7/8):205–12. [DOI](#)



## Appendice

Des figures et des tableaux supplémentaires sont disponibles sur demande auprès de l'auteur.

Tableau S1 : Taux d'incidence annuelle des cas invasifs de *Streptococcus pyogenes* au Canada, par groupe d'âge, 2011–2021

Figure S1 : Sites d'isolement clinique de *Streptococcus pyogenes* chez des enfants de moins de 15 ans en A) 2021 (n = 85) et B) 2022 (n = 190)

Figure S2 : Sites d'isolement clinique de *Streptococcus pyogenes* chez des patients âgés de 15 ans ou plus en A) 2021 (n = 2 094) et B) 2022 (n = 2 436)

Figure S3 : Pourcentage d'isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* dans le sang en 2021 (n = 1 509) et 2022 (n = 1 853), par type emm

Figure S4 : Pourcentage d'isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* provenant d'autres sites stériles en 2021 (n = 664) et 2022 (n = 769), par type emm

Figure S5 : Pourcentage d'isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* dans le liquide céphalorachidien en 2021 (n = 6) et 2022 (n = 8), par type emm

Figure S6 : Prévalence des types emm invasifs de *Streptococcus pyogenes* isolés chez des patients de moins de 15 ans en 2021 (n = 85) et 2022 (n = 190)

Figure S7 : Prévalence des types emm invasifs de *Streptococcus pyogenes* isolés chez des patients âgés de 15 ans et plus en 2021 (n = 2 080) et 2022 (n = 2 425)

Figure S8 : Prévalence des dix types emm de *Streptococcus pyogenes* invasifs les plus courants prélevés dans l'Ouest du Canada en A) 2021 et B) 2022

Figure S9 : Prévalence des dix types emm de *Streptococcus pyogenes* invasifs les plus courants prélevés dans le Centre du Canada en A) 2021 et B) 2022

Figure S10 : Prévalence des dix types emm de *Streptococcus pyogenes* invasifs les plus courants prélevés dans l'Est du Canada en A) 2021 et B) 2022

Figure S11 : Prévalence des dix types emm de *Streptococcus pyogenes* invasifs les plus courants prélevés dans le Nord du Canada en A) 2021 et B) 2022

Tableau S2 : Isolats de *Streptococcus pyogenes* invasifs résistants aux antimicrobiens par année, 2018–2022

Figure S12 : Pourcentage d'isolats de *Streptococcus pyogenes* résistants aux macrolides et aux lincosamides prélevés en 2021, par type emm

Figure S13 : Pourcentage d'isolats de *Streptococcus pyogenes* résistants aux macrolides et aux lincosamides prélevés en 2022, par type emm

Tableau S3 : Pourcentage d'isolats de *Streptococcus pyogenes* résistants aux macrolides et aux lincosamides prélevés en 2021, par type emm

Tableau S4 : Pourcentage d'isolats de *Streptococcus pyogenes* résistants aux macrolides et aux lincosamides prélevés en 2021, par type emm

Tableau S5 : Nombre de type d'isolats invasifs de *Streptococcus pyogenes* par le Laboratoire national de microbiologie (LNM) par rapport au nombre total de cas signalés au Système canadien de surveillance des maladies à déclaration obligatoire (SCSMDO) en 2021, par groupe d'âge des patients

## List of affiliations

<sup>1</sup> Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, MB

<sup>2</sup> Laboratoire provincial de santé publique, Edmonton, AB

<sup>3</sup> Santé publique Ontario, Toronto, ON

<sup>4</sup> Département de médecine de laboratoire et pathobiologie, Université de Toronto, Toronto, ON

<sup>5</sup> Toronto Invasive Bacterial Diseases Network (TIBDN), Département de microbiologie, Hôpital Mount Sinai, Toronto, ON

<sup>6</sup> Laboratoire de santé publique du Québec, Institut national de santé publique du Québec, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC

<sup>7</sup> Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

<sup>8</sup> Laboratoire provincial Roy Romanow, Regina, SK

<sup>9</sup> Laboratoire provincial Cadham, Winnipeg, MB

<sup>10</sup> Ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, NB

<sup>11</sup> Centre des sciences de la santé Queen Elizabeth II, Halifax, NS

<sup>12</sup> Laboratoire de santé publique de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's, NL

<sup>13</sup> Hôpital Queen Elizabeth, Charlottetown, PE

<sup>14</sup> Laboratoire de l'Hôpital territorial de Stanton, Yellowknife, NT

<sup>15</sup> Centre de lutte contre les maladies transmissibles du Yukon, Whitehorse, YT

<sup>16</sup> Centre des infections émergentes et respiratoires et de la préparation aux pandémies, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON