



COVID-19  
IMMUNITY  
TASK FORCE

GROUPE DE TRAVAIL  
SUR L'IMMUNITÉ  
FACE À LA COVID-19

NUMÉRO DE DÉCEMBRE 2021

# **Rapport de surveillance de l'immunité du GTIC : la séropositivité cumulative au SRAS-CoV-2 au Canada**

## Sommaire

### Motivation et méthodes

Les enquêtes sérologiques mesurent la proportion de gens porteurs d'anticorps qui protègent contre le SRAS-CoV-2, le virus responsable de la COVID-19. Ces estimations de la séroprévalence informent sur l'étendue réelle de l'infection par le SRAS-CoV-2 et sur l'immunité humorale, et sont donc cruciales pour éclairer les décisions en matière de santé publique. À ce jour, nombre d'études canadiennes ont fait état d'estimations de la séroprévalence, faisant ressortir l'importance d'en synthétiser les résultats afin de générer régulièrement des estimations comparables de la séroprévalence et de l'infection par le SRAS-CoV-2 au Canada.

À cette fin, le Groupe de travail sur l'immunité face à la COVID-19 (GTIC) fait la synthèse d'estimations de la séroprévalence pour le Canada et publie les résultats chaque mois. Le rapport de décembre 2021 visait à estimer l'incidence cumulative de la séroconversion (c.-à-d. la production d'anticorps contre le SRAS-CoV-2) due à l'infection par ce nouveau coronavirus au Canada jusqu'au 30 novembre 2021. Des estimations de la séroprévalence fondées sur des enquêtes sérologiques canadiennes auprès de la population générale (recensées par [SeroTracker](#)) ont été modélisées à partir d'une analyse statistique bayésienne. Ce rapport fait appel à un modèle visant à tenir compte des changements survenus avant et après l'ère vaccinale. Plus précisément, ce sont les cas confirmés, et non les décès, qui servent de principal facteur prédictif de la séroprévalence.

### Constatations

Cent cinquante-trois estimations de la séroprévalence tirées de huit groupes de recherche pour des études comprenant la population générale et des donneurs de sang ont été retenues dans l'analyse. L'estimation synthétisée de la séroprévalence due à l'infection par le SRAS-CoV-2 au Canada au 30 novembre 2021 se situait à 7,76 % (intervalle de crédibilité [IC] de 95 % : 6,94, 8,60). La séroprévalence par région variait de 1,61 % (IC de 95 % : 1,38, 1,97) dans les provinces de l'Atlantique à 12,5 % (IC de 95 % : 10,7, 14,2) en Alberta.

Ces résultats indiquent que fin novembre 2021, après de multiples vagues épidémiques d'infection par la COVID-19, l'incidence cumulative de la séroconversion mesurable à la suite de l'infection par le SRAS-CoV-2 est restée faible au Canada; moins de 1 sur 12 en moyenne. Selon ces résultats, la lutte contre la pandémie au Canada reste tributaire de la vaccination massive d'un grand nombre de personnes. Cela dit, vu les nouvelles données sur le virus et ses variants, il pourrait être difficile de vacciner suffisamment de personnes pour bloquer efficacement la transmission

du SRAS-CoV-2 au sein de la population canadienne, comme cela a été fait pour d'autres maladies infectieuses évitables par vaccination.

## Prochaines étapes

De futurs rapports comporteront des estimations de la séropositivité à la suite d'une infection naturelle et de la vaccination en incluant la séoprévalence des anticorps anti-spicules, de nouvelles études sur la séoprévalence et des données de séries chronologiques sur les vaccins administrés dans chaque province et territoire.

Citation proposée : *CITF Immunity Monitoring Report Cumulative SARS-CoV-2 seropositivity in Canada: December 2021 edition / Rapport de surveillance de l'immunité du GTIC : la séropositivité cumulative au SRAS-CoV-2 au Canada : numéro de décembre.*

## Motivation

La mise en œuvre de mesures de santé publique visant à contrôler la COVID-19 au Canada exige des estimations exactes de la proportion de la population protégée contre l'infection. La protection contre l'infection (ou la réinfection) peut résulter d'une infection antérieure ou de la vaccination. Cela dit, le nombre rapporté de cas confirmés sous-évalue le nombre réel d'infections (Giattino, 2020). Beaucoup d'infections ne sont pas consignées en raison de la capacité limitée de tests de diagnostic, de l'imperfection de la recherche de contacts et des infections asymptomatiques. De plus, les cas confirmés ne présentent pas une mesure claire de la façon dont les anticorps s'accumulent chez une personne à la suite d'une infection antérieure.

Des enquêtes sur la séoprévalence (enquêtes sérologiques) mesurent la proportion des sujets d'une étude qui ont des anticorps contre le SRAS-CoV-2. Comme les anticorps démontrent une infection passée au SRAS-CoV-2 ou une vaccination, des enquêtes sérologiques mesurant les anticorps à la protéine de la nucléocapside du virus, en particulier, peuvent fournir un « instantané » transversal de l'incidence cumulative des infections au cours d'un intervalle en amont de l'enquête. La présence d'anticorps contre la protéine S du virus avant l'apparition des vaccins constitue aussi une mesure fiable d'une infection passée.

Les enquêtes sérologiques seules ne peuvent éclairer les politiques d'intérêt public, car leur tenue périodique ne fournit que des estimations à retardement de la séoprévalence. Or, des données tirées d'enquêtes sérologiques peuvent être combinées avec des données épidémiologiques rapportées régulièrement, comme des cas confirmés, afin d'estimer la séoprévalence entre des enquêtes sérologiques, depuis la tenue de la dernière enquête sérologique, et afin de synthétiser les estimations de séoprévalence provenant d'enquêtes sérologiques.

Arora *et al.* (en cours) propose un modèle statistique bayésien relativement simple qui exploite des enquêtes sérologiques sporadiques et les relations connues entre les infections, les taux de détection et de dépistage des cas, et la séroconversion. La méthode produit des estimations méta-analytiques de la séroprévalence au fil du temps.

## Constatations

### Principaux résultats sur la séroprévalence

Selon nos estimations, au 30 novembre 2021, la séroprévalence d'une infection naturelle au Canada était de 7,76 % (IC à 95 % : 6,94, 8,60) (**Figure 1**). Cette estimation reposait sur 153 résultats de séroprévalence tirés de huit groupes de recherche.

Les estimations provinciales de séroprévalence variaient de 1,61 % (IC à 95 % : 1,38, 1,97) dans les provinces de l'Atlantique à 12,5 % (IC à 95 % : 10,7, 14,3) en Alberta. La **Figure 2** montre les méta-estimations de la séroprévalence par province ou région, ainsi que les résultats d'enquêtes sérologiques individuelles.

Figure 1. Proportion cumulative estimée de Canadiens séropositifs au SRAS-CoV-2 par infection, du 1<sup>er</sup> mars 2020 au 30 novembre 2021. Comprend les provinces et les territoires. La ligne pointillée représente les cas confirmés en pourcentage de la population canadienne. La ligne pleine, la bande sarcelle pâle et la bande sarcelle foncé représentent les estimations de la médiane, de l'intervalle de crédibilité à 50 % et de l'intervalle de crédibilité à 95 %, respectivement, de la proportion de séropositifs au fil du temps.

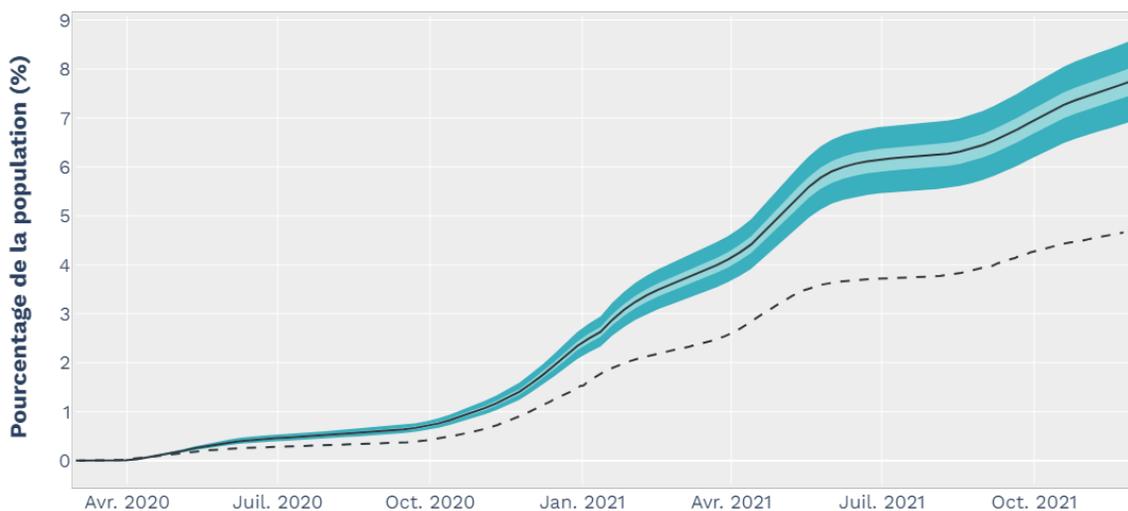


Figure 2.

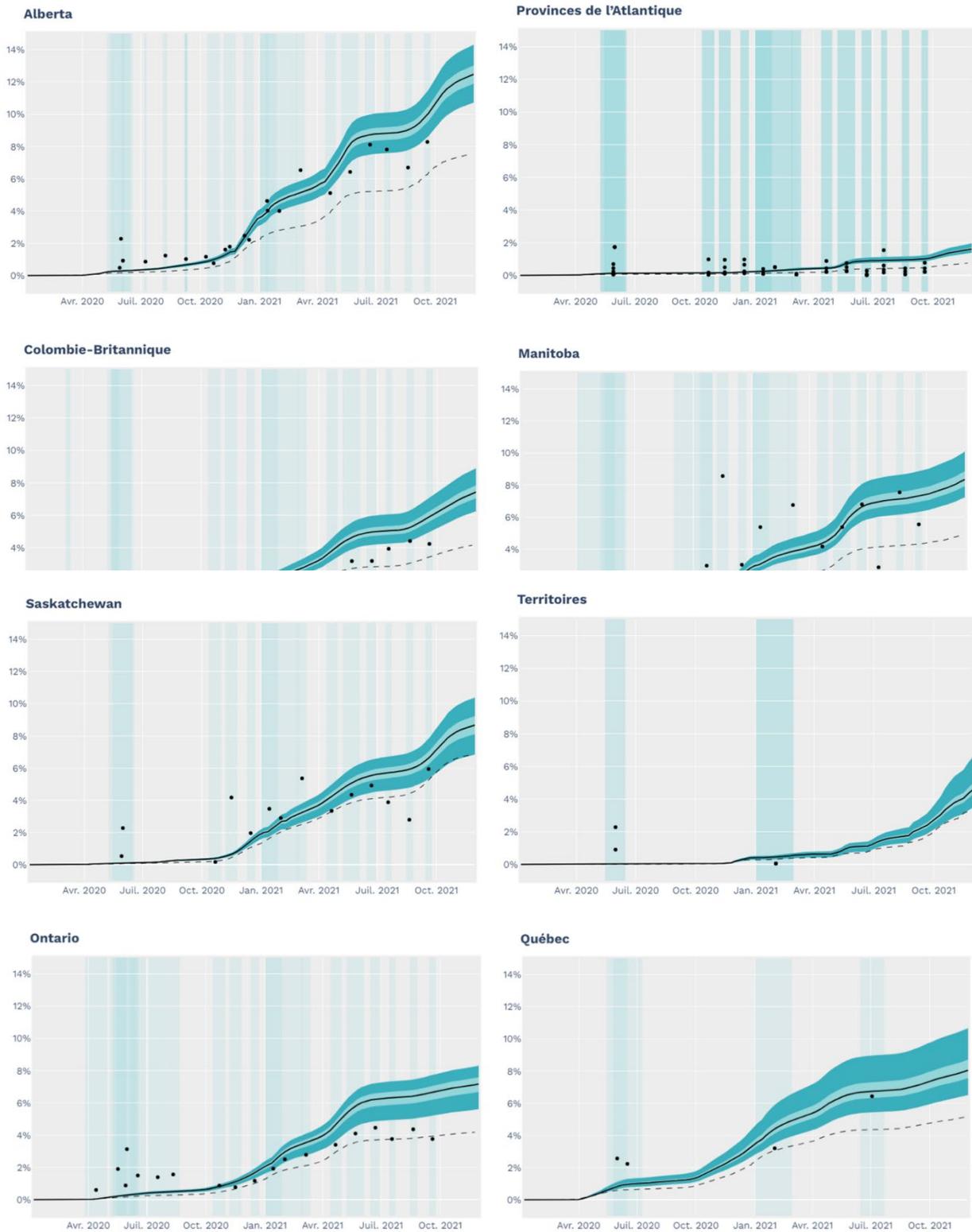


Figure 2. Proportion estimée de la population provinciale ou régionale séropositive au SRAS-CoV-2 en raison d'une infection, du 1<sup>er</sup> mars 2020 au 30 novembre 2021. Exclut les territoires. La ligne pointillée représente les cas confirmés en pourcentage de la population canadienne. La ligne pleine, la bande sarcelle pâle et la bande sarcelle foncé représentent les estimations de la médiane, de l'intervalle de crédibilité à 50 % et de l'intervalle de crédibilité à 95 %, respectivement, de la proportion de séropositifs au fil du temps. Les points noirs représentent les estimations de séroprévalence dans une province ou une région donnée, les zones ombrées représentant la date d'échantillonnage des participants à cette étude de séroprévalence.

## Interprétation

Dans l'ensemble du Canada et dans toutes les régions, l'immunité à l'infection par la COVID-19, telle que mesurée par la séroprévalence, est restée faible après de multiples vagues épidémiques : 12 % ou moins.

Pour le Canada, la séroprévalence due aux infections, telle qu'estimée par le modèle, était 1,67 fois supérieure au nombre de cas signalés (de 1,27 à 2,16 fois pour les totaux provinciaux). Cela semble indiquer qu'en moyenne, il y avait près de deux infections véritables pour chaque cas confirmé (**Tableau 1**).

Tableau 1. Cas rapportés de COVID-19 et séroprévalence estimée.

Régions	Population totale [1]	Cas cumulés [2]	Cas cumulés en tant que % de la population	% de séroprévalence estimé par modèle (IC de 95 %) [3]	Nombre d'infections réelles par cas confirmés
Canada	38246108	1782296	4.66	7.76 (6.94, 8.6)	1.67
Alberta	4442879	333466	7.51	12.47 (10.72, 14.3)	1.66
Provinces de l'Atlantique	2466151	18417	0.75	1.61 (1.38, 1.97)	2.16
Colombie-Britannique	5214805	216334	4.15	7.42 (6.25, 8.9)	1.79
Manitoba	1383765	67092	4.85	8.34 (7.23, 10.09)	1.72
Ontario	14826276	620874	4.19	7.17 (5.61, 8.31)	1.71
Québec	8604495	441344	5.13	8.04 (6.51, 10.67)	1.57
Saskatchewan	1179844	80571	6.83	8.67 (6.84, 10.38)	1.27
Territoires	127893	4185	3.27	4.56 (3.47, 6.57)	1.39

1. Estimations de population pour 2021 téléchargées de Statistique Canada
2. Incidence cumulative des cas confirmés téléchargée depuis le site COVID-19 Canada Open Data Working Group (CCODWG; date de consultation : 24 novembre 2021).
3. Estimation pour le 30 novembre 2021

## Limitations

La version actuelle du modèle statistique présente des limites connues, séropositifs principalement à des simplifications ou à des hypothèses. L'une de ces simplifications importantes est que l'affaiblissement ou la perte des anticorps ne sont pas modélisés. Une autre limite est que l'âge n'est pas inclus explicitement dans le modèle, de sorte que les résultats ne sont pas disponibles par groupe d'âge et que les résultats actuels doivent être considérés comme une moyenne pour tous les âges. Parmi les autres limites, mentionnons l'absence de modélisation explicite de l'erreur de mesure dans les résultats de l'enquête sérologique, bien que, comme on le verra ci-après, des efforts soient faits pour ajuster les résultats d'enquêtes sérologiques avant de les inclure dans le modèle.

## Méthodes

### Sources de données

#### INDICATEURS ÉPIDÉMIOLOGIQUES : CAS ET TESTS

Le nombre quotidien de cas confirmés de COVID-19 et les tests des acides nucléiques pour chaque province ou territoire, entre le 1<sup>er</sup> janvier 2020 et le 24 novembre 2021, ont été téléchargés depuis le site COVID-19 Canada Open Data Working Group (CCODWG; date de consultation : 30 novembre 2021). La définition de cas confirmé de COVID-19 varie selon les provinces et les territoires, comme le montre le rapport technique de CCOWG. Le taux de positivité des tests correspond au nombre de cas divisé par le nombre de tests.

#### SÉROPRÉVALENCE

Les estimations de séroprévalence ont été téléchargées depuis SeroTracker (Arora, 2021) le 30 novembre 2021. Nous avons utilisé des résultats d'études chez la population générale, qui comprennent des enquêtes auprès de ménages et de communautés, des études chez des donneurs de sang, et des études utilisant des sérums résiduels provenant d'analyses de laboratoire courantes (Annexe **Tableau A1**). En raison de notre intérêt pour la séroprévalence due à l'infection par le SRAS-CoV-2 pour ce rapport, nous avons utilisé des estimations de la séroprévalence au SRAS-CoV-2 mesurant uniquement des anticorps anti-nucléocapside après le début du

déploiement des vaccins en décembre 2020; avant décembre 2020, nous avons utilisé des estimations de séroprévalence anti-nucléocapside et anti-protéine S. Quelques estimations supplémentaires d'enquêtes sérologiques pour des études soutenues par le GTIC, mais non recensées par SeroTracker ont été incluses (Annexe **Tableau A1**).

Afin de diminuer le biais dans les estimations de séroprévalence, nous avons utilisé des estimations de séroprévalence ajustées pour un échantillonnage non représentatif et corrigées pour la sensibilité et la spécificité des tests. En bref, en cas de disponibilité de données non corrigées, SeroTracker ajuste les estimations de séroprévalence publiées pour tenir compte de la performance des tests en utilisant les données de sensibilité et de spécificité provenant d'évaluations indépendantes. En l'absence de données non corrigées, SeroTracker utilise des estimations de séroprévalence corrigées pour la performance des tests par l'auteur initial de l'étude (Bobrovitz, 2021).

## Analyse statistique

### PROBABILITÉ DE SÉROPRÉVALENCE

Nous avons estimé la séroprévalence cumulative à l'aide d'un modèle de régression bêta hiérarchique bayésien. La séroprévalence dans la région  $g$  à la période  $t$  est la proportion de la population de la région  $g$  présentant des anticorps contre le SRAS-CoV-2 en raison d'une infection antérieure (anticorps IgG anti-nucléocapside décelables). À l'aide d'un modèle de régression bêta hiérarchique bayésien, la séroprévalence escomptée  $\mu_T$  dans la région  $g$  à  $T$  a été estimée à partir de la proportion cumulée de personnes ayant séroconverti due à l'infection au milieu de l'intervalle  $t_{min}, t_{max}$ , la plage de dates d'échantillonnage de l'étude. La variance  $\kappa$  a été présumée commune et inconnue.

Dans cette version initiale du modèle, le paramètre  $\rho_t$  est l'écart entre les cas cumulés et la séroprévalence, que nous présumons, outre l'erreur, explicable par la sous-détermination et la séroréversion. À l'avenir, nous chercherons à estimer séparément la détermination et la séroréversion.

$$S_{gT} \sim \text{Beta}(\mu_{gT}, \kappa)$$

$$\mu_T = \frac{\sum_{t=1}^T C_t * \rho_t}{N}$$

$$\rho_{gt} = a_g + b * TPR'_{gt}$$

$$TPR'_t = \text{logit}(TPR_t) - \text{logit}(\text{median}(TPR_t))$$

Variable	Valeurs	Définition
Indices		
t	entier+	période, en semaines
T	entier+	mi-parcours de l'enquête sérologique, semaine ISO
g	facteur	province ou région
Inputs		
N	entier+	population d'une région
$S_T$	[0, 1]	estimation ponctuelle de la séroprévalence à T
$C_t$	entier+	cas confirmés de COVID-19
$T_t$	entier+	nombre de tests COVID-19 effectués
$TPR_t$	[0, 1]	taux de positivité des tests, $C_t/T_t$
Paramètres et quantités estimées		
$\alpha$	réel	intersection pour la détermination et la séroréversion combinées
$\beta$	réel	coefficient pour le(s) facteur(s) prédictif(s) de la détermination et la séroréversion combinées
$\rho_t$	[1, inf)	détermination et séroréversion combinées
$\mu_T$	[0, 1]	séroprévalence escomptée
$\kappa$	réel+	variance de la séroprévalence

## À propos du présent rapport

Il a été rédigé par le groupe de modélisation du GTIC sous la supervision de David Buckeridge, responsable scientifique de la gestion des données. Remerciements particuliers à SeroTracker, à l'ASPC et à CCODWG, à la Société canadienne du sang et à Héma-Québec.

## Références

Arora, Rahul K, Abel Joseph, Jordan Van Wyk, Simona Rocco, Austin Atmaja, Ewan May, Tingting Yan, et al. 2021. “SeroTracker: A Global SARS-CoV-2 Seroprevalence Dashboard.” *The Lancet Infectious Diseases* 21 (4): e75–76.  
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30631-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30631-9).

Bobrovitz, Niklas, Rahul Krishan Arora, Christian Cao, Emily Boucher, Michael Liu, Claire Donnici, Mercedes Yanes-Lane, et al. 2021. “Global Seroprevalence of SARS-CoV-2 Antibodies: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Plos One* 16 (6): e0252617.

Giattino, Charlie. 2020. “How Epidemiological Models of COVID-19 Help Us Estimate the True Number of Infections.” Edited by Our World in Data. Our World in Data.  
<https://ourworldindata.org/covid-models>.

Statistique Canada. 2021. « Estimations de la population, trimestrielles ». Gouvernement du Canada.  
<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=1710000901>.

Berry I, Soucy J-PR, Tuite A, Fisman D. Open access epidemiologic data and an interactive dashboard to monitor the COVID-19 outbreak in Canada. *CMAJ*. 2020 Apr 14;192(15):E420. doi: 10.1503/cmaj.75262.

COVID-19 Canada Open Data Working Group. 2021. “Epidemiological Data from the COVID-19 Outbreak in Canada: Technical Report 3.0.” COVID-19 Canada Open Data Working Group. <https://drive.google.com/file/d/10WX-4MiRpwJvpduBmsj18rNFUOhYKE7R/view>

## Annexe

Tableau A1. Enquêtes sérologiques : Sources, dates et régions. Sauf indication contraire, les estimations ont été extraites de SeroTracker (date de la dernière extraction : 25 nov. 2021).

Sources	Régions	Dates
Skowronski	Colombie-Britannique	Mar/2020, Mai/2020
Bolotin	Ontario	Avr/2020, Mai/2020, Juin/2020, Juil/2020, Août/2020
Stein	Manitoba	Avr/2020*, Sep/2020*, Oct/2020*
Canadian Blood Services	Colombie-Britannique, Saskatchewan, Terre-Neuve-et-Labrador, Île-du-Prince-Édouard, Nouvelle-Écosse, Ontario, Nouveau-Brunswick, Alberta, Manitoba	Mai/2020*, Oct/2020, Nov/2020, Déc/2020, Jan/2021, Mar/2021, Avr/2021, Mai/2021, Juin/2021, Juil/2021, Août/2021*, Sep/2021
Xuyang Tang	Saskatchewan, Manitoba, Yukon, Territoires du Nord-Ouest, Colombie-Britannique, Québec, Ontario, Nouvelle-Écosse, Terre-Neuve-et-Labrador, Alberta, Île-du-Prince-Édouard	Mai/2020
Charlton	Alberta	Juin/2020, Juil/2020, Août/2020, Sep/2020, Oct/2020, Nov/2020, Déc/2020, Jan/2021
Héma-Québec	Québec	Juin/2020, Juil/2021*
Statistics Canada	Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Ontario, Colombie-Britannique, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec, Manitoba, Yukon, Territoires du Nord-Ouest, Alberta, Saskatchewan, Nunavut	Fév/2021*

\* Estimations communiquées au GTIC avant publication.